

# Recyclage des matériaux et évaluation environnementale

*Professeur de l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Lyon, Jaques Méhu est directeur de la plateforme Provademse, une plateforme d'innovation technologique de Rhône-Alpes dédiée aux écotechnologies et en particulier à des études sur le recyclage et l'évaluation environnementale.*

Le bâtiment et travaux publics (BTP) est à la fois un secteur industriel de grande consommation de matières premières et de grande production de déchets (voir aussi les **Chapitres d'A. Ehlacher** et de **P. Hamelin**). C'est donc le domaine par excellence du recyclage des matériaux en boucle courte (déchets du BTP réutilisés en BTP) et en « import/export » (déchets du BTP réutilisés dans d'autres secteurs ou déchets d'autres secteurs industriels réutilisés en BTP).

Compte tenu de la raréfaction des ressources naturelles minérales et de la volonté d'en limiter le prélèvement dans le milieu naturel, la priorité actuelle va vers l'importation

de déchets candidats à être réutilisés en BTP.

Quel est l'état des lieux dans la valorisation des déchets<sup>1</sup> de construction en Europe et dans l'évaluation environnementale pour chacun des deux secteurs, celui du bâtiment et celui des travaux publics ? Où en sont les réglementations ?

## 1 Recycler les matériaux de construction et pour la construction : un chantier de taille !

Le recyclage des matériaux représente un enjeu

---

1. Remarque : dans ce chapitre, les déchets métalliques ne seront pas abordés.

Figure 1

Les trois phases du cycle des matériaux de construction – élaboration, vie en œuvre et déconstruction – génèrent d'immenses quantités de déchets. Comment les recycler ?

considérable pour le domaine du bâtiment et des travaux publics, et mobilise de nombreux industriels et équipes de recherche. Et pour cause, en plus de générer d'énormes quantités de déchets de chantiers que l'on va chercher à valoriser, les activités de construction sont elles-mêmes amenées à utiliser des matières premières secondaires, c'est-à-dire celles qui ont déjà connu un premier cycle de vie dans d'autres domaines industriels ou urbains.

Pour donner une idée de l'ampleur, trente-quatre millions de tonnes de déchets de chantiers du bâtiment sont générées chaque année en France, aussi bien pour la construction et la réhabilitation que pour la démolition. Si l'on regarde la consommation dans le domaine des travaux publics, ce sont par exemple 20 000 tonnes de ma-

tériaux par kilomètre qui sont utilisées pour construire les routes en France.

C'est un défi de taille que de recycler les matériaux utilisés massivement dans la construction, et ce, à toutes leurs phases de vie. Une première phase correspond à l'élaboration, à partir de l'extraction de matières naturelles comme l'argile ou le calcaire, de matériaux basiques tels que la chaux ou le ciment, lesquels vont permettre de construire des produits plus complexes, allant des briques jusqu'aux matériaux d'isolation les plus élaborés, recouvrant un domaine industriel important. Arrive le domaine de « la vie en œuvre », également très important d'un point de vue réglementaire car on y est notamment confronté à la proximité de l'être humain qui va occuper les lieux. Enfin arrive le domaine de la fin de vie, c'est-à-dire la phase de déconstruction suivie de la phase de démolition (**Figure 1**), du recyclage et *in fine* du stockage des matériaux non recyclables.

Ces trois phases de vie – élaboration, vie en œuvre et démolition – génèrent des déchets que l'on envisage désormais de plus en plus de valoriser... Aussi la communauté européenne a fixé des engagements en matière de limitation et de valorisation des déchets (voir le paragraphe 4). Mais il n'existe aujourd'hui pas de réglementation cadre et/ou spécifique concernant l'usage de matières premières secondaires dans les matériaux et produits de construction pour le bâtiment...



## 2 Bâtiments et travaux publics : des exigences différentes

### 2.1. Le secteur du bâtiment

Le bâtiment et les travaux publics représentent deux domaines chacun aux exigences mécaniques et techniques propres : dans le bâtiment, les exigences techniques sont dues aux besoins de résistance mécanique, mais aussi de résistance aux intempéries, nécessitant d'utiliser par exemple les bétons les plus performants, ainsi qu'illustré dans les *Chapitres d'A. Ehlacher, P. Hamelin et J.-P. Viguié*. S'y ajoute une exigence sanitaire, liée à un souci croissant de la qualité de l'air qui règne à l'intérieur des bâtiments, comme l'aborde les *Chapitres de M.J. Ledoux et V. Pernelet-Joly* (*Figure 2*). Sont également très surveillées les émissions de polluants par l'eau à travers un important réseau urbain d'eau captive. Des chercheurs de l'INSA travaillent sur l'hydrologie urbaine et ont pour projet, avec le CSTB (voir le *Chapitre de V. Pernelet-Joly, Encart : « Le CSTB et l'OQAI »*), un programme de recherche sur le terme source du bâti.

Le secteur du bâtiment utilise-t-il des déchets recyclés ? Pour l'instant, on a peu de retours d'expériences de recyclage et de valorisation de matières premières secondaires, tout au moins en ce qui concerne les matériaux dits de structures, c'est-à-dire ceux qui donnent la solidité aux bâtiments (les cendres de centrales thermiques au charbon sont depuis long-



temps utilisées en substitution ou en complément du ciment dans les bétons, comme nous le verrons dans le paragraphe 3).

### 2.2. Le secteur des travaux publics

Le domaine des travaux publics impose quant à lui des exigences techniques et mécaniques plus faibles, avec une sensibilité moindre à l'impact sanitaire. Pourtant, il existe bien un impact sanitaire indirect à prendre en compte, à travers le milieu naturel, les sols agricoles,

*Figure 2*

*Les exigences du secteur du bâtiment sont multiples : résistance mécanique, résistance aux intempéries, mais également qualité sanitaire des matériaux pour les futurs occupants et performance énergétique (voir la partie 2 de cet ouvrage).*

Figure 3

Les chaussées bitumées sont composées de différents types de couches : la couche de roulement (généralement en béton bitumeux), la structure de chaussée (graves, granulats), l'ensemble reposant sur le sol par l'intermédiaire de la couche de forme et le remblai. Certaines chaussées sont plus perméables car conçues pour permettre de ralentir le ruissellement d'eau en cas de pluie, pour empêcher les inondations. On estime que selon son intensité, 10 à 30 % de la pluie peut s'infiltrer dans les ouvrages routiers.

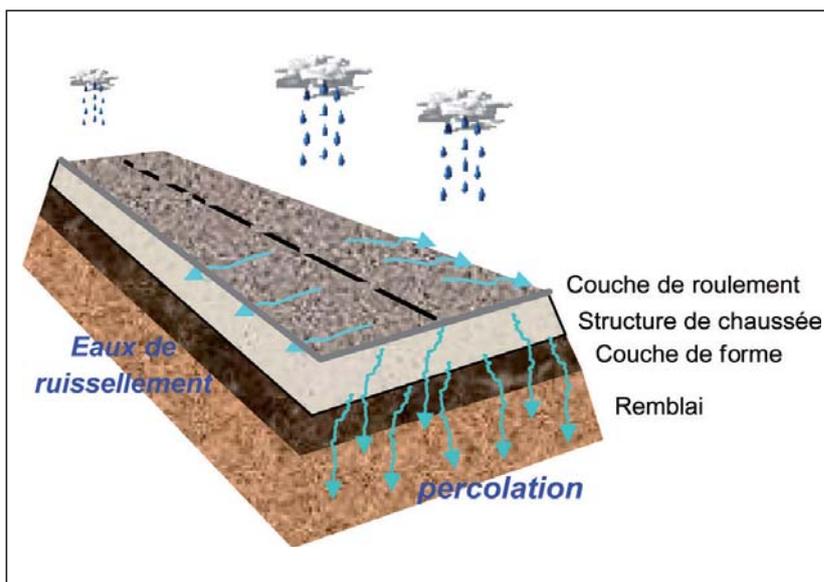
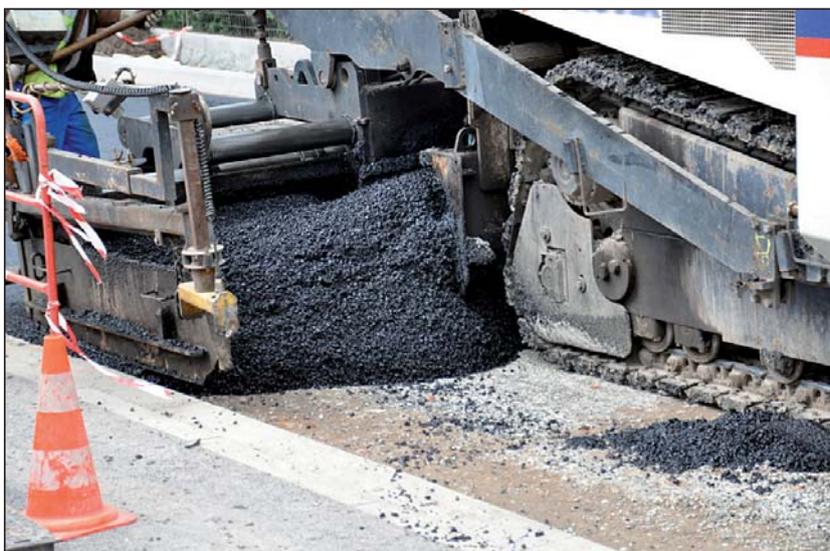


Figure 4

En France, les routes sont construites avec du bitume, substance noire très visqueuse correspondant à un mélange d'hydrocarbures obtenus par distillation du pétrole.



les nappes phréatiques et les eaux de surface auxquelles sont reliés directement les ouvrages de travaux publics. En revanche, ce contact direct avec le milieu naturel rend l'impact environnemental particulièrement sensible.

Le retour d'expérience sur la valorisation des déchets de travaux publics est quant à lui très important, puisque depuis plusieurs dizaines voire centaines d'années, de grandes variétés de déchets ont été utilisés en technique routière. Pour construire ces routes, on a recours à plusieurs types de matériaux, en fonction des linéaires (autoroutes, routes nationales...), mais aussi en fonction des couches de routes (**Figure 3**). Leur nature diffère aussi selon les pays : en France, les routes sont généralement construites avec des matériaux dits « noirs », c'est-à-dire avec beaucoup de bitumes à plusieurs étages (**Figure 4**), alors qu'aux États-Unis ce sont plutôt des matériaux dits « blancs », principalement constitués de béton et de ciment.

### 3 Quels matériaux valorisés pour la construction ?<sup>2</sup>

Quelles sont les voies de valorisation de déchets pour le bâtiment et les travaux publics ? Pour rappel, les matériaux utilisés dans la construction sont de trois types :

- les matériaux dits « non liés », constitués de granulats (**Figure 5**), fragments de roches (ou graviers) qui forment la base des systèmes et qui sont par exemple utilisés dans les remblais pour le terrassement des routes (voir la **Figure 3**) ;
- les matériaux « liés » avec des liants hydrauliques (**Encart : « Le béton, un matériau de construction inégalé »**) ;
- les matériaux dits « noirs », liés avec du bitume.

Pour fournir des granulats, les principaux flux de matières premières secondaires (hors laitiers de haut fourneaux et cendres volantes de charbon) viennent du traitement des déchets ménagers, sous forme de mâchefers d'incinération d'ordures ménagères (MIOM). Leur valorisation dépend des pays, avec par exemple une forte utilisation proche de 100 % aux Pays-Bas, alors qu'elle est plus modeste en France où l'on dispose d'une importante réserve de granulats naturels (sable ou roche concas-

2. Nous nous limiterons aux matériaux de structures, bien qu'il y ait également beaucoup à dire sur des matériaux fonctionnels, qui vont de la paille – déchet de l'agriculture qui peut être utilisé pour l'isolation de bâtiments –, le bois ou de nombreux matériaux techniques (polymères...).



Figure 5

*Transport de granulats par convoyeur à bande en vue du stockage. Utilisés dans la construction de routes et de bâtiments, les granulats peuvent provenir du milieu naturel (sable, roche concassée) ou de la valorisation des déchets ménagers.*

sée) utilisés principalement pour les remblais routiers. Pour réaliser ces remblais, on peut également utiliser des cendres volantes (résidus de combustion du charbon), des laitiers<sup>3</sup> de sidérurgie cristallisés, ou encore des granulats de bétons recyclés : une part du recyclage des déchets de démolition trouve une place en travaux publics.

Pour des usages à plus hautes valeurs ajoutées, la fumée de silice<sup>4</sup> se révèle particulièrement intéressante, comme l'a mentionné **J.-P. Viguier**. Ce sous-produit de la métallurgie et de la production de silicium peut être utilisé dans

3. Un laitier est un sous-produit de la sidérurgie ou de la métallurgie contenant des oxydes métalliques, généralement des silicates, des aluminates et de la chaux, formés en cours de fusion ou d'élaboration de métaux par voie liquide.

4. Les fumées de silice sont formées de particules très fines de moins de cent millimètres ayant une très haute teneur en silice amorphe.

certains bétons leur permettant d'atteindre d'importantes performances en termes de résistance à la flexion et à la compression.

Principal liant utilisé dans le béton, le ciment peut être remplacé entièrement ou partiellement par d'autres matériaux qui vont améliorer la fluidité, la mise en œuvre et la compacité du béton (**Encart « Le béton, un matériau de construction inégalé »**). Parmi ces matériaux on trouve les laitiers de hauts-fourneaux sous forme granulée, c'est-à-dire sous forme vitreuse et finement broyée. On utilise également des cendres volantes de charbon et, de façon plus exploratoire, des cendres volantes d'incinération de déchets non dangereux, principalement constituées de silice amorphe ( $\text{SiO}_2$ ) générée dans des conditions particulières d'incinération. La présence de cette silice amorphe confère aux cendres des propriétés dites pouzzolaniques, car proches de celles des pouzzolanes<sup>5</sup>, ces roches volcaniques utilisées à l'époque romaine dans la fabrication de bétons particulièrement résistants à l'eau<sup>6</sup>. Quelle est cette propriété de pouzzolanité ? Lorsqu'on prépare du béton (**Figure 7**), au moment du processus de durcisse-

ment, le ciment s'hydrate en présence d'eau pour libérer de la chaux  $\text{Ca(OH)}_2$ , laquelle va pouvoir se combiner à la cendre volante pour former des composants qui vont s'hydrater à leur tour, se durcir avec le temps et compléter la compacité du ciment, tout en le rendant imperméable. Depuis peu, on valorise également des cendres volantes de papeterie, de même que l'INSA mène actuellement des recherches en vue de valoriser les cendres volantes d'incinération de boues de stations d'épuration, lesquelles sont par ailleurs de moins en moins valorisées pour l'agriculture.

## 4 Recyclage des matériaux et évaluation environnementale : quelles réglementations ?

### 4.1. Le contexte réglementaire européen

Quel est le contexte réglementaire européen concernant les déchets et la construction ? Parmi les nombreuses réglementations existantes sur les déchets, citons la Directive Cadre Déchets, qui a connu plusieurs modifications depuis sa première parution en 1975, et dont la dernière date de novembre 2008, avec une ordonnance en 2010. Dans cette directive, figurent deux articles intéressants vis-à-vis de la valorisation : l'article 5 concerne la notion de sous-produits et l'article 6 porte sur la fin du statut de déchet (**Encart « La Directive Cadre Déchets »**).

5. Pouzzolane, du latin *pulvis puteolana*, désigne les sables de Pouzzoles, ancienne Dikearchie (Cité de la Justice), port italien riche en sable volcanique, situé au pied du Vésuve. Sa composition est proche de celle du basalte.

6. Le béton romain était fabriqué avec de la chaux éteinte mélangée à de la silice issue des cendres volantes d'un volcan et à de l'eau.

## LE BÉTON, UN MATÉRIAU DE CONSTRUCTION INÉGALÉ

Le béton est un matériau très ancien déjà utilisé par les Romains, comme en témoigne le pont du Gard qui a environ deux mille ans (voir le *Chapitre de J.-P. Viguier*) ! Cependant, les architectes de l'époque privilégiaient encore la pierre, et c'est en 1756 que l'ingénieur britannique John Smeaton redécouvre le principe du béton, dont l'utilisation s'est ensuite généralisée au milieu du xx<sup>e</sup> siècle. Avec un volume se chiffrant en milliards de tonnes par an, le béton reste aujourd'hui le matériau de construction le plus utilisé au monde (*Figure 6*).



Figure 6

*Déjà utilisé depuis l'époque romaine, le béton est aujourd'hui le matériau de construction le plus utilisé.*

### Qu'est-ce que le béton chimiquement ?

Le béton est un matériau de construction composite, résultat d'un mélange intime de granulats – le plus souvent du sable et des pierres – agglomérés par un liant. Ce liant est qualifié d'hydraulique car il se forme et durcit par réaction chimique avec de l'eau (voir aussi le *Chapitre d'A. Ehlacher*). Le liant le plus utilisé est le ciment, matière pulvérulente qui forme avec l'eau ou avec une solution saline une pâte plastique capable d'agglomérer des substances variées en durcissant.

En agrégeant du sable fin avec du ciment, on obtient un mortier qui conduit à ce qu'on appelle le béton de ciment. L'ajout d'un maillage de tiges de fer torsadées conduit au béton armé, largement répandu dans les constructions civiles nécessitant une grande solidité.

L'ajout d'adjuvants permet de modifier certaines propriétés physico-chimiques du béton : par exemple l'ajout de plastifiants permettent d'augmenter sa fluidité, facilitant sa mise en œuvre ; l'adjonction d'une résine polymère permet de le rendre hydrofuge, etc. (*Figure 7*).



Figure 7

*Au cours de la préparation du béton, l'ajout de divers adjuvants permet de changer les propriétés du béton en fonction des utilisations : plasticité, fluidité au moment de la mise en œuvre, ou imperméabilité une fois durci.*

### Pour aller plus loin :

Pichat P. (2008). Dix milliards de tonnes par an de béton. *L'Act. Chim.*, **315** : 12.

Au cours des trente dernières années, des procès ont eu lieu entre des industriels et la commission européenne autour de la notion de « sous-produit » : certains industriels défendaient l'idée qu'un certain nombre de matières produites par des procédés, et qui ne sont pas le produit visé par ce procédé, ne devraient pas être considérées comme des déchets mais comme des sous-produits. Quasiment tous les procès ont été remportés par la commission, se basant sur un principe intangible : un procédé ne génère qu'un seul produit et toutes les sorties alternatives de matières sont considérées soit comme des effluents, soit comme des déchets. C'est ce principe qui a été suivi au cours du travail effectué dans le catalogue européen des déchets à la direction générale environnement du ministère.

La nouvelle directive ouvre désormais une fenêtre juridique et réglementaire dans ce domaine en considérant que, moyennant un certain nombre de critères et de dossiers que l'industriel doit fournir, d'autres sorties alternatives des procédés que celles du produit et des déchets peuvent être considérées comme des sous-produits, les critères tenant à la régularité, l'utilisation et la qualité de ces sorties, ces nouveaux flux de matières.

Un deuxième aspect réglementaire important, récent et avec encore peu de retours d'expériences, est la possibilité, pour un déchet qui aura fait l'objet de traitements, de valorisations, d'améliorations, etc., d'avoir dans son nouvel

usage à nouveau un statut de matière première, et non plus celui de déchet valorisé. Autrefois, toute la valorisation de matière première secondaire était de la valorisation de déchets, ceux-ci ne perdant pas leur statut. Mais dans le cadre de valorisations très régulières, sans aucun impact environnemental, avec un certain nombre de précautions, on pourra maintenant assister à la fin de statuts de déchets... une véritable révolution juridique qui a bénéficié au domaine de la construction.

Qu'en est-il de la réglementation européenne dans le domaine spécifique de la construction ? Les textes concernant les déchets de construction sont peu nombreux. Citons principalement la Directive Produits de Construction (**Encart : « La Directive Produits de Construction »**) qui établit des exigences d'ordre environnemental. Une exigence essentielle est l'« hygiène, santé et environnement », qui concerne la garantie que doivent apporter les produits de construction vis-à-vis des objectifs d'hygiène, de santé et d'environnement. Objectifs qui ont impliqué un immense travail normatif, décrit dans les paragraphes qui suivent.

Une nouvelle exigence a récemment été ajoutée, qui concerne le domaine de la valorisation et qui met l'accent sur l'importance d'utiliser des matériaux recyclés et recyclables dans la construction, et d'autre part d'intégrer des matières premières venant d'autres domaines (exigence n° 7 : voir l'**Encart : « La Directive Produits de Construction »**).

## LA DIRECTIVE CADRE DÉCHETS

19 novembre 2008

(Ordonnance-n° 2010-1579 du 17 décembre\_2010)

### Article 5 - Sous-produits

1. Une substance ou un objet issu d'un processus de production dont le but premier n'est pas la production dudit bien ne peut être considéré comme un sous-produit et non comme un déchet au sens de l'article 3, point 1, que si les conditions suivantes sont remplies :

- a) l'utilisation ultérieure de la substance ou de l'objet est certaine ;
- b) la substance ou l'objet peut être utilisé directement sans traitement supplémentaire autre que les pratiques industrielles courantes ;
- c) la substance ou l'objet est produit en faisant partie intégrante d'un processus de production ; et
- d) l'utilisation ultérieure est légale, c'est-à-dire que la substance ou l'objet répond à toutes les prescriptions pertinentes relatives au produit, à l'environnement et à la protection de la santé prévues pour l'utilisation spécifique et n'aura pas d'incidences globales nocives pour l'environnement ou la santé humaine.

### Article 6 - Fin du statut de déchet

1. Certains déchets cessent d'être des déchets au sens de l'article 3, point 1, lorsqu'ils ont subi une opération de valorisation ou de recyclage et répondent à des critères spécifiques à définir dans le respect des conditions suivantes :

- a) la substance ou l'objet est couramment utilisé à des fins spécifiques ;
- b) il existe un marché ou une demande pour une telle substance ou un tel objet ;
- c) la substance ou l'objet remplit les exigences techniques aux fins spécifiques et respecte la législation et les normes applicables aux produits ; et
- d) l'utilisation de la substance ou de l'objet n'aura pas d'effets globaux nocifs pour l'environnement ou la santé humaine.

Les critères comprennent des valeurs limites pour les polluants, si nécessaire, et tiennent compte de tout effet environnemental préjudiciable éventuel de la substance ou de l'objet.

#### 4.2. Le contexte réglementaire national

Le contexte réglementaire est malheureusement pauvre en France. Avec aucune réglementation environnementale actuellement pour les produits de construction, la France est en retard par rapport à des pays européens comme l'Allemagne et les Pays-Bas. Ces derniers avaient réagi très tôt, plus de dix ans auparavant, face à des

ressources naturelles en granulats bien plus faibles que celles de la France. Ils avaient alors édité un texte, le « Building material decree » qui s'appelle maintenant le « Soil quality decree », définissant les conditions d'acceptation d'un certain nombre de produits en construction, qu'ils soient d'origine déchets ou non, avec des critères d'émission de polluants, sur lequel la France avait beaucoup

## LA DIRECTIVE PRODUITS DE CONSTRUCTION

89/106 du 21 décembre 1988

Six (+ 1) exigences essentielles (ou fondamentales) :

1. Résistance mécanique et stabilité.
2. Sécurité en cas d'incendie.
3. **Hygiène, santé et environnement.**
4. Sécurité d'utilisation.
5. Protection contre le bruit.
6. Économie d'énergie et isolation thermique.
7. **+ Utilisation durable des ressources naturelles.**

### Exigence fondamentale n° 7 : utilisation durable des ressources naturelles

Les ouvrages de construction doivent être conçus, construits et démolis de manière à assurer une utilisation durable des ressources naturelles et à permettre :

- a) la recyclabilité des ouvrages de construction, de leurs matériaux et de leurs parties après démolition ;
- b) la durabilité des ouvrages de construction ;
- c) l'utilisation, dans les ouvrages de construction, de matières premières primaires et secondaires respectueuses de l'environnement.

collaboré à l'époque, ce qui a abouti aux travaux normatifs décrits dans le paragraphe suivant.

La France a quant à elle consacré ces trente dernières années à la production, non sans peine, d'un guide à la fin 2010, grâce à la réunion de quelques industriels et de collectivités locales autour du ministère de l'Environnement. Ce guide, édité par le Service d'études sur les transports, les routes et leur aménagements (SETRA) au nom du ministère de l'Écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer (MEEDDM), permet de fixer des règles environnementales pour utiliser des matériaux alternatifs, donc des matières premières secondaires, en technique routière.

### 4.3. Le contexte environnemental normatif européen

#### 4.3.1. Les normes

L'ensemble des réglementations portant sur les déchets et sur la construction ont conduit à la mise en place d'outils normatifs.

En ce qui concerne les déchets, un travail conséquent qui a commencé en 1991, et auquel a particulièrement participé la France, a permis de mettre en place le Comité technique européen TC292 avec un certain nombre de commissions miroirs à l'Afnor telles que X30Y et X30L (voir l'*Encart « La normalisation européenne »*). Les principaux résultats de ces travaux sont, d'une part, l'établissement

d'une méthodologie permettant d'avoir une appréhension d'une fraction lixiviable<sup>7</sup>, qui est une part du déchet risquant de partir dans l'eau naturelle de surface ou de profondeur. De très nombreuses méthodes existent dans ce domaine. La plus utilisée a été développée sur la base du test dit « INSA » dans les années 1980, puis normalisé en France par AFNOR (X31-210), puis enfin au niveau européen par le CEN TC 292 (norme EN12457-2). L'essai final est très proche de celui qui avait déjà été développé initialement en France. D'autre part, un travail important, auquel la France a œuvré pour établir un guide méthodologique, a porté sur le comportement des déchets dans différents scénarios, et en particulier des scénarios de valorisations. Tout ce travail a abouti à la norme EN12920 (dont la méthodologie est présentée dans le paragraphe 4.3.2). Parmi les nombreux essais effectués, certains portent sur l'évaluation du risque pour un déchet d'émettre des polluants sous l'effet de contraintes physico-chimiques extérieures comme les pluies acides ou les milieux très alcalins comme la proximité avec des liants hydrauliques. Pour l'étude des déchets destinés à être utilisés en sous-couche routière, par exemple les mâchefers d'incinération d'ordures ménagères, un essai de

7. La lixiviation consiste à extraire des produits solubles par un solvant, par exemple par circulation d'eau dans un sol pollué ou encore dans une décharge industrielle. Le lixiviat est le liquide résiduel issu de ce processus.

## LA NORMALISATION EUROPÉENNE

Instrument des politiques européennes, les normes européennes (EN) sont élaborées grâce à des groupes de travail constitués d'experts, sous la responsabilité d'un comité technique. Une fois ratifiées, ces normes doivent être adoptées à l'identique au niveau national. Un moyen efficace d'influencer leur contenu consiste à participer à la commission miroir du pays respectif : cette instance délègue des experts au sein des organismes de normalisation européens (comme Afnor), décide au niveau national de la position à prendre sur des projets de normes européennes et accompagne le processus de normalisation dans ses différentes étapes.

### La normalisation des déchets (TC292)

Groupe de travail 1 : échantillonnage

Groupe de travail 2 : procédures d'essais de lixiviation

Groupe de travail 3 : paramètres liés aux espèces solubles dans de l'acide ou de l'eau : les méthodes d'analyse et de digestion

Groupe de travail 4 : terminologie

Groupe de travail 5 : analyse de déchets/paramètres du groupe sélectionné

Groupe de travail 6 : tests basiques de caractérisation du comportement de la lixiviation

Groupe de travail 7 : propriétés éco-toxicologiques.

### La normalisation des produits de construction (TC351)

Mandat M/366 de la commission SDR : « *émissions de substances dangereuses par les produits de construction* »

Groupe de travail 1 : émission des produits de construction dans le sol, les eaux souterraines et les eaux de surface

Groupe de travail 2 : émission des produits de construction dans l'air intérieur.

Trois normes sont en cours de validation :

- TS1 : guide d'orientation,
- TS2 : lixiviation des produits monolithiques (béton, briques...),
- TS3 : lixiviation des produits granulaires (remblais...).

percolation a été développé. D'autres essais ont été consacrés aux déchets stabilisés, par exemple les déchets monolithiques (blocs massifs de grandes dimensions), dans le contexte français de la stabi-

lisation des déchets pour la mise en décharge de déchets de classe I, à savoir les déchets industriels présentant un caractère dangereux pour le milieu naturel ou les êtres vivants.

Dans le domaine de la normalisation des produits de construction, en application de l'exigence 3 de la Directive Produits de Construction (voir l'**Encart : « La Directive Produits de Construction »**), le comité technique TC351 a été créé en 2005, avec une commission miroir également très active au niveau français, la Commission Substances Dangereuses Réglementées (SDR). Par un mandat spécifique, la Commission européenne a demandé au TC351 de développer des outils pour appréhender les émissions de substances dangereuses par les produits de construction, d'une part dans le but de préserver la qualité de l'air intérieur des bâtiments (sujet abordé dans les **Chapitres de M.J. Ledoux** et de **V. Pernelet-Joly**) et d'autre part de déterminer les émissions dans les sols et les eaux naturelles. Pour cela, un autre groupe de travail s'est penché sur l'étude de l'émission de substances à partir de produits de construction *via* la lixiviation. Ce qui a conduit à trois normes, en cours de validation (voir l'**Encart : « La Directive Produits de Construction »**), à savoir un guide d'orientation général et deux essais sur la lixiviation : l'un concerne les produits monolithiques comme le béton, les briques ou les tuiles, très majoritaires dans le domaine du bâtiment, et l'autre concerne les produits de construction granulaires normalisés, très majoritaires quant à eux dans le domaine des travaux publics, par exemple pour les remblais.

#### 4.3.2. Les étapes d'évaluation des candidats au recyclage pour la construction

Un déchet peut devenir matière première secondaire pour le domaine de la construction s'il correspond à toutes les normes imposées par la réglementation européenne. Pour ce faire, il doit passer un certain nombre d'étapes :

- *faisabilité technique* : on ne cherche pas à valoriser des déchets en construction s'ils n'amènent pas une qualité intrinsèque en termes de structure ou s'ils ne présentent pas au moins les mêmes qualités que les matières de structures d'origine, c'est-à-dire celles d'origine naturelle. On va donc étudier et vérifier les propriétés physico-chimiques des matières premières secondaires candidates, par exemple la granulométrie, la composition, et également éviter la présence d'inhibiteurs de prise du béton. Sont également vérifiées les propriétés pouzzolaniques pour éventuellement envisager l'ajout d'une plus-value économique par rapport au ciment classique, ce qui permettra également d'avoir un avantage d'un point de vue environnemental en faisant baisser le bilan carbone de la construction, puisque le bilan carbone du ciment est élevé ;
- *vérification des performances mécaniques* des nouveaux produits de construction, qui vont intégrer généralement des pourcentages entre 5 et 20 % de déchets ;
- *vérification des classes d'usage* : à quels usages ces nouveaux produits peuvent-ils être proposés et comment les

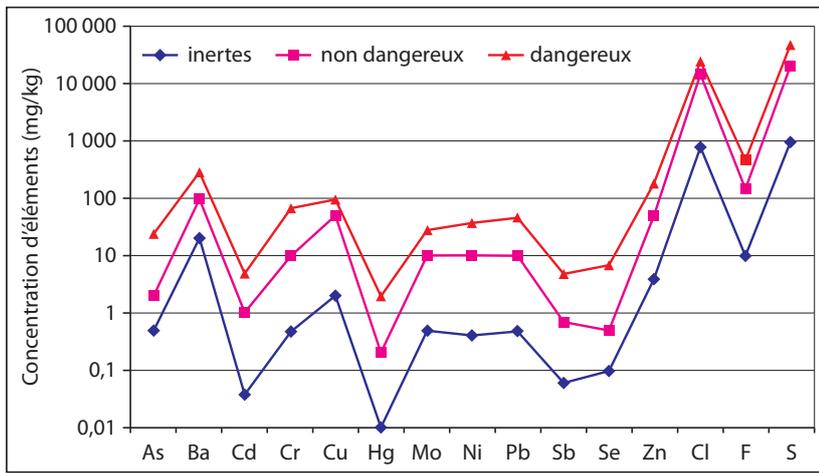


Figure 8

Les candidats au recyclage pour la construction doivent se situer en dessous de la courbe rose.

intégrer ainsi dans le marché de la construction ?

- *vérification de l'acceptabilité environnementale* du candidat en veillant notamment à ce qu'il soit peu polluant. La Directive cadre et la Directive Décharge permettent de classer les déchets en trois catégories : inertes, non-dangereux ou dangereux. Quel est le seuil d'acceptabilité en France ? Les déchets, ainsi que tous leurs éléments de relargage, doivent être non dangereux, c'est-à-dire que toutes les valeurs de relargage soient inférieures aux valeurs limites de non dangerosité (sous la ligne rose de la **Figure 8**), l'idéal étant que les déchets soient inertes ;

- *étude du comportement* : après examen des types de scénarios/ouvrages (sous-couche routière, murs en béton banché, etc.) et des types de produits (grave hydraulique, grave bitume ou béton prêt à l'emploi, contenant des matières premières secondaires), on réalise une prédiction sur l'émission de polluants sur la durée de vie de l'ouvrage ;

- *essais au laboratoire* : on évalue la quantité de polluants émis (essais relatifs aux déchets et aux produits de construction : voir l'**Encart « La normalisation européenne »**). La **Figure 9** montre une expé-

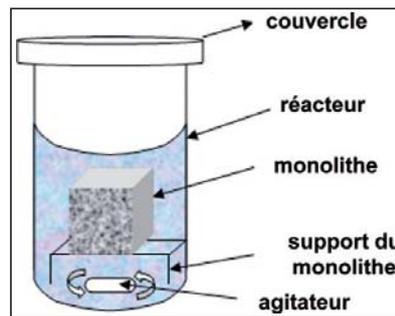


Figure 9

Évaluation de l'émission de polluants à l'échelle du laboratoire. Un monolithe est plongé dans un lixiviant (ici : de l'eau déminéralisée) soumis à agitation pendant quinze jours. Des échantillons du liquide sont prélevés régulièrement et analysés.

rience mise en œuvre pour mesurer l'émission de polluants par un monolithe dans des conditions de lixiviation ;

- *validations à l'échelle pilote* : la **Figure 10** montre un test réalisé sur un mur de béton qui a été construit à partir d'une formulation élaborée par le CSTB. Sur la plateforme EEDEMS<sup>8</sup> est reconstitué un scénario où le mur est exposé à de la pluie sur une grande partie de sa surface et baignerait dans une nappe phréatique, comme s'il s'agissait d'une fondation profonde ou d'un parking. L'évaluation est alors réalisée à la fois dans l'eau de ruissellement et dans l'eau de profondeur.

Figure 10

Évaluation à l'échelle pilote de l'émission de polluants à partir d'un mur de béton exposé pendant huit mois à la lixiviation (eau de pluie en façade et fondation immergée). Des échantillons de l'eau sont prélevés toutes les semaines et analysés.



8. EEDEMS (Évaluation Environnementale des Déchets, Sols pollués et Matériaux), est un groupe d'intérêt scientifique regroupant l'INSA de Lyon, le CSTB, le BRGM, l'ENTPE et l'ENSMSE. Voir : [www.eedems.com](http://www.eedems.com).

## **Gestion des déchets des matériaux de construction et évaluation environnementale : encore des progrès à faire**

Nous disposons maintenant de méthodologies bien développées, avec un bon positionnement des partenaires français notamment, bien que relayé lentement par le ministère dans la réglementation. Pourtant, il existe un réel besoin de cadre réglementaire dans le domaine des déchets qui soit cohérent et spécifique à la construction. Il est par ailleurs souhaitable de mettre en place des stratégies d'incitation à la valorisation en vue d'appliquer la septième exigence de la Directive Cadre Déchets, avec notamment l'inscription des variantes avec matières premières secondaires dans les appels d'offres pour encourager les industriels du BTP à mieux se lancer dans l'intégration des matières premières secondaires dans leurs ouvrages. Enfin, il restera à veiller à l'acceptation de la valorisation de ces matières premières secondaires de la part des maîtres d'ouvrages publics et privés, qui sont les commanditaires de la construction, ainsi que de la part du grand public.

# Crédits photographiques

Figure 7 – Licence CC-BY-3.0.,  
Achim Hering.