



# Guide technique des matériaux BTP

Juin 2007



Région Centre

## Préambule

La production de granulats et de matériaux de construction en Région Centre constitue une activité indispensable à la réalisation de logements et d'équipements publics ou privés, l'aménagement d'infrastructures de transports.

Cette activité s'inscrit résolument au cœur du développement durable par ces aspects :

- **environnementaux** : économiser les gisements de ressources naturelles non renouvelables, tout en réduisant les impacts liés à la production et aux transports des matériaux nécessaires à l'approvisionnement des chantiers,
- **économiques** : satisfaire aux besoins de l'économie régionale,
- **sociétaux** : prendre en compte les attentes de nos concitoyens.

Près de 17 millions de tonnes de granulats ont été consommées et transportées en 2005.

Les effets liés à la consommation de carburants, l'usure des voiries ainsi qu'à toutes les formes de nuisances frappant les populations sont importants, aussi est-il urgent de limiter ces flux de transports.

Dans ce contexte, au moment où la décentralisation des compétences s'amplifie, la FRTP Centre, l'UNICEM Centre, la DRE Centre, avec l'appui de la CER BTP Centre et du CETE de Blois ont fédéré leurs efforts pour réaliser un Guide Technique Régional des Matériaux dont l'objectif est de développer une politique de gestion rationnelle et durable des ressources régionales.

Cette volonté de mettre en place ces orientations requiert :

- de réduire la dépendance de la Région Centre vis-à-vis des régions voisines en encourageant l'utilisation rationnelle des matériaux régionaux ou recyclés,
- de préserver la ressource en matériaux alluvionnaires et de la pérenniser dans le cadre d'une politique de gestion durable, en cohérence avec le SDAGE,
- de favoriser la proximité entre sites de production et de consommation,
- de développer, notamment dans le domaine de la voirie, l'utilisation de ressources alternatives et de techniques de retraitement et de traitement en place ainsi que l'optimisation des déblais en vue de minimiser la mise en dépôt définitive.

**Ce document a pour vocation de servir de référence régionale, à l'attention des maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre publics ou privés.**

**Il porte aussi bien sur les matériaux naturels que sur ceux issus du recyclage ou de la valorisation.**

Ce Guide est l'expression de la volonté de notre secteur d'activité d'apporter une réponse aux attentes de nos partenaires et de nos clients.

Cette publication ne représente que la première étape d'une politique de gestion raisonnée des matériaux : d'autres actions visant à promouvoir les matériaux régionaux et les techniques alternatives sont appelées à l'accompagner.



Jean-Pierre JACQUET

Président de la  
Fédération régionale des  
Travaux publics du Centre

Vincent POURQUERY de  
BOISSERIN

Directeur régional de  
l'Équipement du Centre

Christian SOUBOUROU

Président de  
l'UNICEM Centre

# Sommaire

<b>Préambule</b>	<b>3</b>
<b>Chapitre 1- Objectifs</b>	<b>6</b>
Enjeux économiques	7
Enjeux environnementaux	7
Enjeux sociétaux	7
<b>Chapitre 2 - Matériaux disponibles</b>	<b>9</b>
<b>2.1 - Granulats pour chaussée - béton et enrochements</b>	<b>10</b>
2.1.1 - Roches métamorphiques	11
2.1.2 - Calcaires	12
2.1.3 - Alluvions siliceuses et argile à silex	14
2.1.4 - Sables naturels	16
<b>2.2 - Matériaux naturels pour terrassement et assainissement</b>	
y compris les sous-produits de carrière	17
2.2.1 - Formations meubles	18
2.2.2 - Formations rocheuses ou indurées	19
2.2.3 - Les sous-produits de carrières	20
<b>2.3 - Traitement des sols pour couche de forme et assises pour trafics faibles</b>	<b>21</b>
<b>2.4 - Matériaux recyclés</b>	<b>22</b>
<b>2.5 - Autres matériaux</b>	<b>23</b>
2.5.1 - Les mâchefers d'incinération d'ordure ménagère (M.I.O.M.)	24
2.5.2 - Les sables de fonderie	25
2.5.3 - Les déchets de chantiers valorisés	26
2.5.4 - Les déchets de balayage	27
<b>Chapitre 3 - Conditions d'utilisation</b>	<b>29</b>
3.1 - Introduction	30
3.2 - Matériaux pour terrassements	31
3.3 - Matériaux pour chaussées	32
<b>Cartographie</b>	<b>35</b>
Localisation des sites de production de granulats pour matériaux de chaussées et béton	
Carte n° 1	37
Tableaux	39
Localisation des sites de production de granulats pour remblais et couches de forme	
Carte n° 2	45
Tableaux	47
<b>Annexes</b>	<b>49</b>
Documents de référence	50
Synoptique de classification des sols suivant NF 11-300 OU GTR	52
Spécifications d'usage pour les granulats destinés aux couches de chaussées	54
Contacts et liens utiles	61



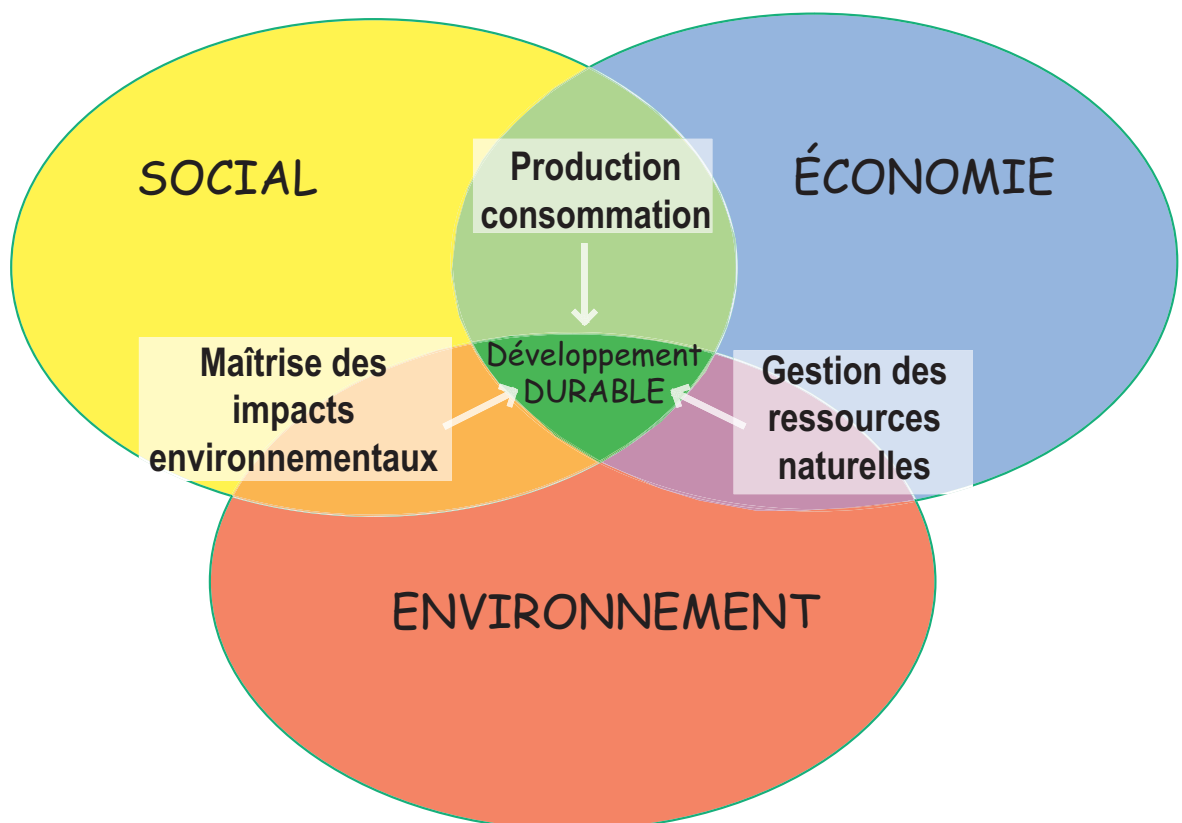


## Les enjeux du développement durable

Les enjeux économiques

Les enjeux environnementaux

Les enjeux sociétaux





## Enjeux économiques

- 1 Satisfaire aux besoins de l'économie régionale
- 2 Assurer l'approvisionnement en matériaux des chantiers de bâtiment, génie civil , travaux publics de la Région Centre.
- 3 Réduire les dépenses énergétiques liées en particulier à l'approvisionnement des chantiers en optimisant les coûts de transports des sites de production aux zones de consommation.
- 4 Choisir et utiliser les « justes » matériaux nécessaires tant en qualité qu'en quantité (éviter la « surqualité »)

## Enjeux environnementaux

- 1 Economiser les gisements de ressources naturelles non renouvelables
- 2 Faciliter la gestion des réserves en concertation avec l'ensemble des acteurs de la filière grâce à l'élaboration d'indicateurs d'objectifs suivis dans le cadre d'un observatoire.
- 3 Développer l'utilisation de matériaux locaux en substitution aux alluvionnaires : matériaux de carrières «non nobles», matériaux de déconstruction.
- 4 Valoriser les excédents de chantiers et les sols naturels par la généralisation des traitements en place ou sur sites dédiés des sols naturels.
- 5 Valoriser la réutilisation des excédents de chantiers et des sols naturels par la généralisation des traitements (en place ou sur sites dédiés) des sols naturels.

## Enjeux sociétaux

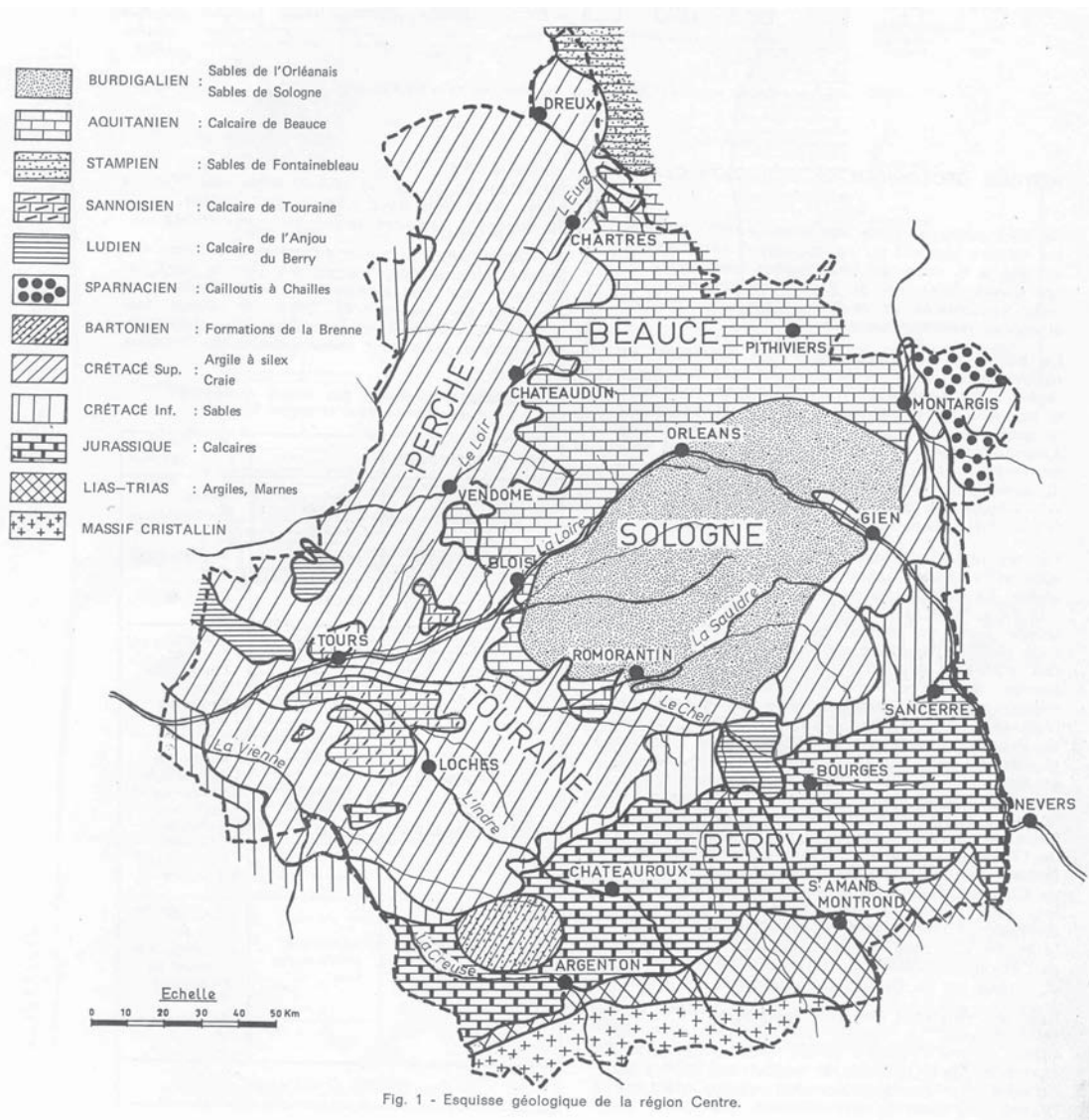
- 1 Réduire les impacts liés à la production et aux transports des matériaux nécessaires à l'approvisionnement des chantiers : limiter la consommation d'énergies, diminuer les émissions de GES (gaz à effet de serre), limiter la dégradation des réseaux routiers, réduire les risques d'accident
- 2 Optimiser l'exploitation des gisements en maîtrisant notamment les nuisances environnementales liées à la production de matériaux.



La région Centre n'est pas une région particulièrement riche en matériaux naturels pouvant répondre à toutes les spécifications d'emploi pour les infrastructures linéaires (routes, voies ferrées, voies fluviales), de plus la région s'appauvrit progressivement en ressources dites «nobles» comme les alluvions siliceuses et nombre de chantier font appel à des matériaux provenant des régions limitrophes. On dispose néanmoins de plusieurs catégories de maté-

riaux pouvant être valorisés dans les domaines d'emploi traditionnel, ou dans des domaines peu connus ou en voie de l'être (comme le traitement).

Les paragraphes ci-dessous font le point sur les ressources disponibles dans notre région en les listant par techniques d'emploi habituellement recherchées : les structures de chaussées, le béton, les enrochements, les terrassements, l'assainissement.





## Granulats pour chaussée - béton et enrochements

Les spécifications d'emploi des matériaux naturels pour les chaussées, béton et enrochements sont précisées par des normes et les matériaux réservés à ces usages peuvent faire l'objet d'une production en carrière.

Compte-tenu de ces spécifications d'em-

ploi souvent sévères (cf. chapitre 3) le nombre de sites potentiels est relativement restreint dans la région Centre. Géologiquement, les matériaux pouvant satisfaire les conditions d'emploi dans les domaines cités sont : les roches cristallines et plus particulièrement les roches métamorphiques, les calcaires, les alluvions siliceuses, et les sables fins.



## Roches métamorphiques

Les massifs cristallins formant le Massif Central affleurent tout au sud de la région Centre (cf. carte géologique) au sud des départements de l'Indre et du Cher, dans les régions d'Éguzon et d'Aigurande.

Il s'agit d'un ensemble géologiquement complexe et faillé, correspondant à des roches très anciennes et comprenant des roches de type granitique et des roches métamorphiques<sup>1</sup>. Plus précisément, il s'agit de micaschistes, de gneiss, d'amphibolite ou de leptynite. Chacune de ces roches a des caractéristiques géologiques bien précises qu'il convient de retrouver décrites dans une notice géologique propre à chaque carrière. Les plans de fracturation et de faille sont souvent le critère qui guidera l'exploitation de la carrière car ces zones de faiblesses sont souvent synonymes de moindre qualité.

Les micaschistes et les gneiss présentent des faciès de blocs durs mélangés à des faciès d'altération plus ou moins importants. Les amphibolites, noires à vert foncé, bien que dures ont des plans de schistosité très marqués provoquant des directions de moindre résistance. Les leptynites souvent de teinte rosée ou brunâtre, ressemblent

à des micro-granites et peuvent présenter des faciès d'altération ressemblant à des arènes granitiques.

L'ensemble de ces roches, qualifiées de roches dures, est extrait à l'aide d'explosifs et traité dans des installations de concassage criblage allant souvent jusqu'à une production tertiaire pour les sables.

Les caractéristiques intrinsèques de ces matériaux sont souvent comprises dans les fourchettes suivantes :

	gneiss	amphibolite
Los Angeles	18 à 22	14 à 18
Micro Deval en présence d'eau	10	5 à 7

Les coefficients de polissage sont de l'ordre de : PSV  $\approx$  50 à 56

Les productions sont valorisées à tous les niveaux de la structure chaussée y compris les couches de roulement. Bien que de maniabilité un peu difficile, les matériaux trouvent aussi des débouchés dans les bétons, pour les gravillons seulement.

De masse volumique élevée et étant très peu gélifs, ces matériaux constituent des enrochements de choix.

<sup>1</sup> Les roches métamorphiques sont des roches qui ont été transformées (par l'action combinée de la température et de la pression)







## Calcaires

Dans la région Centre, on rencontre deux types de calcaires de genèse et d'âge très différents :

- des calcaires d'origine marine, datant du Jurassique, et déposés en milieu marin récifal ou péri-récifal
- des calcaires lacustres, plus récents datant du tertiaire

L'origine fondamentalement différente de ces deux types de calcaire se retrouve au niveau des caractéristiques du gisement :

- Les calcaires lacustres sont les plus connus de la région Centre et ont fait l'objet d'articles et cartographie spécifiques. C'est le cas des calcaires de Beauce.

Ils sont par nature très hétérogènes : leurs faciès sont variables avec une continuité des horizons de l'ordre du mètre. On trouve des brèches, des calcaires caverneux, des calcaires lithographiques, des calcaires argilo-marneux. Ils sont souvent le siège d'une karstification avec remplissage argileux. Ils peuvent être tendres, mous ou au contraire très durs. Des horizons purement siliceux, les meulières, se sont quelquefois développés dans ces massifs calcaires ce qui contribue à augmenter la dureté des matériaux. Les caractéristiques sont des caractéristiques moyennées par zone d'extraction.

Les calcaires lacustres sont situés globalement au Nord de la Loire, dans la région de la Beauce et du Gâtinais. Une autre de ces formations se situe du côté de Tours.

Toutes ces formations prennent des noms variables : calcaire de Touraine, de Beauce, de Morancez, ...

Quelques caractéristiques des calcaires lacustres :

	Calcaire de Beauce « primaire[1] »	Calcaire de Beauce « secondaire[2] »	Calcaire de Touraine
Los Angelès	27 à 36	25 à 33	30 à 42
Micro Deval en présence d'eau	17 à 41	11 à 36	21 à 60

- Les calcaires d'origine marine déposés par couche, forment des gisements beaucoup plus réguliers. Ce sont des alternances de bancs calcaires à grains fins, de couleur blanc crème à bleu selon les niveaux.

Ces calcaires sont localisés dans le Berry pour l'essentiel. On distingue deux horizons d'âges différents :

- Le calcaire « pavé » de l'Hettangien, en bancs de 1 à 2 mètres dans le sud-est de la région Centre ; très hétérogène et de performances réduites, il est peu exploité,
- Les calcaires du Jurassique occupent la grande majorité des surfaces de la Champagne Berrichonne . Dans la zone du Subdray, dans la région de Bourges, un calcaire plus homogène et de meilleures caractéristiques est largement valorisé avec un large éventail de domaine d'utilisation. Une autre formation est également exploitée vers Châteauroux. Ces formations présentent parfois des pollutions argileuses dues à des interlits ou des poches argileuses (karsts).



## Calcaires

Quelques caractéristiques des calcaires d'origine marine :

Dans un contexte de raréfaction des ressources alluvionnaires, les calcaires sont de

	Hettangien	Le Subdray
Los Angeles	27 à 31	20 à 29
Micro Deval en présence d'eau	22 à 39	12 à 23

plus en plus utilisés dans les produits « bétons » quand ils peuvent répondre aux exigences normatives.

Ces calcaires, sauf ceux dits du Subdray, sont sensibles à la gélifraction.

Pour tous ces calcaires, lacustres et marins, les installations comprennent au minimum 2 niveaux de concassage / criblage (primaire et secondaire), après une extraction par minage. Les carrières importantes complètent leur production par des produits lavés.

L'utilisation de certains de ces calcaires se généralise à toute la structure de chaussée à l'exception des couches de roulement.

L'emploi des calcaires en enrochement se fait en dérogation aux règles courantes de dimensionnement car ils sont souvent de masse volumique inférieure aux critères recherchés et leur forme est souvent tabulaire. Moyennant des précautions pour tenir compte de leurs caractéristiques réelles, en imposant notamment un tri en carrière pour prélever les blocs les plus intéressants et en vérifiant l'absence de fissure ou de fractures importantes, leur valorisation en enrochement peut s'envisager.





## Alluvions siliceuses et argile à silex

On regroupe dans ce chapitre l'ensemble des matériaux ayant fait l'objet d'une reprise sédimentaire au cours des temps géologiques, par des remaniements de type fluvial.

On associe à ces alluvions des formations d'argile à silex permettant d'obtenir après élaboration adaptée des granulats siliceux (une exploitation en Eure et Loir).

➔ Les alluvions sont les formations géologiques les plus récentes : elles se forment par érosion et reprise

des sédiments et des formations plus anciennes sous l'effet des courants fluviaux. Les matériaux repris sont ensuite déposés au gré des divagations des cours d'eau, dans des chenaux ou selon la vitesse du courant, un tri granulométrique s'effectuera. Les horizons comprennent des sédiments très fins argileux correspondant aux zones sans ou de faible courant (anciens bras morts, ...) des horizons sableux et des horizons graveleux dans les zones de plus fort courant. D'une manière générale, les alluvions prennent une forme émoussée et arrondie propre à l'usage et au mode de transport par l'eau. De même, ce mode de transport élimine les éléments fracturés ou fragiles : ceci conduit souvent à ce que les alluvions constituent des gisements de graves de bonne qualité.

La nature pétrographique des graves dépend de la nature des terrains traversés : il peut s'agir de silex, de calcaire, de roches magmatiques ou métamorphiques.

Selon l'histoire du cours d'eau, on pourra distinguer les alluvions actuelles déposées dans le lit majeur et les alluvions anciennes formant les terrasses (ou « falaises »).

	Alluvions de Loire	Alluvions du Loir	Alluvions du Cher
Los Angeles	15 à 25	18 à 23	25 à 35
Micro Deval en présence d'eau	5 à 15	4 à 12	15 à 25

Ces formations meubles peuvent être criblées, lavées, et quelquefois concassées selon l'emploi recherché.

Les alluvions sont à considérer comme une formation « rare » qu'il convient donc de valoriser dans des domaines à large valeur ajoutée. Elles sont de moins en moins utilisées pour les assises de chaussée, mais constituent par contre des matériaux de choix pour les bétons. Leur emploi en remblai est à éviter.

➔ De manière plus anecdotique il existe un autre gisement de graves siliceuses issues des argiles à silex. Le terme très vague d'« argile silex » regroupe un ensemble très large de formations géologiques. Certaines dénommées plus précisément « bief à silex » et « argiles à chailles » constituent des gisements de silex remaniés par des événements torrentiels boueux. Ces gisements de silex sont donc enrobés d'une gangue argilo-sableuse plus ou moins importante, dans des formations déposées en chenaux de taille souvent imposante.



## Alluvions siliceuses et argile à silex

Les formations les plus intéressantes se situent dans le Nord du Loiret (vers Montargis) et de l'Eure-et-Loir.

	chailles
Los Angeles	18 à 23
Micro Deval en présence d'eau	3 à 21

Ce sont des formations meubles qui pour être valorisées en carrière, nécessitent au préalable des opérations très lourdes (tri, pré-criblage, débouillage) consommatrices d'eau. Une opération originale (dans le cadre des travaux de l'A77 à Dordives) de valorisation des chailles par traitement préalable à la chaux vive avant criblage est à signaler.

Après criblage et concassage, les silex trouvent des emplois dans les bétons hydrauliques, et dans les assises de chaussées. Les chailles non concassées peuvent convenir en petits enrochements.

Ce matériau peu connu à ce jour sera probablement amené à monter en puissance compte-tenu des

réserves potentielles importantes dans la région Centre, en bénéficiant notamment des retours d'expérience de la région Ile de France (cf. guide régional « Les Chailles »).





## Sables naturels

Il existe des formations géologiques composées quasiment exclusivement de sables, connues et exploitées pour leurs caractéristiques. Il s'agit :

- des sables alluvionnaires (Quaternaire)
- des sables de Fontainebleau (Stampien)
- des sables du Perche (Cénomaniens)
- des sables rouges de l'Orléanais (Burdigalien)

Dans notre région, leur mode de dépôt est toujours lié à une mise en place par l'eau, soit en milieu marin (sables de Fontainebleau, sables du Perche) soit en milieu fluvial (sables alluvionnaires).

➤ Les sables de Fontainebleau situés principalement au nord-est du département d'Eure-et-Loir, ne constituent qu'un gisement anecdotique à l'échelle de la Région Centre. Ces matériaux siliceux très purs sont activement exploités pour l'industrie de la verrerie et de l'électronique. En travaux publics, leur emploi s'est trouvé limité aux couches de fondation comme sables traités aux liants hydrauliques, ou encore comme correcteur granulométrique pour la fabrication des bétons hydrauliques et hydrocarbonés.

➤ Les sables du Cénomaniens forment des niveaux très épais (70 à 120 m) composés quasiment exclusivement de grains de quartz très fins. Ces sables sont parfois pollués par des horizons argileux et ils

contiennent également une quantité non négligeable de minéraux accessoires nocifs comme des micas. Peu exploités dans le contexte local, ils possèdent néanmoins des caractéristiques intéressantes qui peuvent être mis en valeur soit par des opérations de lavage soit de traitement, pour un réemploi en béton ou en couche traitée aux liants hydrauliques.

Situés principalement dans le Perche, on trouve également d'autres gisements à Vierzon, à Vouzay, Braloup, Boursay ...

➤ Les sables rouges de l'Orléanais ont fait l'objet d'une utilisation intensive lors de la confection du réseau routier autour d'Orléans, principalement en utilisation en couches de fondation et surtout de forme par le biais de traitement aux liants hydrauliques. Ce sont des sables grossiers argileux de couleur rouge, présents sur les rives de la Loire en amont immédiat d'Orléans

➤ De manière anecdotique, il est bon de préciser que la région possède d'autres gisements de sables non exploités à ce jour et qui pourraient faire l'objet de valorisation notamment par le biais de traitements appropriés. Il s'agit des sables de la Puisaye, des sables d'âge Bartonien (région de St Ouen les Vignes et de Châteauroux), sables du Cénomaniens en Loir-et-Cher, Indre-et-Loire et dans le Cher, les sables et graviers d'âge Eocène de la région de Montargis.

## Matériaux naturels pour terrassement et assainissement y compris les sous-produits de carrière

Les conditions d'emploi des matériaux dans le domaine des terrassements permettent un emploi très large de matériaux : pratiquement tous les sols trouvent un débouché soit dans la réalisation de remblai (après identification), soit dans la réalisation de couche de forme (après étude de vérification). Ces domaines d'emploi se restreignent un peu lorsqu'il s'agit d'un emploi en remblai d'assainissement ou en remblai technique d'ouvrage d'art. Trois guides encadrent les prescriptions d'emploi en France dans le domaine des terrassements et de l'assainissement (cf. chapitre 3).

La géologie de la région Centre permet de fournir un large éventail de sols de bonne qualité pour la réalisation des remblais en grande masse, en plus des matériaux naturels élaborés déjà cités ci-dessus. On distinguera les formations meubles et les formations « rocheuses » ou indurées.





## Formations meubles

Ces formations sont par définition facilement extractibles par des engins classiques. Dans notre région, elles ont cependant aussi le désavantage d'être riches en argile et donc d'être sensibles aux intempéries (sécheresse, pluie, gel). Le recours à des traitements spécifiques permet de s'affranchir le plus souvent des conditions extérieures selon les domaines d'emplois auxquels ces sols sont destinés.

Dans les formations les plus courantes on citera :

- Les limons et limons argileux
- les sables argileux et argiles sableuses : formations de Sologne et de l'Orléanais, formations de la Brenne
- les faluns
- les argiles à silex comprenant : les biefs à silex, les formations résiduelles à silex, les argiles à Chailles
- les argiles et marnes soit d'âge Tertiaire, soit du Lias/Trias

Dans leur grande majorité ces sols sont classés A1, A2, A3, A4, B5, B6 au sens de la norme NF P 11-300.

A cette liste se rajoutent les formations citées dans le paragraphe précédent, et qui en plus de leur domaine de prédilection peuvent également trouver des débouchés en Terrassement et en Assainissement, bien qu'il conviendrait de réserver ces matériaux pour des usages à forte valeur ajoutée:

- les roches métamorphiques et les calcaires,
- les alluvions,
- les sables.



## Formations rocheuses ou indurées

Les formations « rocheuses » sont dans notre région représentées par :

- les calcaires,
- les roches cristallines métamorphiques et granitiques

les formations à dominante rocheuse ou très fortement indurées sont :

- les craies
- les craies sableuses ou « Tuffeau »
- les marnes et calcaires lacustres (de Touraine, de Morancez, les formations contemporaines au calcaire de Beauce s.s. : molasse du Gâtinais, calcaire d'Etampes...)

Toutes ces formations peuvent trouver un emploi en Terrassement – Couche de Forme moyennant une adaptation du mode d'extraction et de réduction de la blocométrie : explosifs, engins d'extraction de forte puissance, engins d'appoints type BRH...

Leur identification selon la norme NF P 11-300 se situe généralement en C1 ou C2 avec une sous-classification en A1, A2, B5, B4 pour les résultats les plus courants.







## Les sous-produits de carrières

Les opérations de préparation et d'élaboration de la ressource naturelle en carrière en un produit fini (granulat, roche ornementale, matière première minérale ...) conduisent à l'élimination d'une certaine quantité de matériaux formant le vaste ensemble des sous-produits de carrière.

Au cours du processus, les sous-produits générés sont :

- les matériaux de découverte,
- les matériaux de pré-criblage,
- les excédents de production,
- les fines de dépoussiérages,
- les boues de décantation des eaux de lavage,
- les chutes ou résidu de sciage...

Ils n'ont pas tous la même importance quantitative ou qualitative. Ces sous-produits sont également extrêmement variables d'une carrière à une autre selon les processus de fabrication retenus, selon la géologie de la carrière et selon le contexte économique local et les processus d'élaboration des sous-produits.

En dehors de toute contrainte économique, ils trouveront facilement un réemploi en Terrassement voire en Assainissement, moyennant souvent une adaptation de leur état hydrique ou de leur teneur en fines (teneur en argile).

Les techniques actuelles de traitement à l'aide de liants hydrauliques (chaux, ciments, liants routiers, traitements mixtes chaux-ciment ou chaux-liant routier) permettent d'envisager des emplois en couche de forme traitée aux liants hydrauliques. Pour cela, l'élaboration des stocks de sous-produits doit être conduit intelligemment, en formant de nouveaux gisements homogènes. Sous cette dernière condition, on peut éventuellement envisager des emplois en couche de fondation, dans la limite de ce que les guides en vigueur peuvent autoriser.



## Traitement des sols pour couche de forme et assises pour trafics faible

Lors des études géotechniques pour la construction de chaussées ou de plate-formes industrielles et commerciales, l'opportunité de constituer une plate-forme support de chaussée d'excellente qualité à court et long terme par un traitement des sols en place ou issus du chantier est à examiner systématiquement. Le guide LCPC-SETRA pour le traitement des sols

en remblai et couche de forme (GTS 2000) précise les conditions préalables d'étude<sup>1</sup>. Pour les assises de chaussées, un guide CFTR à paraître, complétant les normes NF EN 14227-10 à 14 définit plus précisément les caractéristiques des sols aptes à cet emploi, notamment vis-à-vis de leur homogénéité et la norme NF P 98-114-3 fixe les conditions d'étude en laboratoire.



<sup>1</sup> Le guide de traitement des sols (LCPC - SETRA), de 2000 se complète par les normes NFP 94 - 102 - 1 et 2



## Matériaux recyclés

Deux gisements de matériaux peuvent être exploités pour éviter les mises en décharge et limiter le recours aux ressources naturelles :

- les bétons de démolition (voir également §II-4-2) : encore peu développé en région Centre, notamment pour les bâtiments, leur recyclage est possible moyennant un tri avant élaboration. Leur utilisation en tant que granulat sera prochainement précisé par les normes européennes sur les granulats.
- la route elle-même :
  - avec un retraitement en place à froid aux liants hydrauliques le plus souvent ou hydrocarbonés, lorsque la faisabilité de ce retraitement a été démontrée par une étude préalable comportant des sondages. Cette possibilité est à envisager pour la

réfection des routes à trafic faible à moyen en lieu et place des techniques usuelles de renforcement par apport de couches supplémentaires de chaussée. Les conditions de faisabilité du retraitement, en fonction de l'état des matériaux présents dans la chaussée, sont précisées dans le guide technique SETRA-CFTR – Retraitement en place à froid des anciennes chaussées (juillet 2003).

- les matériaux bitumineux issus de la déconstruction ou du fraisage de chaussées sont également recyclables dans la fabrication de nouveaux enrobés dans des conditions décrites par le guide SETRA-CFTR - Retraitement des chaussées et recyclage des matériaux bitumineux de chaussées (juillet 2004). Dans ce cas les granulats mais aussi le bitume de l'ancienne chaussée sont réutilisés.



## Autres matériaux

On trouvera sous cette rubrique la description de certains sous-produits ou co-produits fréquemment valorisés en technique routière : les mâchefers, les sables de fonderie, les excédents de chantier valorisés, les déchets de balayage. Ce sont les sous-produits les plus courants dans la région Centre.

Il existe de nombreux autres sous-produits d'origine industrielle ou non qui peuvent dans certains cas faire l'objet de valorisation. On pourra utilement consulter le site Internet sur l'Observatoire Français du Recyclage dans les Infrastructures Routières (OFRIR) à l'adresse <http://ofrir.lcpc.fr> pour plus de renseignements concernant ces sujets.





## Les mâchefers d'incinération d'ordure ménagère (M.I.O.M.)



### 2.5.1 - Les mâchefers d'incinération d'ordure ménagère (M.I.O.M.)

Les Mâchefers d'Incinération d'Ordures Ménagères (M.I.O.M.) sont les scories ou les résidus solides résultant de la combustion des déchets d'ordures ménagères. Ces déchets sont récupérés en sortie des fours des usines d'incinérations. La composition des MIOM varie selon les techniques d'incinération.

Il convient de distinguer les MIOM, des cendres issues du traitement des fumées (les REFIOM), qui constituent un déchet toxique à évacuer en décharge et ne pouvant en aucun cas être valorisé ni mélangé aux MIOM.

Les M.I.O.M. sont généralement dirigés vers des Installations de Maturation et d'Élaboration (IME), dans lesquelles ils subissent différentes opérations visant à les débarrasser de certains éléments grossiers et/ou métalliques, et à améliorer leur homogénéité et leur stabilité. Ces opérations comprennent le plus fréquemment différentes phases de criblage, du déferrailage, quelquefois l'enlèvement des métaux non-ferreux (aluminium) puis une phase de maturation en stock à l'air libre. A l'échelle d'une usine, la qualité des MIOM est relativement stable. On enregistre quelquefois des variations saisonnières liées à la qualité des déchets collectés.

Le contrôle de la qualité des MIOM porte principalement sur la protection de l'environnement incluant la mesure de la quantité d'imbrûlés (résultat de la qualité d'incinération) et la teneur en métaux lourds, dont on doit vérifier la faible solubilité pour déclarer le matériau « Valorisable » au sens des textes actuels. Dans ce cas, on a affaire à des graves 0/20 mm ou 0/31,5 mm, se caractérisant par des résistances mécaniques faibles à modérées et une teneur en eau plus ou moins élevée selon le stade de maturation.

	MIOM
Los Angeles	35 à 50
Micro Deval en présence d'eau	15 à 45

Les textes administratifs actuels<sup>1</sup> fixent les conditions d'utilisation des MIOM aux remblais, couches de formes et de fondation, en évitant les zones à proximité de ressources en eau au sens large (zone de captage, rivières, zone humide...) et sous réserve des études de caractérisations techniques d'usage. Le réemploi en remblai d'assainissement est proscrit. Les MIOM traités aux liants hydrauliques peuvent s'envisager sous réserve de vérifications prouvant l'absence de gonflement.

<sup>1</sup> Circulaire du ministère de l'environnement du 9 mai 1994



## Les sables de fonderie

Dans la région Centre le seul sous-produit industriel présent en quantité non négligeable est le sable issu du recyclage des moules utilisés en usines de fonderie.

À l'origine les sables sont des sables siliceux (type sable de Fontainebleau) de très bonne qualité pour permettre le respect des process industriels. Dans certaines usines, le sable est moulé avec des liants minéraux ou organiques à base de phénol, liant organique que l'on retrouve ensuite dans les stocks après recyclage.

Ces stocks peuvent présenter des granulométries variables (présence de débris de

moule), quelquefois avec présence d'autres déchets selon le soin mis à gérer le sous-produit.

Le contrôle de la qualité des sables de fonderie porte principalement sur la teneur en phénol. Après criblage pour éliminer les éléments grossiers, le sable souvent de couleur noirâtre présente une granulométrie de type 0/2mm. Sous réserve de teneurs en phénol acceptables<sup>1</sup> les sables de fonderie peuvent être valorisés en remblai ou remblai d'assainissement. Les textes actuels tolèrent également la possibilité de traitement aux liants hydrauliques, si les performances mécaniques sont acceptables.





## Les déchets de chantiers valorisés

On distinguera deux catégories de matériaux issus de chantiers valorisés :

- les excédents de chantier issus des déblais par opération de terrassement,
- les déchets générés par la démolition ou la déconstruction de bâtiments.
- Les excédents de chantier constitués majoritairement des terres et autres sols extraits des déblais sont considérés comme des « déchets inertes de matériaux minéraux naturels et de terres non polluées ou dépolluées » (décret n° 2002-540 du 8 avril 2002). Certaines installations récentes ont vocation à collecter ces matériaux et à les valoriser, au lieu des mises à la décharge habituelles.

La qualité des déblais dépend : de la nature des travaux (tranchées en milieu urbain, en milieu rural, terrassements en grands déblais...) et de la géologie à proximité du site de collecte. Dans la région Centre, les terres collectées correspondent globalement à des argiles plus ou moins sableuses. Les matériaux collectés peuvent être mêlés à des matériaux de déconstructions d'ouvrages (chaussée, trottoir..).

Le processus de recyclage des matériaux est basé essentiellement sur le tri à l'arrivée qui permet de séparer les matériaux de déconstruction et autres matériaux douteux, des terres valorisables qui formeront les Excédents de Chantier Valorisés. Les Excédents de Chantier Valorisés sont ensuite stockés, avec ou sans criblage. Ces matériaux font dans certains cas l'objet d'un traitement à la chaux vive (cas le plus fréquent), ce qui permet de réduire la sensibilité à l'eau des terres et augmente le pourcentage de valorisation.

Les Excédents de Chantier Valorisés trouvent un large domaine de réemploi en remblai et remblai d'assainissement.

- Les déchets issus de la démolition ou de la déconstruction d'ouvrage peuvent faire l'objet d'un recyclage afin d'obtenir des granulats utilisables en techniques routières.

La provenance de ces déchets est très diverse et génère donc des matériaux de qualité et de nature très variable : bois, briques, béton, pierre naturelle, ferraille, plastiques...

Les plates-formes dédiées au recyclage de ces matériaux doivent donc dans un premier temps refuser les déchets évolutifs ou dangereux tels que amiante, plâtre, produits dérivés de la houille, terres polluées et autres Déchets Industriels Spéciaux (DIS).

Après cette phase sélective, les matériaux de démolition peuvent faire l'objet d'une élaboration plus ou moins pointue selon la plate-forme, basée sur du criblage, du concassage, du déferrailage, du tri manuel.

Les matériaux résultants peuvent constituer des stocks de graves non calibrées, des graves 0/D, des gravillons et cailloux, éventuellement des sables. Leurs caractéristiques mécaniques sont extrêmement variables selon l'origine des déchets et il convient d'identifier les stocks par de nombreux essais. Compte-tenu de l'origine de ces matériaux, il convient de vérifier l'absence de sulfate qui peut être cause de désordres par gonflement.

Les produits issus du recyclage conviennent selon leurs performances, pour des utilisations en remblai, en accotement, en couche de forme, en assise de chaussée.

## Les déchets de balayage

Les produits issus de l'entretien des chaussées par balayage correspondent à des sables peu grossiers, avec une fraction argileuse peu importante. Ces sables peuvent contenir des matériaux indésirables tels que plastiques, cartons, cigarettes ... et sont légèrement pollués par des métaux lourds.

Certaines entreprises sont spécialisées dans le recyclage des déchets de balayage. L'élaboration d'un produit final intéressant

comprend souvent une phase de lavage (avec ou sans agents d'extractions chimiques), et des phases de criblage pour éliminer les éléments grossiers indésirables puis trier les sables. La phase de criblage est souvent complétée par une opération de cyclonage. Les matériaux obtenus sont valorisables sous réserve de vérifier leur caractère non polluant et leurs caractéristiques intrinsèques pour l'emploi prévu. Les sables ainsi produits (souvent en faible quantité) conviennent pour des remblais d'assainissement.







## Chapitre 3 - Conditions d'utilisation



On caractérise de façon différente les matériaux, avec les spécifications associées, suivant leur destination :

- pour les matériaux utilisés en terrassement et en couche de forme...
- pour les matériaux utilisés en enrochement...
- pour les matériaux utilisés en couches de chaussée...





## Introduction

On caractérise de façon différente les matériaux, avec les spécifications associées, suivant leur destination :

➔ pour les matériaux utilisés en terrassement et en couche de forme, les critères de classification et les conditions d'utilisation sont définis respectivement par la norme NF P 11-300 par des guides techniques (GTR de 1992 : Guide technique pour les terrassements et les couches de forme – GTS de 2000 : guide technique pour le traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Guide de 1994 pour le remblayage des tranchées et la réfection de chaussée). L'objectif est d'obtenir, avec une palette de matériaux la plus large possible, une plate-forme support de chaussée de bonne portance à court terme, pour construire dans de bonnes conditions la chaussée, et à long terme pour contribuer à sa durabilité.

➔ Pour les matériaux utilisés en enrochement, les normes NF EN 13383-1 et -2

➔ pour les matériaux utilisés en couches de chaussée, on fait référence à des normes françaises et européennes, des notes d'information du CFTR (Comité français pour les techniques routières) et de

guides techniques. L'objectif est d'obtenir des matériaux homogènes et dont les caractéristiques soient compatibles avec les contraintes qu'ils auront à subir : ceci est traduit par des spécifications, variables en fonction de l'utilisation des matériaux (type de mélange, position dans la structure de chaussée, trafic)

Pratiquement, le plus souvent :

➔ les matériaux pour terrassement et couche de forme sont des sols naturels et on adapte les conditions d'utilisation à leurs caractéristiques,

➔ les matériaux pour chaussées sont des granulats élaborés en carrière ou de recyclage et dont les caractéristiques conditionnent les possibilités d'utilisation.

D'autres matériaux disponibles localement peuvent également être utilisés, sous réserve de faisabilité technique (sols naturels pour assises de chaussée) et de respect de la réglementation environnementale (granulats de source secondaire: sous-produits industriels, mâchefers d'incinération d'ordures ménagères).

## Matériaux pour terrassements

De façon générale, tous les sols naturels rencontrés en Région Centre, à quelques rares exceptions (sols gonflants par exemple) sont utilisables en terrassement (corps de remblai et couche de forme) moyennant des conditions d'utilisation adaptées à leur nature géotechnique. On cherchera donc pour les chantiers de construction de chaussées neuves à définir ces conditions d'utilisation par une étude géotechnique préalable avec l'objectif de limiter au minimum les évacuations de matériaux : les techniques de traitement des sols à la chaux et aux liants hydrauliques ont fait de très gros progrès et sont maintenant opérationnelles pour contribuer fortement à cet objectif. Si des matériaux d'apport restent cependant nécessaires, on cherchera à utiliser au mieux des sites d'extraction locaux ou des sous-produits de carrière avec si nécessaire un traitement des matériaux disponibles. De même, l'utilisation de matériaux issus de déblais et valorisés par traitement à la chaux voire aux liants hydrauliques sur des plates-formes créées à cet effet doit être encouragée.

L'utilisation rationnelle de ces matériaux passe par des études de laboratoire pour les identifier géotechniquement en s'appuyant sur le GTR et définir les conditions de traitement, si nécessaire, avec l'aide du GTS. Le contenu de ces études sera adapté à la nature et à la connaissance que l'on a des matériaux : il sera plus détaillé pour les matériaux peu connus ou aux caractéristiques rendant leur emploi plus difficile. Elle passe aussi par une bonne organisation des chantiers, avec des matériels de traitement et de mise en œuvre adaptés. C'est à ces conditions qu'on pourra valoriser au mieux les matériaux disponibles sur place et éviter l'apport de matériaux aux caractéristiques surabondantes. Les plates-formes de valorisation de déblais qui se développent actuellement doivent à l'évidence intégrer une organisation permettant de maîtriser les modalités d'accueil et de traitement des matériaux sur leur site.





## Matériaux pour chaussées

Plusieurs types de matériaux peuvent être utilisés en tant que constituants pour la fabrication des couches de chaussée :

- ➔ des granulats élaborés en carrière, conformes aux spécifications choisies dans les normes NF EN 13242 (granulats pour mélanges traités ou non aux liants hydrauliques) et NF EN 13043 (granulats pour enrobés), complétées par la norme XP P 18-545 qui simplifie la codification et apporte des compléments pour le contrôle de conformité. Le choix des catégories définies par ces normes, en fonction de la destination des granulats, est fait avec l'aide de la note d'information n°10 du CFTR. Pour la région Centre, la règle de compensation limitée à 5 points entre la résistance à la fragmentation (coefficient Los Angeles) et la résistance à l'usure (coefficient micro-Deval en présence d'eau) est admise pour la rédaction des marchés : elle est justifiée par une longue expérience technique régionale en particulier pour les calcaires, avec le souci d'une utilisation économe et rationnelle de la ressource dans une perspective de développement durable. Les granulats recyclés (issus de la démolition de bâtiments par exemple) sont également utilisables dans les mêmes conditions mais ils font l'objet de spécifications complémentaires, en particulier sur leur composition (notamment la teneur en sulfates solubles dans l'eau pour les bétons de démolition).

*NOTA : Les granulats font réglementairement l'objet d'un marquage CE par le producteur pour pouvoir être mis sur le marché.*

- ➔ des graves non traitées, élaborées en une seule fraction, utilisables pour les chaussées à faible trafic et conformes aux spécifications choisie dans la norme NF EN 13285 avec l'aide de la note d'information n°12 du CFTR.

- ➔ des matériaux naturels (sables et certains sols, dont des sous-produits de carrière) destinés à être traités aux liants hydrauliques, sous réserve de conditions d'homogénéité et de compatibilité avec les liants. Leur utilisation reste limitée aux faibles trafics et doit tenir compte de conditions particulières d'emploi décrites dans le guide technique CFTR pour le traitement des sols en assises de chaussée (à paraître). L'utilisation de matériaux à caractère évolutif comme par exemple les faluns de Touraine (du fait de la friabilité et de la faible dureté des coquilles qui les composent) n'est pas conseillée en couche de chaussée non traitée et leurs caractéristiques conduisent à de faibles performances mécaniques après traitement aux liants hydrauliques même avec des dosages élevés de liant.



## Matériaux pour chaussées

⇒ les agrégats d'enrobés, issus du fraisage ou de la démolition d'enrobés bitumineux, pouvant être recyclés en centrale pour la fabrication de nouveaux enrobés. Les spécifications et les conditions de recyclage sont définies par les normes NF EN 13108-8 et XP P 98-135 et précisées pour le réseau routier national par la circulaire n°2001-39 du 18 Juin 2001 relative à la gestion des déchets. Ce recyclage se fait sans difficulté en couches d'assises au taux de 10% du nouvel enrobé et ceci sans étude complémentaire de laboratoire.

Enfin, des techniques de recyclage et de retraitement à froid en place des chaussées sont maintenant opérationnelles. Deux guides techniques du SETRA-CFTR définissent les modalités pratiques à mettre en place, notamment au niveau des études préalables afin de s'assurer que le gisement que constitue la route soit compatible avec ces techniques.

