

# La lettre d'information du Lerm n° 32. Le recyclage des matériaux : de la législation à la pratique

25 mars 2016



## Editorial

Chers Amis,

Il y a longtemps que nous n'avons pas parlé d'environnement... du moins explicitement ! Car comme Monsieur Jourdain faisait de la prose sans le savoir, nous parlons au fond environnement et préservation environnementale, aujourd'hui, dans l'ensemble de nos activités, même lorsque nous parlons les langues de la surveillance des ouvrages, de leur diagnostic et de leur entretien, de la durabilité des matériaux et, bien entendu de l'éco-conception.

La riche actualité législative dans le domaine avec la loi de juillet 2015 sur la transition énergétique mérite donc qu'on s'y arrête un moment... ... en effet, si cette loi traite de la transition vers une énergie moins carbonée, elle présente aussi une partie consacrée au « verdissement de l'économie » et promet, à cette fin, une économie du recyclage et de la sobriété en ressources non renouvelables. Nous verrons, en contrepoint à cet engagement du législateur pour l'économie circulaire, comment le lerm est techniquement engagé dans différents projets de valorisation matière par la participation à deux projets de recherche : Recybéton et CDW Recycling, ainsi que par sa participation à la gestion des matériaux d'excavation de grands projets souterrains.

Bonne lecture !

Bernard Quénée, directeur général délégué  
Philippe Souchu, rédacteur en chef

# Dossiers techniques



## **La loi de transition énergétique pour la croissance**

**verte** Présentée en Conseil des ministres les 18 et 30 juillet 2014 et après un an de travail parlementaire, la loi de transition énergétique pour la croissance verte a définitivement été adoptée à l'Assemblée nationale le 22 juillet 2015...



## **Panorama de la problématique de valorisation des matériaux d'excavation**

Compte tenu du développement des réseaux souterrains, on a estimé à 250 M de tonnes la quantité de matériaux d'excavation extraits pendant les 20 dernières années en Europe. Le développement urbain, le développement des échanges et des transports font estimer cette production à 800 M. de tonnes pour les 50 prochaines années. Ces quantités de matériaux atteignent une échelle telle que leur mise en dépôt, qui était autrefois sans alternative, devient impossible...



## **La valorisation des matériaux excavés des chantiers de tunnel (Lyon-Turin)**

Après différentes campagnes de caractérisation chimique, minéralogique et physique, il est prévu que 40% des matériaux excavés soit utilisés pour les besoins du projet dont 25% en granulats pour béton.



## **La valorisation des matériaux excavés des chantiers de tunnel (Grand Paris)**

40 à 43 millions de tonnes de déblais sur la période 2016 à 2030 seront issus du creusement des tunnels, puits d'accès et gares souterraines dans les formations du bassin parisien...



### **Utilisation de granulats de béton recyclé sur le chantier expérimental Contournement Nîmes - Montpellier/ Recybéton**

Dans le cadre du projet national Recybéton et de sa mission de maîtrise d'œuvre du Contournement ferroviaire de Nîmes Montpellier (CNM), le groupe setec a mis en relation les partenaires du Projet National RECYBETON, avec la société Oc'Via et le groupe Bouygues maître d'ouvrage de l'infrastructure pour réaliser un ouvrage routier à base de granulats recyclés, dont le béton a été coulé pendant l'été 2014...



**CDW Recycling** : Projet de tri automatisé de déchets de chantier et de démolition en vue de leur valorisation Les déchets de construction et de démolition sont aujourd'hui encore insuffisamment recyclés du fait de la difficulté de les trier finement...

## Portrait



**Portrait de Thomas Millan Ingénieur matériaux au lerm, impliqué dans la valorisation des matériaux d'excavation...**

## Actualités



**Diamond** : projet de diagnostic corrosion et monitoring pour la durabilité des ouvrages en béton armé et des structures métalliques...



**Les prochaines formations proposées par le lerm à Arles**

les méthodes de diagnostic des bétons (20 et 21 avril)  
les liants hydrauliques : fondamentaux (10 et 11 mai) Informations et inscriptions : 04 86 52 65 00



Le pôle de compétitivité TEAM<sup>2</sup> et le CEREMA proposent :

[L'économie circulaire dans le bâtiment et les travaux publics - Enjeux & Innovations de la filière minérale](#)

Mercredi 30 mars 2016 de 8h30 à 17h30 à Poly'tech Lille (amphithéâtre Migeon), Cité Scientifique, à Villeneuve d'Ascq



Colloque de GMH : [High tech et patrimoine](#), mercredi 6 avril, 9 place d'Iéna, Paris 16e Bernard Quénée, du lerm, y fera une communication...



Institut de Formation Industrielle [Rencontres de la Peinture Anticorrosion](#), le 12 avril 2016 au Parc Floral de Paris



Co-organisées par l'Ifsttar et le Cerema, les [Journées Ouvrages d'Art](#) auront lieu du 25 au 27 mai 2016 à Bordeaux au Conseil départemental de la Gironde salle Robert Badinter.



SIPPA, [Salon international des professionnels du patrimoine](#) : Matière et immatère... Arles, Palais des Congrès, du 25 au 27 mai.



11e édition de IGPSC : [Ingénierie Grands Projets et Systèmes Complexes](#), 6 et 7 juin à Arcachon



3e [Congrès de l'IDDRIM](#), du 14 au 15 juin à Paris, Porte de Versailles Bernard Quénée, du lerm, y fera une communication sur les principales techniques d'auscultation non destructives et de diagnostic en laboratoire des ouvrages d'art "pathologiques".

# REMERCIEMENTS



## **LERM-Infos**

Directeur de la publication : [Bernard Quénée](#)

Rédacteur en chef : [Philippe Souchu](#)

à Isabelle Moulin, Directrice Comité Scientifique, lerm groupe setec, pour sa participation à cette lettre d'information

# La loi de transition énergétique pour la croissance verte

24 mars 2016

## Une loi qui intéresse l'ensemble de l'économie

Présentée en Conseil des ministres les 18 et 30 juillet 2014 et après un an de travail parlementaire, la [loi de transition énergétique pour la croissance verte](#) a été définitivement adoptée à l'Assemblée Nationale le 22 juillet 2015.



Les principaux objectifs de cette loi concernent le changement climatique :

réduction des émissions de gaz à effet de serre,  
réduction de la consommation d'énergies fossiles et développement des énergies renouvelables,  
réduction de la consommation énergétique finale et baisse de la part du nucléaire dans le mix français.

Cette loi, cependant, intéresse l'ensemble du monde économique par l'introduction du [titre IV](#) relatif à

l'économie circulaire (*Lutter contre les gaspillages et promouvoir l'économie circulaire : de la conception des produits à leur recyclage*) qui est passé de 4 à 34 articles au cours de la discussion parlementaire. Cette loi, importante pour notre domaine d'activité, est inscrite dans le code de l'environnement mais aussi dans le code de l'énergie et dans le droit de la commande publique ; elle définit ainsi l'économie circulaire :

## Economie circulaire

*Art. L. 110-1-1. « La transition vers une économie circulaire vise à dépasser le modèle économique linéaire consistant à extraire, fabriquer, consommer et jeter en appelant à une consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires ainsi que, par ordre de priorité, à la prévention de la production de déchets, notamment par le réemploi des produits, et, suivant la hiérarchie des modes de traitement des déchets, à une réutilisation, à un recyclage ou, à défaut, à une valorisation des déchets... La promotion de l'écologie industrielle et territoriale et de la conception écologique des produits, l'utilisation de matériaux issus de ressources naturelles renouvelables gérées durablement et issus du recyclage, la commande publique durable, l'allongement de la durée du cycle de vie des produits, la prévention des déchets, la prévention, la réduction ou le contrôle du rejet, du dégagement, de l'écoulement ou de l'émission des polluants et des substances toxiques, le traitement des déchets en respectant la hiérarchie des modes de traitement, la coopération entre acteurs économiques à l'échelle territoriale pertinente dans le respect du principe de proximité et le développement des valeurs*

*d'usage et de partage et de l'information sur leurs coûts écologique, économique et social contribuent à cette nouvelle prospérité ».*

## **Stratégie ressources**

On remarque, au passage, qu'un autre concept important est ici également introduit, celui d'écologie industrielle et territoriale. Il est défini plus loin dans : *« Les politiques publiques promeuvent le développement de l'écologie industrielle et territoriale, qui consiste, sur la base d'une quantification des flux de ressources, et notamment des matières, de l'énergie et de l'eau, à optimiser les flux de ces ressources utilisées et produites à l'échelle d'un territoire pertinent, dans le cadre d'actions de coopération, de mutualisation et de substitution de ces flux de ressources, limitant ainsi les impacts environnementaux et améliorant la compétitivité économique et l'attractivité des territoires. »*

## **Ecologie industrielle**

Du point de vue des matières premières, l'article traite de ce qu'on peut appeler une « stratégie des ressources » :

*« Les dispositions du présent code ont pour objet, en priorité, de prévenir l'utilisation des ressources, puis de promouvoir une consommation sobre et responsable des ressources, puis d'assurer une hiérarchie dans l'utilisation des ressources, privilégiant les ressources issues du recyclage ou de sources renouvelables, puis les ressources recyclables, puis les autres ressources, en tenant compte du bilan global de leur cycle de vie. »*

La loi fixe en outre des objectifs chiffrés de recyclage ou de recyclabilité des produits. Pour ce qui concerne notre domaine d'activité, nous retiendrons les suivants :

*« - 6° Valoriser sous forme de matière 70 % des déchets du secteur du bâtiment et des travaux publics en 2020 ;*

*- 8° Réduire de 50 % les quantités de produits manufacturés non recyclables mis sur le marché avant 2020 ; »*

Cette loi de transition énergétique pour la croissance verte s'inscrit dans la suite de la Conférence environnementale des 20 et 21 septembre 2013, au cours de laquelle la France a défini sa deuxième feuille de route pour une transition écologique. L'une des principales perspectives en était le développement d'une économie dite "circulaire" dont l'enjeu était de diminuer la consommation de ressources non renouvelables (énergie, eau, matières premières). Cette perspective était elle-même en cohérence avec les préconisations de septembre 2011 de la Commission européenne ([http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/resource-efficient-europe/index_fr.htm)) sur la gestion efficace des ressources. L'écologie industrielle territoriale y était considérée comme le levier local de l'économie circulaire.

A l'échelle mondiale, l'extraction de ressources a augmenté de 80 % entre 1980 et 2008. C'est aujourd'hui environ 70 milliards de tonnes de matière qui sont extraits de la biosphère pour répondre aux besoins de l'humanité. Si l'humanité ne change pas de modèle de développement, le Panel international sur les ressources du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) estime que l'on multipliera les extractions de ressources par deux en 2025 et par trois en 2050. Notons que l'augmentation des consommations de ressources porte essentiellement sur des matières non renouvelables dont dépend de plus en plus la société industrialisée.



Même si ce scénario est calculé à prix constant des matières premières (l'augmentation importante des prix sous l'effet de la rareté et des coûts d'extraction pouvant infléchir les consommations), il pose des questions essentielles sur l'utilisation future des ressources. Le scénario acceptable a minima, et le moins contraignant, resterait une stagnation des consommations de ressources dans les pays développés pour permettre un accès aux ressources plus sécurisé aux pays en voie de développement. Les indicateurs de flux de matière disponibles montrent en effet que les pays riches consomment 4 fois plus de matière par habitant que les pays pauvres. Les pays pauvres étant amenés à augmenter leur niveau de vie (on voit dès aujourd'hui l'effet produit par la Chine sur les consommations mondiales de ressources), il est d'autant plus important de mettre en place des mécanismes de stagnation, voire de diminution des consommations dans les pays riches.

In *Écologie industrielle et territoriale : le guide pour agir dans les territoires*.

Commissariat général au développement durable, décembre 2014, 212 p.



# Panorama de la problématique de valorisation des matériaux d'excavation

24 mars 2016



## Contexte et enjeu

Compte tenu du développement des réseaux souterrains, on a estimé à 250 M de tonnes la quantité de matériaux d'excavation extraits pendant les 20 dernières années en Europe. Le développement urbain, le développement des échanges et des transports font estimer cette production à 800 M de tonnes pour les 50 prochaines années. Ces quantités de matériaux atteignent une échelle telle que leur mise en dépôt, qui était autrefois sans alternative, devient impossible au moment même où s'effectue la prise de conscience du caractère fini des ressources minérales. On cesse donc de considérer *a priori* les matériaux d'excavation

### **La responsabilité environnementale du maître d'ouvrage**

Le maître d'ouvrage est responsable de la gestion des matériaux extraits (article L.541-2 du code de l'environnement). Il prévoit les dossiers administratifs relatifs au transit ou à l'élaboration sur site des matériaux en vue d'une utilisation (installations classées pour la protection de l'environnement ou installations, ouvrages, travaux et aménagements). En priorité, le maître d'ouvrage devra définir les mesures afin de réemployer et valoriser les matériaux extraits lors du creusement d'ouvrage souterrains (article L.541-2-1 du code de l'environnement et article *Art. L. 110-1-2 de la loi TECV*). Outre ces mesures, il demeure responsable de la gestion de ces matériaux jusqu'aux filières finales.

comme des déchets pour les considérer maintenant comme des matières premières.

Sous l'impulsion des législations environnementales nationales, mais aussi européennes, les autorisations de mise en chantier sont soumises à des exigences de réemploi de ces matériaux d'excavation. Pour ce qui concerne la France, L'AFTES avait édité des recommandations, en 2006, « La Gestion et la Valorisation des Matériaux d'Excavation », qui rappellent les responsabilités de chacun en termes de production et de

traitement des déchets, qui énumèrent les principes généraux de la gestion et de la valorisation des matériaux d'excavation et qui recommandent une méthodologie de conduite adaptée du chantier. Une nouvelle version de ces recommandations devrait sortir très prochainement en 2016. Toujours pour ce qui concerne la France, les entreprises de Travaux Publics, en particulier celles de terrassement et d'entretien et construction routière ainsi que les sociétés d'Ingénierie, ont signé avec l'état, en 2009, une ambitieuse **convention d'engagement volontaire sur ce sujet**.... Enfin, les chantiers récents de traversées ferroviaires alpines vers la Suisse, notamment, ont pris en compte cette injonction du réemploi des MATEX et donnent un intéressant retour d'expérience sur cette pratique dans de grands projets en souterrain.

### **Les objectifs de cette valorisation**

Optimiser la gestion économique du chantier souterrain

Minimiser l'impact environnemental du projet en optimisant les procédés de valorisation et le transport des matériaux

Valoriser au maximum les matériaux excavés

Minimiser la production de CO2 dans le chantier souterrain

Minimiser l'espace de stockage de surface du matériau excavé

Tendre vers le zéro déchet

Tous les matériaux d'excavation ne sont pas propres à leur réemploi dans le béton nécessaire au chantier du tunnel. D'autres filières de valorisation doivent donc être envisagées en fonction de l'activité du territoire où se tient le chantier. C'est donc ici que nous croisons le concept d'**écologie industrielle** : ces réemplois diversifiés ne sont envisageables qu'à partir d'une caractérisation des matériaux d'excavation et des traitements les rendant propres à l'usage. Dans ces conditions, des objectifs complémentaires peuvent être assignés à la gestion et à la valorisation des matériaux d'excavation :

Fournir en ressources minérales les chantiers proches du chantier de tunnel

Fournir des matières premières à d'autres industries connexes

Evidemment la réalité de l'avancée du chantier peut rendre obligatoire la révision de quelques-unes des conclusions des études préalables car si l'exploitation d'une carrière repose sur la possibilité de suivre les meilleures veines de matériaux, les matériaux d'excavation d'un tunnel sont... ceux que l'on trouve sur le tracé. Il convient donc de composer avec la géologie *in situ*, parfois même différente de celle du projet, et d'adapter les options qui permettent de maximiser le réemploi.

## Un cas particulier du réemploi de la ressource minéral : les granulats pour béton

Si les conditions géologiques sont favorables, on pourra produire, à partir du matériau excavé, des bétons conformes à la norme NF EN 206/CN et fournir, dans ces conditions, toutes les garanties nécessaires au maître d'ouvrage. L'approche performantielle ([voir notre article sur ce sujet](#)) qu'autorise la norme NF EN 206/CN, à côté de la démarche prescriptive de formulation des bétons, vise directement les résultats en termes de performance de durabilité plutôt que l'obligation de moyens ; cette approche permet donc une approche originale de la formulation et introduit une certaine souplesse d'adaptation aux réalités du chantier.

La norme NF EN 206/CN en permettant le recours à des bétons dits à composition prescrite autorise ainsi l'utilisation dans des bétons de matériaux d'excavation dont la qualité n'est pas adaptée au départ à la production de granulats à béton. La formulation du béton proposée au producteur sur le chantier doit alors avoir fait ses preuves lors d'études poussées en amont. Tel est le cas, par exemple, des matériaux à forte teneur en sulfates extraits du tunnel Lyon-Turin, sujet sur lequel le lerm est engagé et dont nous parlons dans cette lettre.

### Méthodologie générale de tri des matériaux excavés

La géologie du terrain et le mode d'excavation donnent aux matériaux d'excavation des caractéristiques qui définissent les utilisations que l'on peut en faire sous réserve de traitements adaptés.

Les matériaux d'excavation sont généralement répartis en 3 classes de valorisation possible :

Roche homogène de bonne qualité : béton projeté ou béton coulé

Roche hétérogène de qualité moyenne : remblais

Roche de qualité médiocre : dépôt définitif

La réalisation de bétons à partir de matériaux excavés repose sur leur caractérisation prévisionnelle et à l'avancement, sur une préparation optimisée, sur la maîtrise du béton confectionné à partir de granulats concassés.

Trois critères principaux permettent le tri des matériaux bruts propres à la confection de bétons:  $f$

La dureté minimale de la roche  $f$

Caractérisation pétrographique précisant les teneurs en composants non appropriées  $f$   
(potentialité RAG, etc.)

Courbe granulométrique

### En savoir plus

La gestion et la valorisation des matériaux d'excavation : Recommandation de l'AFTES. GT 35RF1. 2007. - 32 p. (Version renouvelée à paraître en 2016)

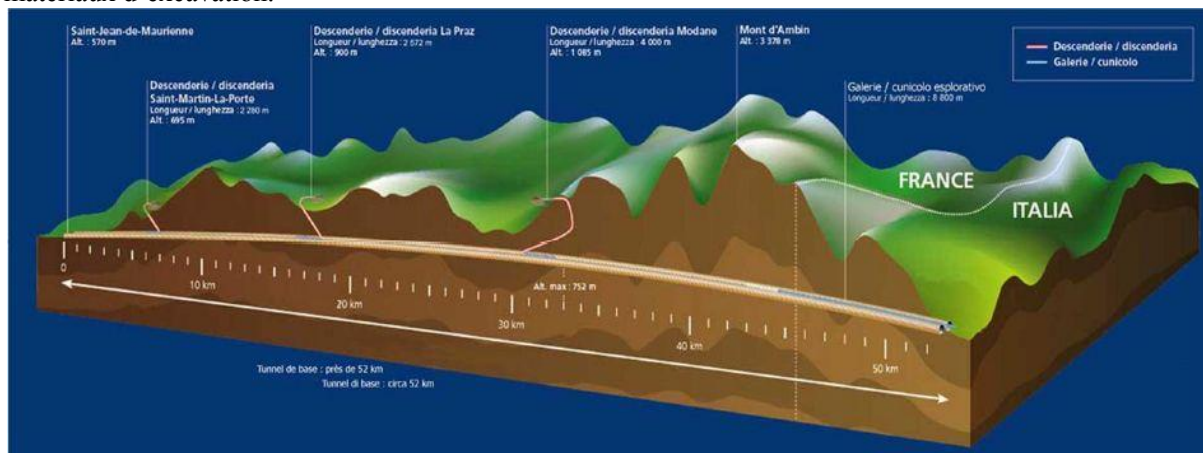
Convention d'engagement volontaire des acteurs de conception, réalisation et maintenance des infrastructures routières, voirie et espace public urbain ; ministère de l'Ecologie, USIRF, SYNTEC-INGENIERIE, FNTF, Terrassiers de France, ADF ; mars 2009, 13 p.

# La valorisation des matériaux excavés des chantiers de tunnel (Lyon-Turin)

24 mars 2016

## Le tunnel de la ligne Lyon-Turin

Le tunnel de base de la section transfrontalière de la future liaison ferroviaire Lyon-Turin est long de 57 km, entre Saint-Jean-de-Maurienne en France et Suse en Italie. Son percement par la société franco-italienne TELT (Tunnel Euralpin Lyon-Turin), promoteur du projet, produira 43 millions de tonnes de matériaux d'excavation.



## Caractérisation des matériaux d'excavation en vue de leur emploi dans le béton

Au terme de différentes campagnes de caractérisation chimique, minéralogique et physique de ces futurs matériaux excavés, il a été estimé que 40% devraient pouvoir être utilisés pour les besoins du projet, dont 25% en granulats pour béton. Seulement, leur caractérisation approfondie mit en évidence que les grès quartzitiques de la section centrale du tunnel près de Modane, pressentis pour une valorisation en béton, contenaient du sulfate de calcium, sous la forme d'anhydrite et de gypse, en quantité supérieure au seuil des normes en vigueur pour le béton (EN 12620).

Ainsi, dès 2009, la société Lyon Turin Ferroviaire (LTF, chargée des études du projet) décida d'engager un programme de recherche visant à qualifier ces matériaux et à trouver une solution technique pour permettre leur utilisation dans les bétons. Sous l'égide de l'IFSTTAR, un groupe de recherche fut constitué par LTF avec le IERM, Jacques Burdin IGC et deux partenaires industriels, Vicat et Holcim.

## Nécessité d'une étude d'emploi des matériaux sulfatiques

Les sulfates sont délétères dans la mesure où, réagissant avec certains composants du ciment, en particulier avec l'aluminate tricalcique, ils peuvent produire de l'ettringite qui peut conduire au gonflement du béton et à l'endommagement irrémédiable de la structure.

Par ailleurs, sous certaines conditions, le sulfate de calcium peut réagir avec les silicates de calcium hydratés (C-S-H) pour former de la thaumasite, phase minérale aux propriétés également gonflantes, qui peut ainsi altérer notablement les propriétés mécaniques du béton.

Ainsi, sur les 3,4 millions de tonnes de matériaux excavés qui doivent être extraits de cette section du tunnel (5 km), la double contrainte de produire suffisamment de béton pour l'avancée du tunnel et l'impossibilité de stocker en surface ce volume de déblais a amené à chercher une solution pour l'emploi de ces matériaux sulfatiques.

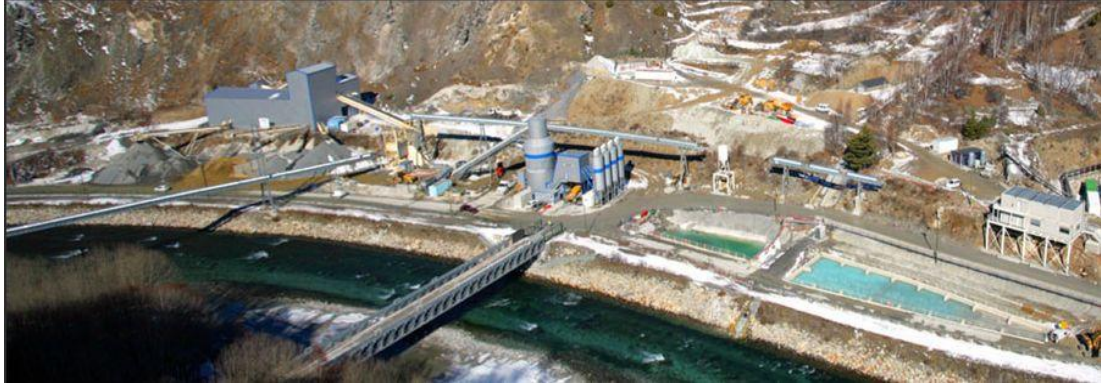
Un travail de laboratoire ayant fait l'objet d'une thèse (1) a alors démontré qu'il était possible de formuler des bétons durables avec ces granulats de teneurs en sulfates de 3,5 % au lieu des 0,2% autorisés, en utilisant des ciments spécifiques (ciments sursulfatés ou ciments à très faible teneur en aluminat tricalcique  $C_3A$ ).



*Formulation des bétons en laboratoire et suivi durabilité – © lerm*

Trois descenderies (Saint-Martin-la-Porte, La Praz, Villarodin-Bourget/Modane) permettant de rejoindre depuis la surface le niveau du futur ouvrage ont déjà été réalisées. Creusées sur une section de 11 m, elles ont généré environ 650 000 m<sup>3</sup> de matériaux excavés. Le creusement des descenderies a permis au passage de réaliser des essais de valorisation en grandeur réelle sur 143 000 tonnes de matériaux excavés. Au niveau de l'accès du tunnel de Villarodin-Bourget/Modane, une plateforme de traitement des matériaux dédiée à la production de granulats pour béton a pu être installée. Elle a permis la production de 113 000 T de granulats pour béton.

Sur ce tunnel d'accès, la production ainsi permise de granulats s'est révélée moindre que celle qui avait été prévue contractuellement à l'issue des essais de laboratoire.



Station de traitement de matériaux de Villarodin-Bourget/Modane - © LTF

En savoir plus

(1) Colas Jérémy., « Etude de la valorisation des déblais de chantier de tunnels riches en sulfates en granulats à béton », Thèse de l'Université de Paris Est, 2012.

Monin N., Burdin J., Brino L., Colas J., Divet L. , Chaussadent T., »Preliminary tests on high sulphate content aggregates for tunnel lining concrete » – in World Tunnel Congress 2013 Geneva

Divet, Loïc, Colas, Jérémy, Chaussadent, Thierry, Lavaud, Stéphane, Desrues, Béatrice « Perspectives de valorisation de granulats riches en sulfates dans les bétons » 2015 – in GC'2015 : Le génie civil en transition

Burdin Jacques, « L'utilisation de granulats provenant de la transformation des matériaux d'excavation des tunnels pour la fabrication des bétons » – in AFGC – GC 2015 – Cachan

# La valorisation des matériaux excavés des chantiers de tunnels (Grand Paris Express)

24 mars 2016



## Le projet

Le Grand Paris Express prévoit le prolongement et la construction de 200 km de ligne de métro et la création de 68 gares nouvelles entre 2016 et 2030. [Voir la carte du projet](#)

## Volume et natures des matériaux d'excavation

40 à 43 millions de tonnes de déblais sur la période 2016 à 2030 seront issus du creusement des tunnels, puits d'accès et gares souterraines dans les formations du bassin parisien.

Les formations traversées par les tunnels envisagés sont des roches meubles (marnes claires, argiles). Elles sont réparties en trois catégories : inertes, sulfatées et polluées.

## Assistance à maîtrise d'ouvrage

La Société du Grand Paris (SGP) a mis en place des missions d'Assistance à Maitrise d'Ouvrage (AMO) dédiées à la gestion et valorisation des matériaux d'excavation, avec les objectifs de :

- privilégier les transports alternatifs
- assurer une traçabilité rigoureuse des déblais
- valoriser le maximum de matériaux excavés

Le groupe **setec**, par l'intermédiaire de ses filiales **setec tpi**, **terrasol**, **lerm** et **setec environnement** est également missionné sur ces sujets.

Pour atteindre ses objectifs, la SGP a engagé différentes démarches concernant la logistique de transport (fluvial et ferré) des matériaux :

- Convention signée avec Ports de Paris
- Aménagement de 4 plate-formes de transbordement
- Recensement en cours des potentialités de transport ferroviaire





### **Etudes préalables à la valorisation des matériaux excavés**

- concernant la caractérisation des matériaux :
  - caractérisation des déblais pollués
  - évaluation du caractère sulfaté des déblais
  - évaluation du potentiel de valorisation
  
- recensement des filières exutoires :
  - carrières à combler
  - projets de réaménagement
  - plateformes de tri-recyclage existantes
  - centre de stockage

Les actions menées ont permis de mettre en évidence des besoins de stockage temporaire pour la caractérisation des déblais en phase chantier et la nécessité de recourir à des plateformes de transit/tri.

### **Besoins d'une caractérisation fine des matériaux in situ**

La variabilité et l'hétérogénéité des déblais associées au caractère gypsifère de certaines formations du bassin parisien ont conduit la SGP à s'interroger sur le potentiel des techniques de caractérisation *in situ* (continues ou discontinues).

Ces dispositifs peuvent s'avérer nécessaires pour trier les matériaux et assurer la mise en place de certaines filières de valorisation notamment de type industriel (cimenterie, terre cuite, etc...). Des études se poursuivent quant aux recherches de ces voies de valorisation viables économiquement.

# Utilisation de granulats de béton recyclé sur le chantier expérimental Contournement Nîmes – Montpellier/ Recybéton

25 mars 2016

Dans le cadre du projet national Recybéton et de sa mission de maîtrise d'œuvre du Contournement ferroviaire de Nîmes Montpellier (CNM), le groupe setec a mis en relation les partenaires du Projet National RECYBETON, avec la société Oc'Via et le groupe Bouygues maître d'ouvrage de l'infrastructure pour réaliser un ouvrage routier à base de granulats recyclés, dont le béton a été coulé pendant l'été 2014.

En effet, si la norme NF EN 206-1/CN autorise, dans certaines limites, l'usage de ces matériaux, leur utilisation en ouvrage d'art est rare et les retours d'expériences donc peu nombreux. L'objectif de cette opération était donc de vérifier la faisabilité d'un tel béton, d'identifier les freins à son utilisation, de développer sa durabilité puis de suivre son évolution in situ.

Les essais de caractérisation et de performance (consistance, résistance mécanique, porosité à l'eau, perméabilité aux gaz, pénétration des ions chlorures et performance au regard de l'alcali-réaction) de même que les inspections menées sur l'ouvrage n'ont mis en évidence aucun défaut particulier. Une partie de l'un des murs de retour de l'ouvrage a été aménagée en zone de carottages qui permettent de contrôler, sur une durée prévue de trois ans, l'évolution du béton et des indicateurs de durabilité.



Vue de l'ouvrage

[En savoir plus](#)

**Construction d'un ouvrage d'art en béton de granulats de bétons recyclés. Une innovation environnementale sur le chantier du contournement ferroviaire de Nîmes-Montpellier (CNM), in In GC'2015 : Le génie civil en transition. Demalherbe, François-Xavier, Auteur; Michelon, Patrick, Auteur; Servan, Olivier, Auteur; Resplendino, Jacques, Auteur; Verbauwhede, Maryline, Auteur; Moulin, Isabelle, Auteur; Périn, Emmanuel, Auteur; Nolot, Laurent, Auteur; Labbé, Philippe, Auteur; Dantec, Patrick - 2015.**

# CDW Recycling : Projet de tri automatisé de déchets de chantier et de démolition en vue de leur valorisation

20 mars 2016



Les déchets de construction et de démolition sont aujourd'hui encore insuffisamment recyclés du fait de la difficulté de les trier finement. Le projet CDW Recycling, financé par la Commission européenne, a pour objectif d'optimiser le tri en condition industrielle les fractions de déchets entre 8-30 mm et 30-80 mm. A cette fin, Pellenc ST a installé, sur le centre de tri des déchets de construction de Veolia à Nice, une machine de tri optique à spectrométrie infra-rouge spécialement conçue pour trier les petites fractions.

Ce procédé a pour but de démontrer la valorisation et la recyclabilité des déchets de construction et démolition. En préparant une fraction de CSR (Combustible Solide de Récupération), et un flux de plâtre purifié, ce projet vise à diminuer l'impact sur l'environnement par rapport aux méthodes traditionnelles. Le LERM apporte au projet CDW-Recycling ses compétences et son savoir-faire dans le domaine de la caractérisation des déchets d'un point de vue chimique, physique, minéralogique et microstructural, comme son expertise pointue sur la mise au point de filière de valorisation des déchets et sous-produits dans les filières du BTP.

Résultats attendus :

Démonstration d'un procédé innovant pour la séparation des déchets de construction et de démolition de petite taille à l'échelle industrielle, basée sur les paramètres suivants :

- Capacité de tri moyenne de 5 tonnes/heure.
- Réduction significative de l'impact environnemental par rapport aux solutions actuelles.
- Tri réussi des objets de haute densité (2-3 g/cm<sup>3</sup>).
- Efficacité de 80-85% de l'extraction de particules de plâtre de 8-30 mm.
- Un plâtre pur à 95%, permettant sa réutilisation ou son recyclage.
- Séparation des matériaux recyclables ou réutilisables de taille moyenne (30-80 mm) comme le plâtre, le plastique, le bois et les granulats.

En savoir plus:

Le site du projet : <http://www.cdw-recycling.eu/>

# Portrait de Thomas Millan, ingénieur matériaux au lerm

24 mars 2016

Entretien avec Thomas Millan,

Ingénieur matériaux impliqué dans la valorisation des matériaux d'excavation



*Thomas, tu as rejoint le lerm il y a trois mois. Pour avoir d'emblée la couleur dominante de ton portrait, qu'est ce qui, selon toi, caractériserait ton parcours jusqu'à ta rencontre avec le laboratoire ?*

Je vois qu'on ne commence pas par l'anecdote !... Si je peux répondre à ta question, il me semble que c'est le besoin de maintenir aussi longtemps que possible ouvert un éventail de possibilités, avec pour fil conducteur pourtant, un intérêt permanent pour le concret et la matière. Disons que, à partir de cette vision générale, mon parcours a été orienté progressivement par des centres d'intérêts et des rencontres...

*Où situerais-tu ta première orientation ?*

Je passe un bac scientifique, sans idée bien précise de ce que je vais faire. Comme je porte un vif intérêt à la physique et à la chimie, c'est dans cette direction que je m'engage sans renoncer à une formation généraliste. Je fais donc le choix d'une prépa *physique-chimie – sciences de l'ingénieur*. Mon goût pour le concret me fait alors choisir la chimie appliquée aux matériaux. On aborde alors tous les matériaux, aussi bien inorganiques que les polymères.

*Où cela se passe-t-il ?*

Cela se passe à Marseille, ma ville natale... que je vais quitter l'année suivante pour entrer à PolytechParis.

*... Pas envie de rester à Marseille ?*

Mon enfance, ma jeunesse à Marseille ont été formidables. Il s'agit d'une ville et d'une région attachantes... peut-être un peu trop attachantes. Les gens, là-bas, y sont très liés. Pour ce qui me concerne, j'avais besoin d'en partir, d'expérimenter une autre échelle de ville aussi...

*Maintenir ouvert l'éventail des possibles... comme tu viens de me le dire ?*

Oui, sans doute... Bref, me voici à Paris, à Paris 6 Jussieu, pour suivre une formation matériaux large et encore peu spécialisée qui me convient parfaitement. La dernière année est décisive : il s'agit d'une année de spécialisation en verre et céramique et c'est à cette occasion que je découvre le ciment.

*Une découverte pour toi !?*

Exactement, une vraie découverte... Peut-être justement parce que, comme tout le monde, je croyais le connaître simplement parce qu'on utilise le ciment énormément et de façon si courante. Ce qui m'a fasciné, c'est justement la grande complexité que masque l'apparente banalité de ce matériau et son usage.

Il se trouve que c'est le moment où je rencontre Eric Lécolier, un ingénieur de l'Institut Français du Pétrole qui, de fil en aiguille, me propose, pour le stage de fin d'études que je dois faire, de travailler à l'IFP sur la carbonatation des ciments de puits pétroliers.

L'expérience est bonne, tout autant que l'ambiance, si bien que j'enchaîne, en 2010, sur un travail de thèse à l'IFP. Il s'agit toujours de cette problématique de carbonatation<sup>[1]</sup>. Ce travail de thèse mobilise plusieurs thématiques connexes, chimie des ciments, thermodynamique des ciments, travail de laboratoire, modélisation. Cette diversité, là encore, me convient parfaitement.



*Et même les thèses finissent !...*

Eh oui, tu as raison ; la mienne finit en 2013... C'est alors que je frôle le lerm pour la première fois. Un poste d'ingénieur matériaux est alors offert, mais c'est pour Arles... et je souhaite rester à Paris.

N'empêche, j'ai découvert le labo, l'entretien a été intéressant et je garde en tête cette opportunité même si j'entre alors chez Schlumberger pour un remplacement qui rebondira finalement sur plusieurs postes tous liés à la cimentation des puits et à l'adjuvantage des ciments pétroliers.

Si ma thèse avait porté sur la durabilité, je suis là aux prises en quelque sorte, avec la problématique amont : formulation de coulis, rhéologie... Cela est bien complémentaire. Ce qui est alors également très intéressant, c'est de travailler à des projets appliqués à des problématiques clients : il s'agit d'un contrepoint très diversifié par rapport au travail de fond de la thèse. L'assistance technique apporte aussi au travail une variété et une occasion de contacts très enrichissants. Mon contrat chez Schlumberger s'achève...

*... et tu croises le lerm une deuxième fois !*

On ne peut rien te cacher... C'est, cette fois, pour un poste à Paris. C'est ainsi que je suis maintenant parmi vous ...

*Justement tes première impressions du lerm, quelles sont-elles ?*

D'abord, le lerm, c'est un laboratoire... Et cette réalité-là, cette ressource sont très importantes pour tous ceux, dont je suis, qui s'intéressent à la matière, aux matériaux, à la caractérisation, au diagnostic, aux essais divers. C'est un outil, mais c'est aussi une ambiance de travail à laquelle on est attachés. Autour de cet outil, le lerm, à taille humaine, me semble être une sorte de grande famille où chacun est concerné par ce qui se passe et où les échanges sont faciles, agréables et féconds.

*Quels sont tes actuels dossiers de travail ?*

Je travaille principalement sur la problématique de valorisation de matériaux d'excavation en lien avec les travaux souterrains du Grand Paris Express. Comme on ne creuse pas de tunnels dans l'abstrait, je me mets à la géologie et en particulier à celle du bassin parisien... Très intéressant, de considérer les déblais a priori comme des matériaux et, en fonction de leur caractérisation, de les orienter, après traitement adéquat, vers une filière de valorisation potentielle : ciment, granulats, filière de la terre cuite, industrie du plâtre. L'un des autres aspects de ce projet est donc aussi l'étude des outils de caractérisation adaptés à une utilisation sur chantier.



*D'autres horizons, plus personnels pour finir ce portrait ?*

Oui... horizon très proche et intime avec l'arrivée d'un bébé. Voilà de quoi occuper l'une des multiples vies d'un ingénieur ! Mais cet horizon intime est aussi mitoyen d'un horizon bien plus vaste, ma femme, en effet, est russe, originaire de Sibérie... La découverte d'un tel pays, d'une telle culture et d'une telle langue est une chance qui maintient grand ouvert cet éventail des possibles dont je te parlais au début de cet entretien.

[1] La thèse de Thomas Millan : Vers une modélisation géochimique de l'altération d'un ciment pétrolier en conditions géologiques : tests de carbonatation et optimisation de données thermodynamiques, 2013