

Le projet OFRIR : une approche multiacteurs du recyclage dans les infrastructures routières

Agnès JULLIEN*

François DE LARRARD

Michel BERCOVICI

Laurence LUMIÈRE

LCPC, Nantes, France

Patrice PIANZONE

BRGM, Orléans, France

Jérémie DOMAS

Inéris, Verneuil-en-Halatte, France

Pierre DUPONT

Setra, Bagneux, France

Laurent CHATEAU

Ademe, Angers, France

Frédéric LERAY

Meeddat, La Défense, France

■ RÉSUMÉ

Ce document présente un bilan à cinq ans du projet OFRIR (Observatoire français du recyclage dans les infrastructures routières) entrepris sous l'égide des ministères chargés de l'Équipement/DRAST et de l'Environnement/DPPR qui depuis ont fusionné en Meeddat.

Ce projet, coordonné par le LCPC, et associant l'Ademe, l'Inéris, le BRGM, le Setra et de nombreux laboratoires des Ponts et Chaussées a donné lieu à une collecte de données sans précédent à l'échelle du territoire français dans le domaine du recyclage dans la route. L'information disponible dans les organismes publics partenaires du projet, renforcée par celle fournie par les membres du club d'échanges de données constitué au cours du projet, a été mise progressivement à disposition de la communauté routière sur un site Internet (<http://ofrir.lcpc.fr>) puis de tout public. Les principes fédérateurs à l'origine du projet, la structure mise en place pour la base de données internet, les modalités d'échange entre les acteurs constitués en réseau sont d'abord décrits. Enfin, après une synthèse des principaux acquis à ce jour au cours du projet, les histoires du projet et du site sont explicitées et replacées dans le contexte international.

The OFRIR project: A multi-actor approach to recycling in road infrastructure

■ ABSTRACT

This document presents a five-year assessment of the OFRIR project (OFRIR is a French acronym for "Monitoring of Road Infrastructure Recycling") conducted under the aegis of the two Ministries of Public Works (DRAST) and the Environment (DPPR), which have since merged to form a single Ministry (Ecology, Energy, Sustainable Development and Regional Planning), known as MEDAD. This project, coordinated by LCPC, in association with the public research organizations Ademe (environment), Ineris (industrial risks), BRGM (geology), Setra (road engineering) and a good number of regional Ponts et Chaussées laboratories, has generated an unprecedented collection of data at the scale of the entire national territory in the field of road-based recycling. The information provided by the project's public partner institutions, in addition to that from members of the data exchange group formed over the course of this project, was initially made available to the road community via a Website (<http://ofrir.lcpc.fr>) [1], and then to the general public. The underlying principles adopted at the outset of the project, along with the structures and systems introduced for the Internet database and the protocol for exchanges between actors engaged in a network, are described first. After summarizing the primary accomplishments through the present time, the history of both the project and the site will be explained and placed in an international context.

* AUTEUR À CONTACTER :

Agnès JULLIEN

agnes.jullien@lcpc.fr

INTRODUCTION

■ Développement durable et route

Depuis la Conférence de Rio (1992), on s'accorde pour dire que toute action humaine doit s'inscrire à l'intersection des sphères environnementale, économique et sociale, afin de tendre vers un déve-

loppement durable. « Faire du développement durable » ne correspond pas à une démarche standardisée. L'approche globale des infrastructures en général et des routes en particulier doit intégrer les aspects économiques, sociaux et environnementaux, dans une perspective de long terme. Cette approche a été fondée au LCPC sur les techniques, à savoir les compétences et métiers traditionnels ; elle intègre donc pleinement les processus liés aux travaux routiers. La démarche scientifique conduite a consisté à fonder les premiers travaux de recherche et les connaissances à développer tant sur l'articulation d'approches sectorielles spécifiques d'experts (géotechnique, mécanique, physico-chimie, combustion, aménagement...) appliquées à différents types d'objets (matériaux, ouvrages et réseau routier) que sur des approches globales intégrant différents domaines que recouvre le développement durable (environnement, économie, social) sans viser l'exhaustivité. Intégrer une démarche conforme aux principes du développement durable implique que les décisions à tout niveau soient prises en ajoutant aux critères économiques des critères environnementaux et sociaux. La construction et l'entretien des infrastructures routières se situent, de manière générale, au cœur de cette problématique car ils impliquent des éléments d'appréciation liés au rôle économique des transports, à la sécurité publique et au cadre de vie, ainsi qu'à la préservation de l'environnement. Les conséquences des choix effectués, notamment en matière d'aménagement de l'espace, se répercutent à long terme. Depuis le stade des études préliminaires jusqu'à la réalisation des travaux, un projet routier fait l'objet de décisions successives (opportunité, budget, tracé), selon une procédure progressive. Cette démarche nécessite différents choix qui s'insèrent dans un faisceau d'exigences et de contraintes environnementales, techniques et financières dans le souci du bon emploi des fonds publics et du service rendu à l'utilisateur, ce qui rend le processus décisionnel complexe, du fait notamment de la multiplicité des acteurs. Il existe de multiples types de projets routiers qu'il est intéressant de classer selon les modalités suivantes :

- le territoire environnant et les milieux traversés qui lui sont associés : on peut aussi distinguer les projets urbains des projets interurbains ;
- leur articulation avec la vie de l'infrastructure, il peut s'agir d'une *construction neuve*, d'un nouvel *aménagement* ou de l'*entretien* d'une route existante ;
- et, parmi les acteurs décideurs, le maître d'ouvrage concerné, qui est dans la majeure partie des cas une collectivité territoriale (état, département, commune ou communauté de communes) mais bien qu'il puisse être aussi privé.

En parallèle, il faut signaler que les objectifs assignés par l'Europe pour la gestion des ressources naturelles et des déchets sont sans équivoques [2], et consistent à veiller à ce que la consommation des ressources renouvelables et non renouvelables ne dépasse pas ce que l'environnement peut supporter, en dissociant la croissance économique de l'utilisation des ressources, en améliorant l'efficacité de celles-ci et en diminuant la production de déchets.

■ Déchets et recyclage dans la route sur le territoire français

La route, au contraire d'autres domaines du génie civil, a toujours fait –et fait encore– l'objet d'expérimentations en vraie grandeur, sous la forme de planches d'essais et de plots, de réalisations expérimentales (fabrication et mise en œuvre) visant à tester des matériaux ou encore des techniques innovantes. De ce fait, la pratique du recyclage a été introduite par petites touches dès les années 1970 et pour différents matériaux très en amont d'une éventuelle utilisation à grande échelle. Le suivi de ces planches notamment n'est pas toujours aisé au-delà de quelques années, en particulier en raison des coûts induits par les suivis ou lorsque les acteurs locaux changent. Lorsqu'il s'agit de matériaux susceptibles d'avoir un impact environnemental au cours de la phase de service de la route, et dont l'impact ne peut se produire qu'à moyen (2 ans) ou long terme (10 ans), cet état de fait est d'autant plus regrettable. Outre des tentatives ou tests répartis dans le temps, d'une façon générale, l'information existante sur le recyclage est disséminée géographiquement. Ceci est lié au constat suivant : la réutilisation des matériaux est souvent une affaire locale notamment en raison de la disponibilité du gisement et du coût du transport. Ensuite, selon le type d'usage possible (dans les terrassements ou en chaussée), la ressource alternative fait soit l'objet d'une approche géo-

technique, soit d'une approche mécanique. L'approche environnementale quant à elle est souvent abordée en parallèle, l'ensemble de ces éléments contribuant à renforcer la dispersion des connaissances. Or, compte tenu de la pluridisciplinarité qui sous-tend ce domaine du « recyclage » dans la route, personne ne possède la totalité des compétences géotechniques, routières, environnementales, sanitaires, économiques, juridiques nécessaires à une gestion suffisamment globale de la ressource en matériaux. C'est une mise en commun des compétences de différents acteurs nationaux pour atteindre un niveau de compétences jugé suffisant dans des domaines clés de la décision, dans cette optique de recyclage dans les routes, qui a été retenue comme principe fondateur essentiel du projet OFRIR. Ce projet vise à constituer une base de connaissances, présentées dans le cadre d'un site internet, de différents produits susceptibles d'être utilisés en technique routière. Cette initiative s'inscrivait au niveau français dans le cadre d'un mouvement assez large impulsé par l'état et incluant tout à la fois :

- l'aboutissement de la loi 92-646 du 13 juillet 1992 [3] relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour l'environnement en ce sens qu'elle précise qu'il s'agit de « valoriser les déchets par le réemploi et le recyclage », afin d'accueillir à partir du « 1^{er} juillet 2002 » seulement des déchets ultimes sur les installations d'élimination des déchets par stockage ;
- la mise en application de la circulaire du 15 février 2000 conjointe du MATE et du METL, relative à la planification de la gestion des déchets de chantier du bâtiment et des travaux publics visant à économiser les ressources, réduire les déchets et mieux impliquer les maîtres d'ouvrage dans ce processus.

Dans ce contexte, le projet OFRIR a émané d'une proposition du LCPC. Sa pertinence et ses fondements ont été discutés dès 2001 entre différents organismes partenaires publics, et sous l'égide des ministères de l'Équipement et de l'Environnement. Ce projet dès son début s'est inscrit dans une logique de développement durable, les thématiques visées se rapportant aux *ressources et au territoire*, la question de l'économie de ressources constituant, à l'heure actuelle encore, un point d'entrée crucial dans ce domaine de recherche.

En effet, il s'agissait d'aborder la problématique de substitution de ressources naturelles pour la route, par des ressources alternatives tant concernant des granulats que des liants, et tout à la fois pour l'économie de ressources et pour la consommation de déchets dans un cadre acceptable pour l'environnement, et en conservant si possible le niveau de service à l'utilisateur. Dans ce projet, dédié à la valorisation de déchets dans les routes, l'ensemble des potentialités a été abordé allant du recyclage, réemploi à la réutilisation le cas échéant.

■ **Objet, objectifs et finalités du projet**

OFRIR avait en premier lieu pour objet de mettre à disposition des acteurs nationaux de la route une information classée, synthétisée et ayant reçu un certain niveau de validation, de façon à favoriser les démarches de recyclage et d'utilisation des matériaux alternatifs locaux (déchets et sous-produits), tout en signalant les différents obstacles, notamment d'ordre géotechnique et environnemental. Malgré le caractère local de la ressource et a fortiori du déchet, comme précisé ci-avant, aucune distinction de territoire n'a pourtant été envisagée a priori, ni en termes de gisements, ni en matière de localisation des travaux (zone urbaine ou interurbaine). Compte tenu de l'hétérogénéité perçue concernant les déchets, il a été considéré comme pertinent de prendre en compte, en les séparant, les différents produits, les usages comme les emplois répertoriés des déchets une fois élaborés en produits pour la route, étant considérés à un deuxième niveau de préoccupation. Ces deux points très importants ont notamment déterminé deux « entrées » en cascades dans l'organisation des connaissances : une entrée principale liée à la ressource et donc au produit et une entrée secondaire induite liée à la localisation sur le territoire. L'information visait à être transmise sous la forme de textes rédigés selon la déontologie en matière de recherche, notamment afin de préserver son caractère factuel.

Le projet OFRIR a débuté effectivement au printemps 2002, après une phase de préparation d'une année environ. Outre le LCPC et le réseau technique de l'Équipement, le BRGM (Bureau de recher-

che géologique et minière) et l'INERIS (Institut national de l'environnement industriel et des risques) prennent une part active au projet. Les financements rassemblent des ressources propres des organismes cités, ainsi que des subventions spécifiques du Meeddat/Drast, DGR, DPPR (ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durable/Direction des affaires scientifiques et techniques, Direction générale des Routes, Direction de la prévention, des pollutions et des risques), de l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et du Setra (Service d'études techniques des routes et autoroutes).

Le présent article présente un bilan après cinq ans de travail effectué par les partenaires sur ce projet. L'organisation adoptée dans le projet est d'abord précisée puis, la stratégie de mise en commun des connaissances et ses conséquences explicitées. Une synthèse des acquis est ensuite proposée, tant sur le contenu des connaissances capitalisées, que sur l'intérêt porté par le réseau d'acteurs « cibles » du projet qui a été constitué via le club d'échanges de données. Enfin, l'intérêt que le projet OFRIR suscite via le suivi des connexions au site internet constitué (<http://ofrir.lpc.fr>) [1] est également commenté.

ORGANISATION DU PROJET OFRIR

■ Les acteurs moteurs du projet OFRIR et les acteurs cibles

Dès le début du projet, il est apparu nécessaire de proposer des solutions adaptées aux multiples acteurs concernés par cette problématique du recyclage dans la route, le projet ayant comme « cible » principale la profession. D'autre part, compte tenu du mode de financement (public exclusivement), il ne s'agissait pas non plus d'un projet restreint à un créneau d'acteurs très limité (uniquement la profession) mais au contraire s'adressant au plus large public possible. En effet, le site dès le début avait vocation à être ouvert au grand public. De ce fait une antinomie s'est dégagée assez rapidement entre les besoins d'une profession travaillant dans un cadre très réglementé, normalisé et codifié et, d'autre part ceux d'un internaute curieux, peu au fait a priori des pratiques routières. Cette antinomie a conduit à proposer deux niveaux d'information :

- un niveau d'accès grand public ne comportant que du texte ;
- un niveau d'accès restreint aux professionnels de la route proposant outre du texte un panel de documents en ligne.

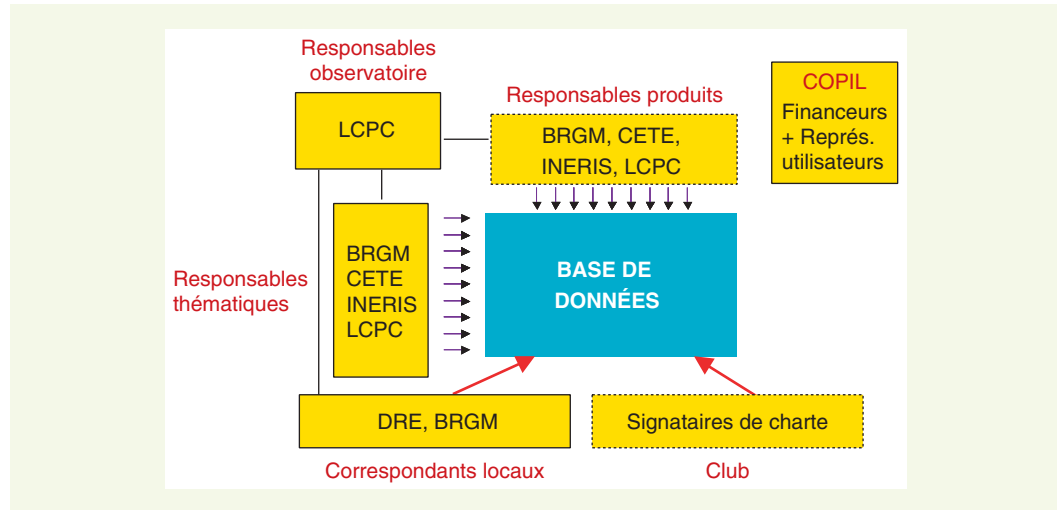
Ces principes de mise à disposition de l'information ont compliqué la rédaction des textes ainsi que ralentit le processus de mise à disposition des connaissances. Il a été convenu d'atteindre un niveau assez poussé de rédaction, pour les spécialistes auxquels on s'adressait. En contrepartie, pour faciliter la compréhension des non-spécialistes, les textes ont été accompagnés d'un lexique en ligne sous forme de « pop-up ».

De fait, en matière de contenu il s'agissait principalement de :

- fournir des éléments d'aide à la réflexion pour les maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage et entreprises en charge de construire ou d'entretenir les différents réseaux d'infrastructures routières ;
- fournir des informations aux rédacteurs de guides, de normes et de règlements, et aux instances de délivrances d'avis et de certification, dont celle qui découlera des travaux interministériels en cours sur l'acceptabilité des matériaux en techniques routières.

De ce préalable en matière d'organisation a résulté une construction spécifique des échanges entre les acteurs moteurs et cibles du projet. La **figure 1** illustre les équilibres retenus entre les différents organismes contributeurs et précise les catégories retenues pour les acteurs moteurs du projet, c'est-à-dire : les responsables de l'observatoire, les responsables produits (dénomination choisie dans le cadre du projet incluant les déchets et sous-produits utilisés comme matériaux alternatifs), les responsables thématiques et les correspondants locaux. En supplément des acteurs moteurs, une catégorie d'acteurs cibles particulière a été identifiée : celle des membres du club d'échanges de données, signataires de la charte, susceptibles au cours du projet de fournir des informations pour alimenter le site, en devenant membres du club d'échanges de données. Les rôles respectifs prévus et joués par chaque catégorie d'acteurs au cours du projet sont précisés ci-après.

figure 1
Les différents acteurs du projet et leurs interactions.



Dans la perspective de constitution d'un club d'échange de données regroupant a minima les professionnels impliqués dans les projets routiers, des catégories d'acteurs ont été définies : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprise de travaux publics, producteurs de matériaux de construction routière, constructeur de matériels de construction routière, industriel producteur de matériaux susceptibles d'être recyclés dans les infrastructures routières, laboratoire d'études et de recherche actif dans le domaine du recyclage et association loi de 1901 ayant par ses statuts une activité en rapport avec l'observatoire.

Ensuite, en matière de dynamique du réseau d'acteurs le projet visait à fédérer des compétences et des échanges entre acteurs moteurs et acteurs cibles afin de :

- constituer une plate-forme d'échanges de données entre laboratoires et spécialistes concernés ;
- servir de support à la recherche sur le développement durable.

■ Les principes de travail adoptés par les partenaires

La base de connaissances OFRIR a été élaborée pour permettre aux « cibles de ce projet » différents modes de navigation et de recherche d'informations estimés comme essentiels par les partenaires. Il s'agissait ainsi d'utiliser :

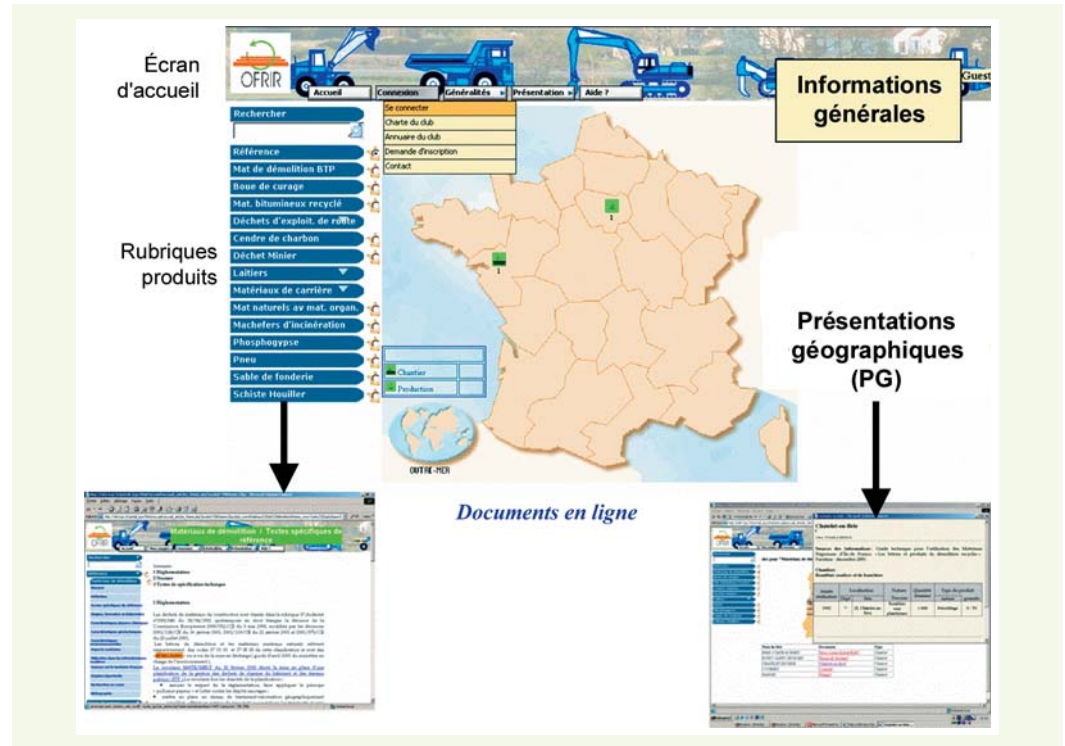
- une entrée générale, permettant de faire le point sur les différents textes et pratiques en vigueur dans le domaine ;
- une entrée par produit, conduisant à atteindre un niveau de détails très important en matière de connaissances et d'expérience sur les matériaux concernés ;
- une entrée par localisation géographique (territoire), reliée à l'entrée précédente par produit mais ne concernant que les gisements répertoriés ainsi que des exemples de chantiers réalisés ;
- une entrée par mot clé, proposant une liste d'emplacements sur le site et donnant accès immédiatement aux indications recherchées.

Pour atteindre ces objectifs de navigation tout en s'inscrivant dans une logique scientifique et technique, l'essentiel de l'effort a donc d'abord porté sur la synthèse des connaissances par produit. Par la suite, la présentation géographique des données a été mise en place et, enfin, l'ensemble a été encadré par des généralités dans les différents domaines abordés dans le site. La partie « moteur de recherche » reste une « sortie » de l'outil logiciel constitué et à ce titre un service offert aux internautes. Des exemples d'écrans (figure 2) illustrent ces fonctionnalités.

Au début du projet, les partenaires souhaitaient réaliser un état de l'art pour une quinzaine de produits au moins susceptibles d'être utilisés dans les infrastructures routières et constituant autant de rubriques à mettre en ligne. Pour chaque produit, un état des connaissances devait être élaboré à partir de données regroupées autour de paragraphes standards relatifs :

- à la définition du produit, ce qui permet notamment d'en identifier les provenances par rapport à différents secteurs industriels allant d'industries rattachées aux travaux publics (TP) ou connexes

figure 2
Exemples d'écrans montrant la structure du site OFRIR à 5 ans.



jusqu'à des industries sans rapport avec les TP telles que la sidérurgie ; en effet, pour le partage d'un même référentiel la notion de définition est essentielle ;

- aux textes spécifiques de référence qui s'y rapportent, parmi lesquels sont considérés les lois, circulaires, normes, guides techniques ; selon les déchets et produits, la disparité entre ces documents s'avère très grande. Notamment en matière d'environnement, très peu de textes fournissent des valeurs « seuils » relatives à la lixiviation, ce qui fait que la circulaire MIOM du 9 mai 1994 du MATE est souvent citée en dehors de son cadre d'application ;

- à son origine, sa formation et aux étapes d'élaboration nécessaires pour que cette ressource secondaire soit utilisable en travaux publics, en général la description des étapes d'élaboration ne pose pas de problème particulier ;

- aux caractéristiques physico-chimiques des constituants incluant la détermination de la composition élémentaire et la composition minéralogique. Ces renseignements permettent d'identifier les éléments dont le relargage ou l'aptitude au gonflement sont à surveiller. Les données de composition chimique et minéralogiques sont en général disponibles ;

- aux caractéristiques environnementales étudiées par des essais de laboratoire de type percolation ou lixiviation, ainsi que celles étudiées grâce au suivi d'ouvrages en vraie grandeur. Si les données de lixiviation sont souvent disponibles via l'essai NF X 31-210 [4], les suivis d'ouvrages ont été peu cités de par les données collectées ;

- aux caractéristiques géotechniques, qui comprennent les principales propriétés de la ressource classiquement déterminées selon le type d'usage envisagé (granulats, sols ou liants routiers) ;

- aux aspects sanitaires, qui donnent des éléments concernant les risques, par exemple ceux liés à l'amiante ou au goudron, les calculs de risques sanitaires sont très peu réalisés sur ces sujets ;

- à l'utilisation dans les infrastructures routières, qui explicite les emplois recensés en précisant le cas échéant les conditions particulières de mise en œuvre adoptées [5-7] ;

- aux sources sur le territoire français, qui donnent un aperçu sur le caractère localisé ou diffus de la ressource. Celle-ci provient soit de sites de stockage identifiés, soit de travaux de déconstruction ou d'entretien routier ;

- aux chantiers répertoriés dans le cadre de chantiers expérimentaux ou d'ouvrages courants. On peut ainsi distinguer des pratiques déjà anciennes et bien connues, d'autres plus anecdotiques ou récentes ;

– aux recherches en cours. Celles-ci constituent un réservoir de données en cours d'acquisition, notamment pour les questions encore en suspens et constituant un frein majeur de type environnemental ou géotechnique à la valorisation des produits ciblés.

La longueur souhaitée pour chaque état de l'art s'apparente, au vu des textes rédigés, à celle d'une publication, c'est-à-dire dix à vingt pages comportant des tableaux, des figures et des références étayant le propos.

Outre un état de l'art rédigé pour chaque produit, la présentation des données et des connaissances disponibles a été également fondée sur une présentation géographique localisée, dissociant les gisements des ouvrages. Pour réaliser cette présentation géographique, une distinction a été faite, grâce à deux types de pictogrammes différents, entre des données relatives à des sites de production ou à des sites de chantiers. En principe, la ressource en granulats, même classiques, se transporte sur de faibles distances pour des raisons économiques. De ce fait, la ressource en déchets recyclés quels qu'ils soient tendrait à être transportée sur des distances encore plus faibles. Il paraissait donc logique et utile de préciser le lieu exact des gisements ainsi que la quantité disponible. Pour des raisons pratiques, le repérage du gisement a été effectué au moyen de l'emplacement de la commune auquel il est rattaché. Dans le cas d'un emploi répertorié, la logique de repérage est la même. La logique initiale d'identification des ressources et de repérage géographique des données n'a pas été remise en question au cours de ces cinq années de fonctionnement.

■ Organisation du projet – échanges entre les acteurs

› Responsables de l'observatoire

L'équipe responsable de l'observatoire avait pour vocation à la fois de contribuer à la rédaction/relecture de l'ensemble des documents, de préparer le cahier des charges de l'outil informatique et de lancer l'appel d'offres, puis de s'assurer de la mise en place de l'outil et enfin d'assurer l'implémentation de la base de données. Pluridisciplinaire, cette équipe comporte :

- les coordinateurs de l'observatoire assurant l'animation de l'équipe des responsables et des trois réseaux d'acteurs, en relation avec le comité de pilotage, prennent également les décisions de mise en ligne des informations de l'observatoire ;
- le gestionnaire de l'observatoire mettant les données en ligne, assure la maintenance de l'observatoire, la sollicitation des acteurs et l'interface acteurs/utilisateurs et l'exploitation du suivi des connexions ;
- les responsables informatiques assurant la conception informatique du système, ainsi que les relations avec la société de service en charge de la programmation et de la mise en place de l'outil. Par la suite, ils ont géré la mise en ligne de l'outil et le suivi des connexions, en mettant en place les procédures statistiques nécessaires.

L'ensemble des fonctions ci-dessus de cette équipe a été assuré conformément aux modalités prévues.

› Responsables Produits

En phase de montage (avant première mise en ligne des rubriques), et pour le produit dont il a la charge, le responsable « Produits » rédige la rubrique correspondante et propose une sélection de documents à mettre en ligne en prenant en compte l'ensemble des informations disponibles selon un plan-type. Les documents lui sont communiqués par les coordinateurs ou gestionnaires de l'observatoire sous la forme d'un fichier informatique ou de documents ; de sorte que la source d'information puisse être répertoriée de par ses titre, auteur, résumé et mots-clés. En phase de fonctionnement de l'observatoire, il assure une veille technologique pour son produit et propose périodiquement des mises à jour de la rubrique et des documents qui lui sont attachés. Par ailleurs, le responsable « Produits » s'attache à délivrer une information pluridisciplinaire et peut faire appel en tant que de besoin aux responsables « Thématiques », en particulier pour les aspects éloignés de sa spécialité d'origine. Il sollicite également pour renseigner la partie géographique attachée

au produit, les correspondants locaux pour obtenir des informations de nature locale sur les sources et les utilisations recensées de son produit dans les infrastructures routières. Les responsables « Produits » travaillent indépendamment les uns des autres.

Le pilotage de la construction du site telle que prévue dans ce projet, conduisant en tout premier lieu à la rédaction des rubriques « Produits » en s'appuyant sur une logique « produits », s'est avéré pertinent. En effet la totalité des états de l'art concernant les rubriques a pu être réalisé et rédigé comme prévu et ce, malgré des disparités d'informations entre les produits. Ceci étant, la caractéristique principale qui résulte de l'organisation adoptée mène au fait qu'il s'agit d'un projet centré sur les matériaux et peut être plus tourné vers des « cibles » de type fournisseurs de matériaux ou entreprises. Ce point particulier est à mettre en perspective avec la composition des membres du club d'échanges de données qui a posteriori n'indique pas de tendance exacerbée de ce type observable au cours de la durée du projet.

› Responsables Thématiques

Pour les phases de montage et de fonctionnement, les responsables « Thématiques », respectivement experts dans différents domaines de la mécanique ou de l'environnement comme l'indiquent les intitulés des colonnes du **tableau 1**, avaient pour fonction :

- de participer à la rédaction de la rubrique « Produits » de référence (sur les granulats routiers classiques), pour ce qui concerne leur spécialité ;
- d'apporter une assistance aux responsables « Produits », toujours pour les aspects relatifs à leur thématique ;
- de valider les rubriques « Produits » ;
- de sélectionner et, lorsqu'ils le jugeront nécessaire, de commenter les documents mis en ligne, le but des commentaires étant de nuancer une information considérée potentiellement intéressante pour les utilisateurs, mais incomplète ou partiellement biaisée.

Le **tableau 1** récapitule également le croisement de compétences entre responsables produits et thématiques en précisant à chaque ligne le titre des paragraphes standard définis pour la totalité des rubriques ainsi qu'en ligne les domaines d'expertise des différents responsables thématiques. La constitution de ce réseau croisé d'experts a permis d'aboutir aux états de l'art des rubriques « Produits » envisagés au début du projet suite à des ajouts parfois substantiels. Néanmoins, contrairement au mode d'expertise prévu et précisé dans le **tableau 1**, les responsables thématiques ont effectivement révisé la totalité des rubriques. Ce travail de relecture scientifique et technique a conduit à un nombre très important de modifications du texte des rubriques produit, avant d'aboutir à la mise à disposition des internautes d'une version consensuelle.

Le **tableau 2** indique les organismes et des acteurs porteurs des fonctions responsabilités de l'observatoire, responsabilités produits et thématiques.

tableau 1
Principes d'expertises
retenus pour l'ensemble
des rubriques « Produits ».

Spécialistes Paragraphes	Géo- technique	Environ- nement	Terras- sement	Chaus- sées	Ouvrages	Aspects sanitaires	Traitement déchets
Définition	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Textes	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Origine...	OUI		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Physicochimie		OUI				OUI	OUI
Environnement		OUI			OUI	OUI	OUI
Géotechnique	OUI		OUI		OUI		
Sanitaire		OUI				OUI	OUI
Utilisation			OUI	OUI	OUI		
Sources	OUI		OUI	OUI			OUI
Emplois			OUI	OUI	OUI		
Références	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

tableau 2

Responsabilités
concernant l'observatoire,
les produits et thématiques
étudiés.

Responsables de l'observatoire : fonctions

Coordinateur de l'observatoire	François de Larrard et Agnès Jullien (LCPC)
Gestionnaire de l'observatoire	Laurence Lumière (LCPC)
Responsable informatique	Michel Bercovici (LCLC)

Responsables Produits : rôles des rédacteurs

Produit en ligne	Responsable produit	Autres rédacteurs
Référence (sols et granulats routiers classiques)	Vincent Lédée (ex-LCPC)	Agnès Jullien et Anne Ventura (LCPC)
Boues de curage	Véronique Ruban (LCPC)	
Cendres volantes	Patrice Garnier (ex-LRPC Lille)	
Déchets d'équipement de la route	Stéphanie Fouillet (ex-LRPC Rouen)	Véronique Ruban, Agnès Jullien (LCPC)
Déchets miniers (hors schistes houillers)	Francis Cottard (BRGM)	Patrice Piantone (BRGM), Jean-Claude Auriol (LCPC)
Laitiers de haut-fourneaux	Daniel Rengeard (ex-LRPC Nancy)	Chantal Godmel (LRPC Nancy), Jean-Claude Auriol, Agnès Jullien (LCPC)
Laitiers d'aciérie	Daniel Rengeard (ex-LRPC Nancy)	Chantal Godmel (LRPC Nancy), Jean-Claude Auriol, Agnès Jullien (LCPC), Anne Ventura (LCPC)
Laitiers non ferreux	Nelly Vulcano-Greullet (LRPC Autun)	Chantal Godmel (LRPC Nancy)
Matériaux bitumineux recyclés	Pierre Monéron (LCPC)	
Matériaux de carrière/sous-produits de carrières	Yasmina Boussafir (LRPC Blois)	Vincent Lédée, Agnès Jullien (LCPC)
Matériaux de démolition du bâtiment	Michel Kergoët (LREP Melun)	Marie-Thérèse Goux (ex-LREP Melun)
Matériaux naturels avec ou sans matières organiques	Gérald Foulon (LRPC Angers)	Valéry Ferber (LCPC)
Mâchefers d'incinération d'ordures ménagères	Denis François (LCPC)	Patrice Piantone (BRGM)
Phosphogypses, titanogypses et apparentés	Guillaume Gay (Inéris)	Jérémy Domas (Inéris)
Pneus	Matoren Khay (LRPC Rouen)	
Sables de fonderie	Philippe Touzé (LCPC)	
Schistes houillers	Gabriel Debrandère (ex-LRPC Lille)	Patrice Garnier (ex-LRPC Lille), Anne Ventura (LCPC)

Responsables Thématiques : domaines d'expertise

Matériaux/Géotechnique	Vincent Lédée (LCPC)
Matériaux/Environnement	Jérémy Domas (Inéris)
Terrassement	Jean-Claude Auriol (LCPC)
Chaussées	Yves Brosseaud (LCPC)
Ouvrages/Environnement	Michel Legret (LCPC)
Hygiène et sécurité	Benoît Schnuriger (Inéris)
Traitement des déchets	Patrice Piantone (BRGM)

› Correspondants locaux

En phase de montage et de fonctionnement, les correspondants locaux ont été sollicités afin de :
– rechercher la documentation disponible localement et communicable à l'observatoire (en terme de propriété intellectuelle), puis la transmettre au gestionnaire ;

- contacter les instances régionales impliquées dans le montage d’observatoires ou la rédaction de guides régionaux, de façon à faire bénéficier des informations locales au plan national, en proposant en contrepartie aux structures régionales de rejoindre le club d’échanges d’OFRIR ;
- répondre aux sollicitations éventuelles des producteurs souhaitant communiquer à l’observatoire des informations sur leur produit ;
- répondre aux sollicitations éventuelles des responsables « Produits » ou des responsables « Thématiques » cherchant des informations de nature locale, que ce soit sur les sources ou sur les ouvrages.

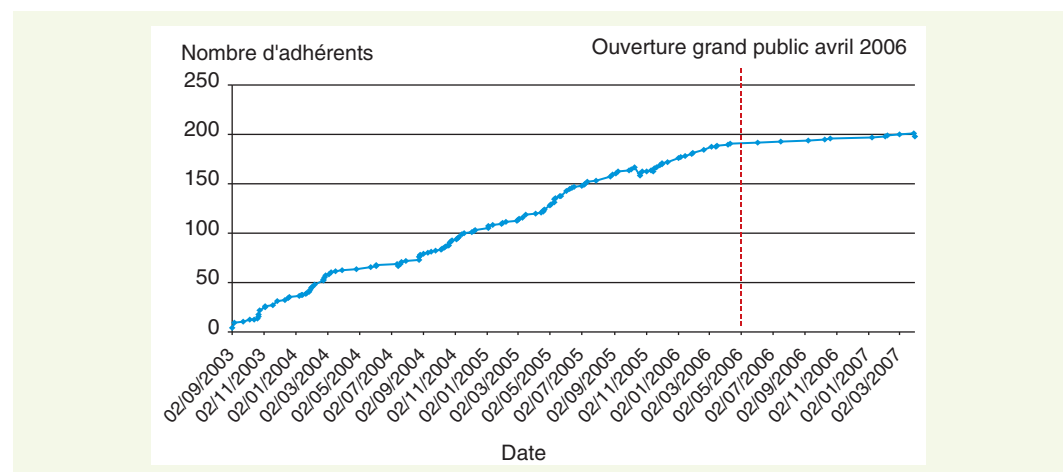
Le réseau de correspondant locaux s’est appuyé sur : le BRGM (services régionaux), soit les régions Pays-de-la-Loire, Auvergne, Languedoc-Roussillon et Nord Pas-de-Calais ; les cellules BTP des DRE, soit les DRE Languedoc-Roussillon, Limousin, Poitou-Charentes, Pays-de-la-Loire, Picardie et Midi-Pyrénées ; et sur le LRPC de Nancy. Un grand nombre de documents a été transmis grâce à ce système de collecte.

› Club d’échanges

Le principe du club d’échanges de données consistait également, dès le début de projet, à favoriser la collecte de données d’origines non publiques pour compléter les états de l’art et les présentations géographiques associées aux produits (sites de production des produits et sites de chantiers). Les adhérents du club d’échanges étaient ainsi, au titre de cet échange, à-même de profiter d’un accès gratuit à la présentation géographique et aux documents mis en ligne. En contrepartie, ils s’engageaient à communiquer des informations à l’observatoire, en s’adressant soit au correspondant local de leur région, soit au gestionnaire de l’observatoire. En particulier, ils se devaient de répondre aux questions des acteurs de l’observatoire sur tout point en rapport avec le recyclage, non couvert par une clause de secret industriel. Une charte du club d’échanges a été rédigée et proposée à la signature des nouveaux adhérents.

Compte tenu du volume d’informations obtenues ne serait-ce qu’au sein du réseau des partenaires, cette possibilité de solliciter les membres du club n’a que très peu été utilisée jusqu’ici. Par contre un club a bien été constitué au cours du temps (**figure 3**) : il comprend environ 200 membres.

figure 3
Évolution dans le temps
du nombre d’inscrits
au club.



› Comité de pilotage

Le projet comportant la palette complète des acteurs cibles dans le domaine routier, il a paru essentiel d’associer certains de ces acteurs influents au déroulement du projet afin qu’ils puissent exprimer un avis sur les états de l’art et sur la vie du site. Cependant, entre le groupe « profession » pouvant réagir à partir d’éléments subjectifs, et le groupe « projet » exempt d’une logique commerciale, une parfaite indépendance a dû être assurée. Un comité de pilotage a été mis en place et présidé par les représentants des deux directions (DGR et DPPR), son animation étant assurée par le LCPC, il comprend :

- les coordinateurs de l'observatoire et un représentant de chaque organisme signataire de l'accord de partenariat et/ou de la convention de financement Ademe et co-rédacteurs de ce bilan à 5 ans du projet OFRIR ;
- deux représentants de la FNTF¹ et de l'UNPG²
- un représentant de l'association des ingénieurs territoriaux de France ;
- un représentant du club d'échanges des routes départementales ainsi qu'un représentant des autres maîtres d'ouvrages ;
- et enfin un représentant des laboratoires universitaires.

Ainsi les catégories d'acteurs cibles étaient représentées. Les différents membres du comité de pilotage ont, ensemble, eu pour rôle de valider la phase de montage de l'observatoire, et notamment une relecture critique des documents en version finale, juste avant leur mise en ligne. Ensuite il s'agissait également qu'ils évaluent son fonctionnement, notamment en terme de pertinence par rapport aux besoins identifiés et enfin, qu'ils formulent des recommandations auprès des acteurs moteurs. Certains écrits ont fait l'objet de longues discussions. De plus, l'information grand public a été mise à disposition d'abord sous forme de résumés, le temps d'apaiser les inquiétudes.

■ Conception du site

L'ensemble des processus d'échanges entre les différents acteurs du site décrits ci-dessus est intégré à l'outil internet développé pour faciliter l'implémentation des documents en phase de fonctionnement. Ainsi l'outil comprend un itinéraire d'approbation des documents. Ce cycle d'approbation, linéarisé en phase de fonctionnement (**figure 4**), et qui consiste à faire relire et valider à chaque étape le document considéré par les différents acteurs, s'est révélé beaucoup plus complexe en phase de montage. En effet, selon les produits, la rédaction initiale a nécessité des allers-retours entre responsables produits, thématiques et coordinateurs de l'observatoire pour homogénéiser les contributions. Le **tableau 2** montre la diversité des contributions pour chaque rubrique produit.

ETAPES DE MISE EN PLACE ET DE FONCTIONNEMENT DE LA BASE

■ Les étapes de mise à disposition des connaissances

Les connaissances ont été mises à disposition de manière continue depuis l'ouverture ; toutefois deux grandes périodes sont à noter en phase de fonctionnement du site :

- celle qui dure depuis l'ouverture au public avec mise en ligne d'une information minimale sous forme de résumés en ce qui concerne les produits ;
- celle qui court depuis la mise à disposition de l'ensemble des textes de rubriques produit à tout internaute.

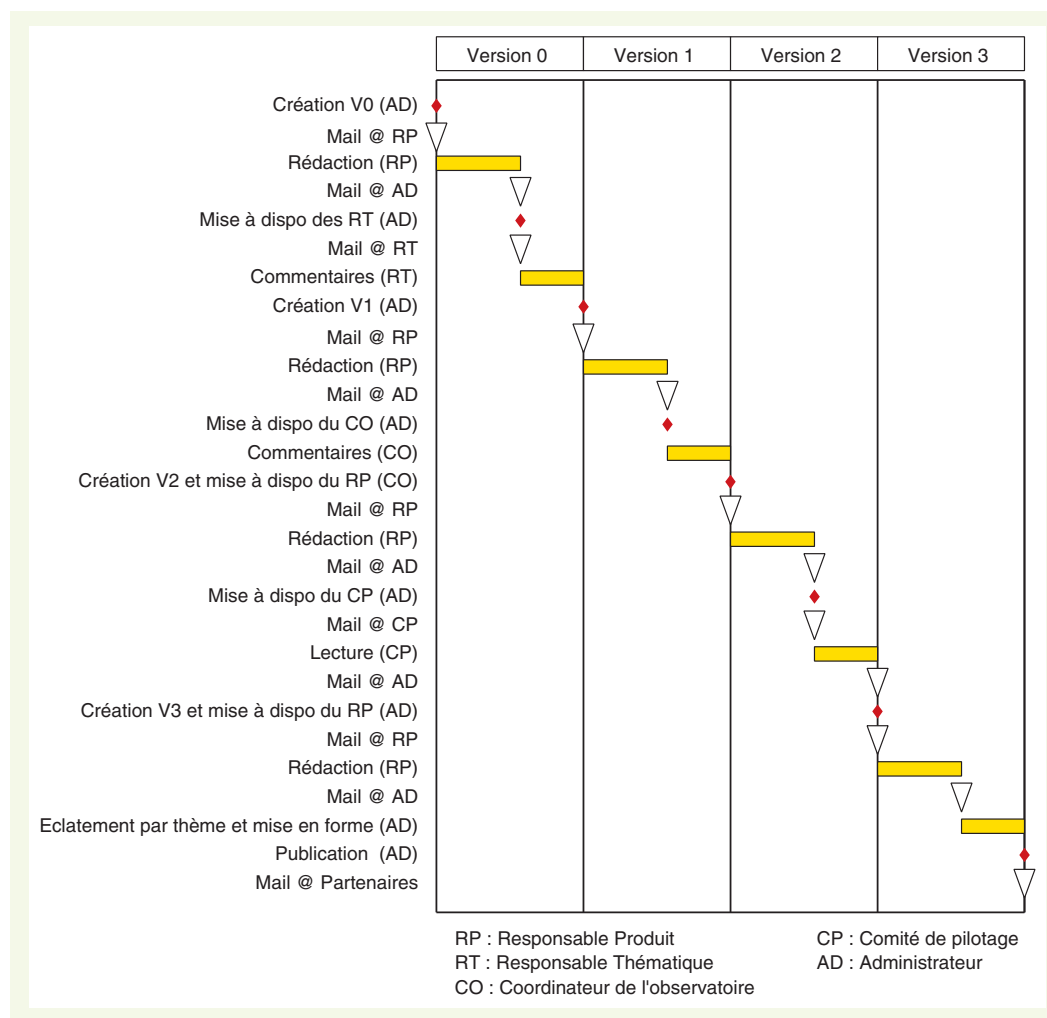
Plus précisément, le site OFRIR [1] a été ouvert le 4 août 2003 au public dans sa version d'origine, à savoir : l'ensemble des généralités, le texte complet de la rubrique appelée « référence » car traitant en détails du cas des granulats classiques et un résumé du contenu de l'ensemble des autres rubriques disponibles en totalité. Quant à la partie privée du site, proposant l'ensemble des autres rubriques disponibles ainsi que des documents en ligne, et réservée au club d'échanges des données, elle a été ouverte le 1^{er} septembre 2003.

Les données disponibles pour les membres du club d'échanges à la fin de l'année 2006 se résument de la manière suivante : i) 17 rubriques produits renseignées en totalité, ii) 98 documents cliquables au format pdf dont 43 articles et 55 textes réglementaires, iii) 289 mots de lexique, iv) 104 sites de productions de ressources secondaires et enfin v) 71 chantiers répertoriés.

¹ Fédération nationale des travaux publics

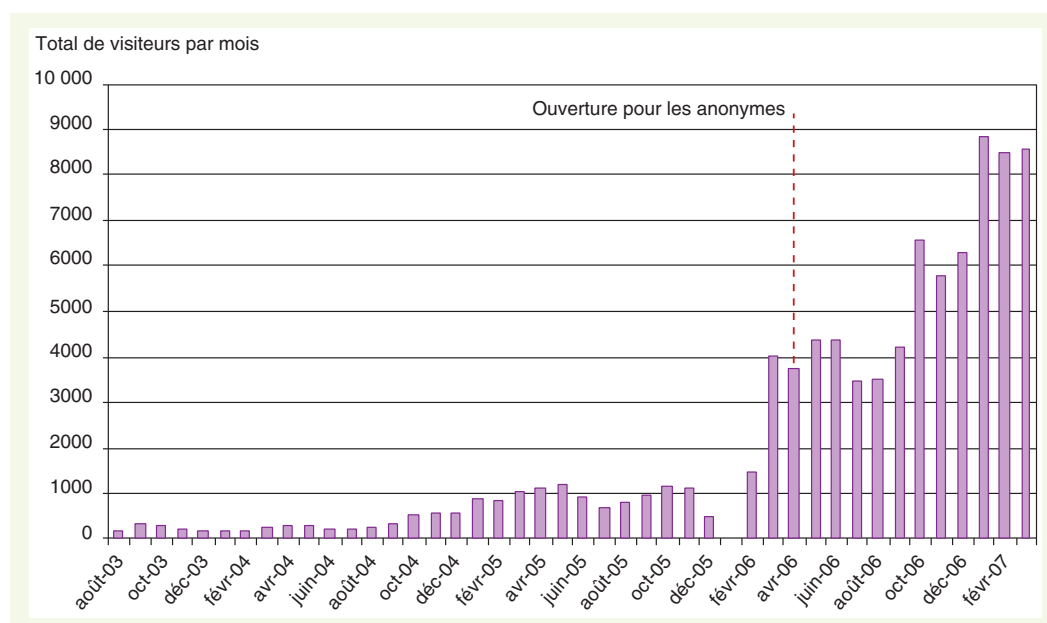
² Union nationale des producteurs de granulats

figure 4
Cycle d'approbation
des documents circulant
auprès des acteurs
moteurs.



Le **tableau 2** liste également l'ensemble des rubriques mises à disposition des internautes. Quant à la **figure 5**, elle retrace l'historique des visites depuis l'ouverture ; elle illustre ainsi la forte augmentation du nombre de visiteurs depuis la mise à disposition pour tout internaute (débutée dès février 2006) de l'ensemble du texte des rubriques produits en lieu et place des seuls résumés de ces rubriques.

figure 5
Évolution du nombre total
de visiteurs (<http://ofrir.lcpc.fr>), depuis l'ouverture.



■ Bilan des connaissances sur les produits

L'identification de la filière génératrice du déchet a, avant qu'il ne soit élaboré en produit utilisable en technique routière, d'abord été effectuée pour chaque produit. En relation avec une activité industrielle et commerciale cette sorte de « définition » a permis de préciser pour l'ensemble des produits considérés le domaine d'étude auquel le propos s'applique. Ceci étant, on précise ci-après les caractéristiques générales qui se dégagent du travail effectué et pour l'ensemble des produits, en relation avec les paragraphes standards définis.

› Textes spécifiques de référence relatifs au déchet et au produit

Seuls les déchets non dangereux sont recyclables en technique routière, ce qui exclut les déchets issus de la démolition des routes ou des bâtiments qui contiennent du goudron ou de l'amiante ; ces derniers, classés déchets dangereux selon la codification en vigueur en France, ne sont pas recyclés. Certains déchets, tels les sables de fonderie, les cendres volantes ou les MIOM, font l'objet de normes et de circulaires ou arrêtés spécifiques, qui précisent les conditions d'emploi le cas échéant. Soulignons cependant qu'une circulaire n'est pas opposable aux tiers.

Des normes européennes ont remplacé d'anciennes normes françaises [8]. Dans ce contexte, l'évolution la plus importante concerne les normes granulats ; la XP P 18-540 « Granulats » [9], texte unifié, a disparu en juin 2004 et a été remplacé par une série de nouvelles normes dont une synthèse est présentée dans le document XP P 18-545. Dans le cas des laitiers, une palette de normes est en préparation ; les conditions de caractérisation de l'aptitude au gonflement y sont d'ailleurs définies pour les catégories qui sont sujettes à ce phénomène. Outre la caractérisation des granulats, un éventail de normes existe depuis longtemps pour les usages de type liants hydrauliques ; les cendres volantes de charbon entrent notamment dans un cadre normatif mécanique très encadré.

Concernant les essais environnementaux, la norme de lixiviation pour la caractérisation du potentiel polluant de déchets, référencée XP X 31-210, annulée le 20/12/2002 [4] et très utilisée, a été remplacée par la norme européenne NF EN 12457 [10] (indice de classement X 30-402, partie 2). Il convient de noter que le ministère de l'Ecologie et du Développement durable recommande toujours l'utilisation de la norme X 31-210 [4] pour l'application de la circulaire « mâchefers » du 9 mai 1994.

Différents *guides régionaux* existent pour les matériaux naturels, les MIOM, les déchets du BTP voire d'autres déchets ou sous-produits. Pour les premiers d'entre eux, on précise l'existence pour les matériaux naturels de guides techniques pour l'utilisation des matériaux régionaux. Dans la plupart des cas, ces guides contiennent très peu d'informations sur les données environnementales sauf pour les MIOM, dont l'utilisation est encadrée par une circulaire du 9 mai 1994.

Enfin, en termes d'emploi et donc de mise en place dans différentes couches de chaussées et de terrassements routiers, des *textes de spécification* sont disponibles. Ainsi, le guide du terrassement routier datant de 1992, qui a fait d'ailleurs l'objet d'une deuxième édition récemment [11], définit des classes d'emploi, notamment la classe F pour les déchets et sous-produits, selon les propriétés du produit.

› Origine, formation et élaboration des produits

Les produits recyclés répertoriés se répartissent selon les trois grandes familles suivantes : matériaux naturels à faibles caractéristiques mécaniques, matériaux issus de la déconstruction/démolition des routes et du BTP et enfin déchets d'origine industrielle (incinération d'ordures ménagères, métallurgie, production d'énergie, chimie, automobile).

Du fait de leur provenance, les matériaux naturels à faibles caractéristiques sont dotés en général d'une granulométrie fine, tandis que dans les catégories issues des secteurs TP/BTP et autres industries, une étape de transformation est réalisée la plupart du temps. Selon les cas, on effectue une réduction du produit de l'état monolithique à l'état de fragments ou de grains. Si nécessaire une phase de déferrailage précède la transformation en granulats via une installation de concassage et de criblage. Selon les cas, une phase de « maturation » en présence d'eau est prévue.

La principale particularité des déchets concerne leur hétérogénéité spatiale ainsi que l'évolution temporelle de la composition à la source. C'est le cas, par exemple, du contenu des ordures ménagères, qui a varié ces 20 dernières années, entraînant une variation de la composition des MIOM réutilisables. De plus, un ensemble assez conséquent d'éléments chimiques est concerné, y compris des éléments radioactifs, qu'on trouve ainsi dans le phosphogypse selon sa provenance. Néanmoins, les phases qu'on retrouve majoritairement sont des phases siliceuses, calciques, alumineuses, avec une présence d'autres métaux et de nombreux éléments à l'état de traces.

Le détail des phases identifiées dans les différents produits est en général disponible, contrairement aux données environnementales, qui sont manquantes la plupart du temps. Dans l'ensemble, la densité des produits, toutes catégories confondues varie entre 2,5 et 3, sauf exceptions parmi lesquelles on peut citer les laitiers LD. Du fait de leur composition chimique, une partie des produits recensés dans le cadre de l'observatoire n'est pas inerte ; ils sont donc susceptibles de réagir chimiquement en présence d'eau ou de l'air et au contact d'autres matériaux. Enfin, le problème de l'hétérogénéité des déchets conduit inéluctablement à prévoir pour les caractérisations celui de l'homogénéité des stocks et de la méthode d'échantillonnage à utiliser selon les essais visés.

› **Caractéristiques géotechniques des produits**

Les produits disponibles sont généralement granulaires, sauf les pneus (bien que ceux-ci puissent également être valorisés sous forme de granulats) et les déchets d'équipements de la route. De plus, leur finesse d'origine est très dépendante de leur formation. Rarement propres, ils peuvent faire l'objet d'un lavage (c'est le cas des boues de curage). Pour être utilisables, ils ne doivent pas être trop riches en fines susceptibles de fixer de l'eau ou de contrecarrer l'action des liants. La dureté des grains de ces produits est souvent inférieure à celle des matériaux routiers classiques. Cette constatation s'applique en particulier aux matériaux naturels hors spécifications et aux MIOM. Une porosité intragranulaire est également parfois constatée (laitiers, bétons de démolition), qui contribue à affaiblir leurs caractéristiques mécaniques et à augmenter la demande en liants.

› **Caractéristiques environnementales des produits**

La littérature sur ce point révèle qu'on s'intéresse principalement à la propension des produits à libérer différentes substances chimiques indésirables en présence d'eau, même si des pollutions peuvent se produire par le vecteur air (sous forme de poussières notamment). Lors de la percolation de l'eau au travers d'une couche, le pH peut s'écarter de 7 de manière significative ; c'est le cas par exemple des cendres volantes, qui rendent le pH basique. Mais que le pH soit acide ou basique, il influe sur le relargage d'espèces chimiques contenues dans le produit, et sur le transfert de polluants à long terme (plusieurs années) qui peut s'effectuer alors vers l'eau ou le sol. On note que les essais de lixiviation sont pratiqués en priorité du fait de leur simplicité de réalisation ; le produit est alors caractérisé à l'état broyé. Peu de travaux font état du suivi environnemental d'ouvrages instrumentés depuis les vingt dernières années au cours desquelles certains produits ont été utilisés. En particulier, aucune méthodologie globale de prévision des flux de polluants à l'échelle des ouvrages, selon le scénario d'utilisation du produit dans la route, n'est actuellement disponible. La simple caractérisation du matériau broyé ne permet pas de réaliser une telle approche.

› **Aspects sanitaires en relation avec les produits**

Dans le cas où des ultra-fines sont susceptibles d'envol, des précautions peuvent être prises sur le site d'élaboration (relevant souvent de la législation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement), qui visent en général à limiter les transferts de poussières pendant les phases de broyage/criblage. Lors de l'incorporation de matériaux recyclés dans des enrobés bitumineux fabriqués à chaud en centrale, des gaz sont émis, sur lesquels peu de mesures sont disponibles. D'une manière générale, on trouve très peu de données épidémiologiques interprétables relatives à l'utilisation de matériaux neufs ou recyclés en génie civil. Seuls les cas du goudron et de l'amiante qui posent des problèmes de santé avérés sont un peu plus renseignés.

› Utilisations recensées dans les infrastructures routières des produits

Les produits étudiés dans le cadre d'OFIR sont majoritairement utilisés en terrassement, tant dans des plates-formes (sous les chaussées) que pour réaliser des remblais. De manière plus limitée, on trouve des utilisations en assises de chaussées. Quant aux couches de roulement, elles contiennent très peu de produits recyclés ; seuls ceux dont la dureté est adéquate peuvent convenir, comme certains laitiers d'aciérie ou fraisats d'enrobés.

Suivant les produits, on peut ou non appliquer les méthodes officielles de dimensionnement. Concernant les produits issus de la déconstruction/démolition de la route dont l'histoire et le comportement routier est bien connu, la démarche à conduire est plus facile à entreprendre que pour les produits issus d'autres industries, dont le comportement dans les ouvrages est mal connu. Les cendres volantes de charbon et les laitiers de hauts-fourneaux, connus et utilisés dans la route depuis plusieurs décennies, font exception à cette règle sur le plan géotechnique.

■ Connaissances sur la localisation des gisements et des chantiers répertoriés

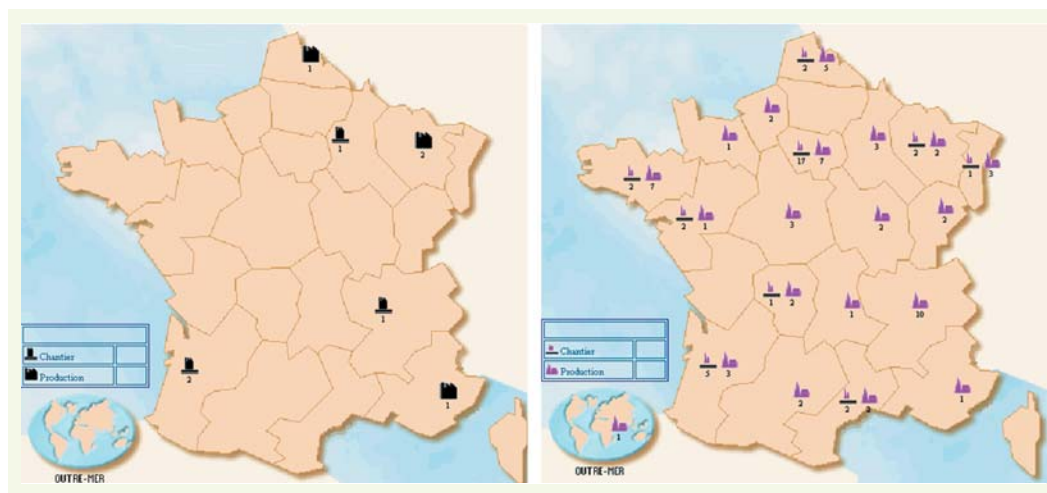
› Sources sur le territoire français

Concernant les sources, elles sont soit :

- *localisées* dans une ou plusieurs régions du fait de l'existence d'un gisement particulier, ce qui est le cas pour les carrières et les sous-produits industriels ;
- *réparties* de par le type d'industries mis en jeu. Ceci s'observe pour les MIOM et les matériaux de démolition gérés dans le cadre de la gestion des plans départementaux des déchets du BTP sur le territoire français ;
- *diffuses* et très difficilement localisables géographiquement, la source du produit étant elle-même présente sur la quasi-totalité du territoire. C'est le cas des boues de curage et des déchets d'exploitation de la route (équipements et balayage).

Un exemple de disparité des gisements est proposé en [figure 6](#) pour les laitiers de haut-fourneau (a) et pour les MIOM (b).

figure 6
Exemples de présentation géographique des ressources.
a) Laitiers de hauts fourneaux b) MIOM



› Chantiers répertoriés sur le territoire français

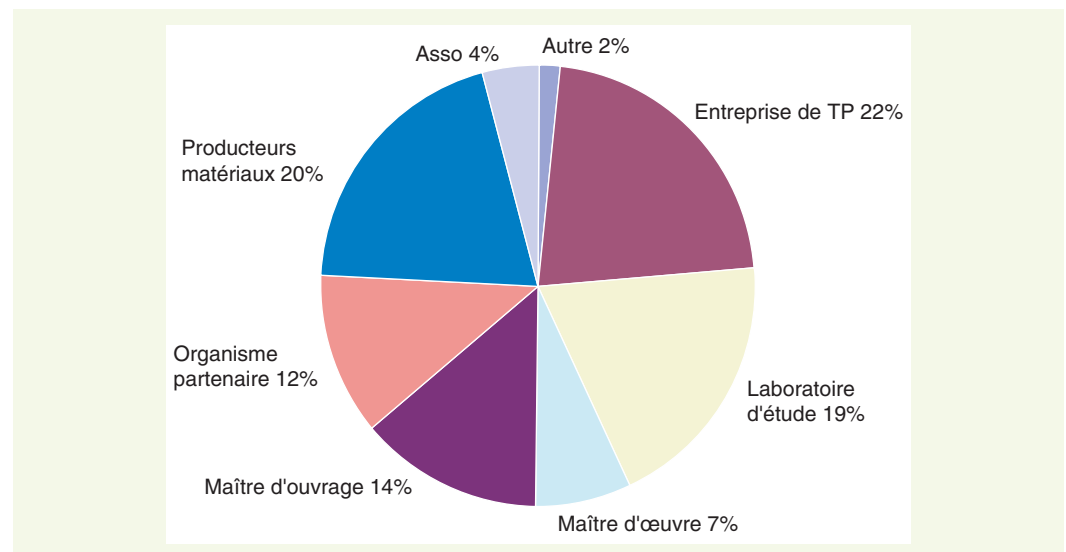
Concernant les chantiers répertoriés sur le territoire, l'absence d'obligation de traçabilité dans les structures de chaussées et de terrassements limite fortement le nombre de dossiers de suivi accessibles, même si la mémoire collective comptabilise un grand nombre d'applications dans les régions à forte tradition de recyclage, telles que le nord de la France. Certains documents et suivis sont

effectivement répertoriés, mais ne sont pas publics car couverts par la charte de l'innovation de la Direction des Routes, destinée à favoriser l'innovation technologique, tout en en assurant la protection industrielle. Il est vraisemblable qu'il existe de nombreux exemples de chantiers réalisés pour des collectivités locales, mais dont les conditions de réalisation sont inconnues car lesdits chantiers sont difficiles d'accès. Enfin, pour la collecte d'une grande quantité de données, des espoirs de contribuer à la connaissance collective sont à présent fondés sur le club d'échanges.

■ Vie du site, nouveaux membres et implémentation de nouvelles données

L'évolution du nombre d'adhérents au club d'échanges de données au cours du temps depuis l'ouverture initiale au site est retracée en [figure 3](#). Cette courbe présente une pente quasi constante jusqu'à l'ouverture au grand public de la totalité des rubriques, ainsi qu'un infléchissement net depuis. Concernant le profil des acteurs intéressés par l'échange de données, la distribution par catégories de membres de club inscrit est proposée en [figure 7](#) à 3 ans de fonctionnement du site. La distribution des catégories d'acteurs s'équilibre entre : les producteurs de matériaux, les entreprises de TP et les laboratoires d'étude qui constituent environ 20 % des membres. Ensuite les maîtres d'ouvrages s'inscrivent à 14 % et les maîtres d'œuvre sont moins nombreux (7 %). Il est à noter que ces proportions sont à considérer de manière relative et que les membres dépendant des organismes partenaires du projet ont été identifiés à part (12 % du total).

figure 7
Répartition des
190 membres du club
à 3 ans de vie du site
OFRIR.



La [figure 8](#) présente l'évolution du nombre de documents cliquables mis en ligne pour les acteurs privés du site. Si les documents concernant les rubriques ([figure 8a](#)) indiquent une progression constante, les sites de production ([figure 8b](#)) ont été identifiés essentiellement par les responsables produits en phase de montage, tandis que des données chantier ([figure 8b](#)) ont été obtenues par la suite.

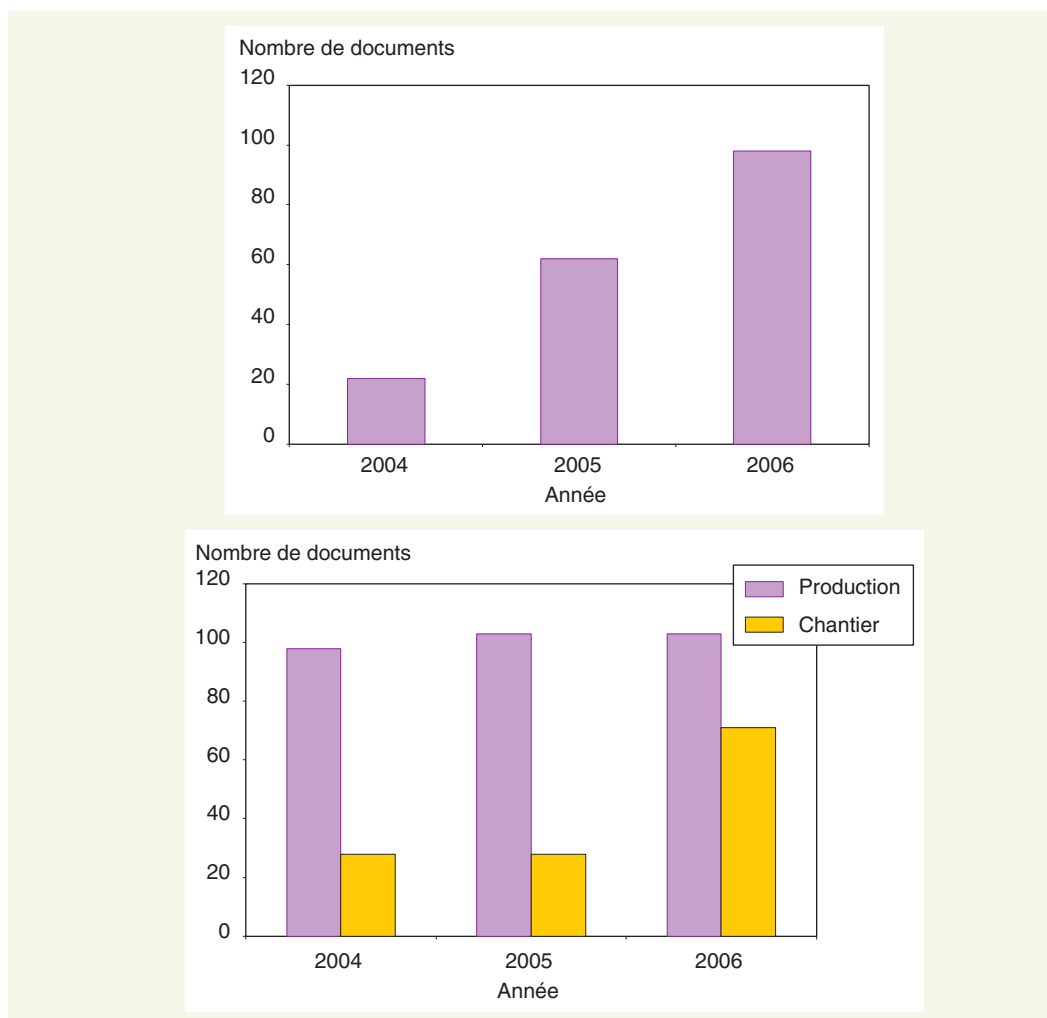
En 2004, soit deux ans après le début du projet OFRIR, un point d'étape a été réalisé dans le cadre des réunions du comité de pilotage du projet : le manque de données géographiques liées notamment à l'existence d'éventuels ouvrages instrumentés et suivis dans le temps en matière de performances mécaniques puis environnementales a notamment été souligné. Du fait de cette difficulté à capitaliser le retour d'expérience dans le cadre du club d'échanges de données et pour approfondir le bilan relatif aux études et recherches financées les vingt dernières années sur le territoire français en matière de recyclage dans les routes, l'Ademe a chargé le LCPC et ses partenaires d'OFRIR de poursuivre le recueil de données dans ce domaine. Un programme spécifique, nommé CAREX, a été bâti à cette fin. Le but de l'étude CAREX lancée en 2003 était de réaliser ce premier retour d'expérience [12], avec deux objectifs. L'un était d'en extraire des règles générales de comportement pour différents matériaux. L'autre était d'analyser les pratiques d'étude relatives aux essais à

figure 8

Évolution du nombre de documents mis en ligne.

- a) Documents pdf cliquables dans les rubriques produits.
 b) Documents cliquables dans la présentation géographique.

a
b



l'échelle de l'ouvrage, afin d'évaluer leur efficacité et éventuellement d'améliorer les expériences futures.

Une enquête a été conduite à l'échelle nationale afin d'identifier tous les documents disponibles relatifs à un suivi mécanique et/ou environnemental de structures routières. Tout type de structure était considéré, de diverses infrastructures en service soumises à trafic (routes, parkings) jusqu'à des ouvrages expérimentaux, ces derniers étant définis comme des structures hors trafic exclusivement dédiées à l'étude. L'enquête a permis d'identifier 17 cas d'étude (parmi lesquels 2 seulement ne fournissaient pas de données environnementales), variés en termes de matériaux, de types de structures (sections d'autoroutes, de routes nationales, départementales, rues, voies privées, et plots expérimentaux non soumis à trafic), de couches d'emploi, de types d'étude (renseignement de la phase de construction, suivi des structures, étude de diagnostic) et de localisation (essentiellement région parisienne, nord, est et ouest de la France). Un ensemble de 15 cas d'études est mis en ligne dans le cadre de la présentation géographique et des rubriques.

DISCUSSION

Les matériaux alternatifs, contrairement aux matériaux naturels classiques, sont rarement inertes, au moins à court terme ; mis en œuvre dans une couche routière (base, fondation) ils peuvent montrer des performances différentes selon les variations de facteurs extérieurs locaux. Ainsi, au cours du temps sont apparues plusieurs questions relatives à la prévision des performances mécaniques réelles et aux effets potentiels sur l'environnement de ces matériaux, de court à long terme. Le travail réalisé au cours de ce projet OFRIR a permis de rassembler à l'échelle française un très

grand nombre de données, ainsi que de mettre en évidence les manques de connaissances en matière de comportement environnemental d'ouvrages incorporant des produits recyclés. Le site suscite à ce jour encore beaucoup de connexions, son ergonomie de navigation permettant un accès rapide à l'information. Le cycle d'approbation des documents quant à lui, mériterait d'être simplifié en phase de fonctionnement.

Le projet OFRIR entrepris dans un périmètre français a intéressé un certain nombre d'internautes européens qui sur décision du comité de pilotage ont été inscrits au club. En effet, les objectifs fixés par l'Union européenne dans le sixième programme d'action communautaire pour l'environnement à propos des ressources naturelles et de la gestion des déchets, étaient de veiller à ce que la consommation des ressources renouvelables et non renouvelables ne dépasse pas ce que l'environnement peut supporter. Cela peut être réalisé notamment grâce à une efficacité accrue dans l'utilisation des ressources et à la limitation de la production de déchets. L'objectif fixé consiste à réduire la production de déchet de 20 % à l'horizon 2010 et de 50 % à l'horizon 2050 [2]. Parmi les actions recommandées figure la définition de règles de bonnes pratiques, ce qui implique de mieux comprendre, et d'être capable de prévoir, les mécanismes d'évolution des déchets dans des conditions spécifiques d'utilisation. Cet aspect est particulièrement important dans la perspective d'utilisation des matériaux alternatifs (déchets et sous-produits) en construction routière. Il n'est pas exclu que sur ces bases une réflexion européenne, fondée sur les acquis d'OFRIR, soit conduite pour fédérer les communautés dans un cadre plus large.

Ce type de projet en tant que tel, matérialisé par un site internet relié à un outil interactif est par ailleurs un outil qu'on retrouve peu au plan international. Dans le domaine du recyclage dans les routes, la littérature ne comporte que peu d'exemples de collectes de données très larges relatives au recyclage et à la valorisation de différents produits dans la route à l'échelle d'un pays, on peut citer un exemple aux États-Unis [13, 14]. Des projets européens tels que SAMARIS [15] ont permis de faire le point sur les couches d'emploi de matériaux alternatifs dans les infrastructures routières. En particulier, il est clair que les règles d'usage diffèrent selon les pays bien qu'un point les rassemble : celui de l'étude du relargage potentiel au contact de l'eau (eau de percolation de chaussée, remontée de nappes) de la ressource secondaire, qu'elle soit à l'état de granulats ou de liant. Ainsi, l'essentiel des caractérisations environnementales effectuées dans ce cadre concernent le contenu total en polluants des déchets, puis des produits élaborés à partir de ces déchets et l'aptitude à la lixiviation de certaines espèces chimiques dont les effets sur la santé humaine (chroniques ou aigus) et sur l'environnement sont sources de précautions.

Les enseignements obtenus dans le cadre du programme CAREX [12] sur 17 cas d'études montrent une variété de pratiques en termes de caractérisations environnementales qui est fonction de l'objectif poursuivi. Ces écarts ont notamment été identifiés entre les objectifs poursuivis et les moyens mis en œuvre pour les atteindre.

CONCLUSION

Le site OFRIR, ouvert au public en août 2003 et au club d'échanges de données en septembre 2003, met à disposition des acteurs nationaux et européens de la route qui s'y intéressent une information classée, synthétisée et ayant reçu un certain niveau de validation, de façon à favoriser les démarches de recyclage et d'utilisation des matériaux locaux, tout en signalant les différents obstacles, notamment d'ordre géotechnique et environnemental.

Après une phase de montage de l'observatoire qui a nécessité un travail important de la part des responsables et de tous les acteurs (environ une trentaine de personnes mobilisées), des états de l'art sur différents produits dont dix-sept sont achevés au total et d'autres en cours de finalisation. L'ensemble des données recueillies met en évidence une disparité forte pour les produits en termes de gisement, utilisation et retour d'expérience. Si les propriétés mécaniques conditionnent le scénario routier d'emploi, voire interdisent l'utilisation si le gonflement ne peut être circonscrit à

une amplitude raisonnable, le manque de données d'ouvrages disponibles sur le relargage à long terme et le manque de méthode directement opérationnelle et de textes, en particulier réglementaire, limite aujourd'hui les pratiques de recyclage.

La collecte et l'organisation des données ont permis une mise en commun des connaissances françaises sans précédent dans ces domaines, alliant tout à la fois le génie civil au sens mécanique et géotechnique et l'environnement en référence aux rejets des produits vers l'air et l'eau ainsi qu'aux aspects sanitaires induits.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tout particulièrement l'ensemble des personnes qui ont contribué à la mise en place, à la rédaction et à l'exploitation du site :

Jean-Claude Auriol¹, Jean-Vincent Bayarri¹, Yasmina Boussafir⁴, Yves Brosseaud¹, Francis Cottard², Gabriel Debrandère⁵, Valéry Ferber¹, Gérald Foulon⁶, Stéphanie Fouillet⁷, Denis François¹, Patrice Garnier⁵, Guillaume Gay³, Chantal Godmel⁸, Marie Thérèse Goux⁹, Christian Jobic¹, Michel Kergöet¹², Matoren Khay¹⁰, Vincent Lédée¹, Michel Legret¹, Pierre Monéron¹, Daniel Rengeard⁸, Véronique Ruban¹, Benoît Schnuriger³, Philippe Touzé¹, Anne Ventura¹, Nelly Vulcano-Greullet¹⁰.

Avec : 1 LCPC ; 2 BRGM, 3 Inéris, 4 LRPC de Blois, 5 LRPC de Lille, 6 LRPC d'Angers, 7 CER de Rouen, 8 LRPC de Nancy, 9 LREP, 10 LRPC d'Autun.

Les rédacteurs tiennent à remercier également le MELTM/DRAST, le Setra, le MEDD et l'Ademe, le BRGM, l'Inéris, le LCPC pour leur soutien financier au projet ainsi que le réseau des CETE. Plus particulièrement :

- les membres du comité de pilotage : Philippe Chanard, Hervé Vanlaer, Claudine Bourhis, Corinne Plan, Alain Millotte, Christine Leroy, Sylvain Penna, Jean-Pierre Lemesle, Daniel Berrebi, Pierre Moszkowicz, Vincent Basuyau, Jacques Vecoven, Jacques Pereme ;

- les correspondants locaux : Pierre Conil, Philippe Rocher, Denis NGuyen, Daniel Maton, Patrick Nivard, Thierry Lamagnere, Henri Pauniat, Philippe Brechet, Jean-Paul Bezie, Bruno Lesaffre, Chantal Godmel ;

- la société GFI informatique : Bertrand Derrien

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 <http://ofrir.lcpc.fr>, site internet de l'observatoire français du recyclage dans les infrastructures routières.
- 2 Commission européenne, *6^e programme communautaire d'action pour l'Environnement 2001-2010*, Office des publications officielles des communautés européennes, Luxembourg, **2001**.
- 3 Loi n° 92-646 du 13 juillet **1992**. Loi relative à l'élimination des déchets ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement.
- 4 Afnor 1998, XP X 31-210, Déchets. *Essai de lixiviation*, **mai 1998**. *Annulée en décembre 2002*
- 5 CFTR, Valorisation des matériaux locaux, *Guide technique*, **octobre 2004a**.
- 6 CFTR, Validation des guides techniques régionaux. *Note d'information N° 9*, **décembre 2004b**.
- 7 CFTR, Aide au choix des granulats pour chaussées basée sur les normes européennes. *Note d'information N° 10*, **janvier 2005**.
- 8 Afnor, 1992 NF P11-300, Exécution des terrassements – Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières, **septembre 1992**, 24 p.
- 9 Afnor 2004, XP P 18-545. Granulats. Éléments de définition, conformité et codification, Paris **2004**, 58 p. Remplace la norme XP P 18-540 de **1997**.
- 10 Afnor, 2002, NF EN 12 457-1, NF EN 12 457-2, NF EN 12 457-3, NF EN 12 457-4. Caractérisation des déchets. Lixiviation – Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues, Paris, **2002**. Remplace la norme XP X 31-210 de **1998**.
- 11 Setra-LCPC, Guide technique pour la réalisation des remblais et des couches de forme. *Guide Technique D 9233, encore appelé couramment GTR dans le réseau du ministère de l'Équipement*, **juillet 2000**, 2^e édition, 99 p.

- 12 FRANÇOIS D., JULLIEN A., KERZREHO J.P., VERNUS E., LEGRET M., BALAY J.M., CHATEAU L., Retour d'expérience sur le comportement mécanique et environnemental d'ouvrages et de plots routiers instrumentés, *Rapport final CAREX, convention Ademe 0372C0006*, novembre 2005, 440 pages.
- 13 IMTIAZ A., Use of Waste Materials in Highway Construction. Federal Highway Administration, Report No. FHWA/IN/JHRP-91/3, Washington, January 1993, DC.
- 14 RMRC, Partners in recycling, Federal highway administration report, *base de données sur CD, NCHRP*, 2000.
- 15 FRANÇOIS D., Methodology for assessing alternative materials for road construction. Final report. Deliverable n° 16 of the SAMARIS (Sustainable and Advanced Materials for Road Infrastructure) project for the EU Commission. Project funded by the Commission under the Competitive and Sustainable Growth Programme of the 5th Framework Programme, Contract n° GRD2/2000/30228, March 2006, 95 p. + annexes.