

## SABLES EXCEDENTAIRES DE CARRIERES

DECEMBRE 1985

### RESUME

L'optimisation de l'exploitation des carrières oblige à utiliser l'ensemble de la production et notamment les sables. La Directive pour la "Réalisation des Assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques" SETRA-LCPC (1985) doit permettre pour les sables d'aider à atteindre cet objectif. Cependant ce document, de portée générale, mérite d'être illustré par des exemples d'application régionaux.

Dans ce cadre, le but de cette note d'information est d'analyser le cas des sables excédentaires de grandes carrières, à partir de l'exemple du sable de la carrière de LA GOURAUDIERE (Deux-Sèvres).

Les études de traitement de ces matériaux au laitier, avec un activant puissant (sulfatique) ont montré que l'on obtenait des mélanges de très hautes caractéristiques, utilisables en assises de chaussées (base et fondation) jusqu'à des trafics élevés.

### I - PREAMBULE

La recherche d'économies dans les projets, ainsi que la nécessité de préserver les ressources naturelles non renouvelables conduisent à essayer d'utiliser au mieux tous les matériaux disponibles.

Dans sa circulaire n° 84-47 du 16 juillet 1984 relative à une politique des granulats en technique routière, le Directeur des Routes précise les règles qu'il convient d'appliquer :

"Pour les assises de chaussées, les spécifications en vigueur permettent de faire appel aux matériaux locaux lorsque leurs caractéristiques diffèrent assez peu des valeurs spécifiées.

"Des formules innovantes de mise en oeuvre justifient parfois des dérogations ponctuelles, à la condition expresse que des études de laboratoires et des résultats d'études antérieures permettent d'évaluer avec précision les risques encourus".

"Au cours de ces dernières années, la Direction des Routes a fait réaliser

par le réseau technique de nombreuses études et recherches pour cerner les possibilités d'emploi des matériaux locaux, nombre d'entre eux ayant déjà fait l'objet de chantiers expérimentaux et de bilan de comportement.

Dans ce cadre, une des préoccupations de la Direction des Routes est d'assurer l'emploi des matériaux résiduels des carrières existantes en fonction de leurs caractéristiques géotechniques et de leur prix. C'est le cas en particulier des sables. Des formules de sables traités ont ainsi été mises au point et testées sur des chantiers d'essais ; les résultats obtenus permettent leur utilisation en assises de chaussées moyennant un dimensionnement approprié".

La Directive pour la "Réalisation des Assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques" SETRA-LCPC (1985) intègre les principales connaissances sur le sujet : méthodologie d'étude, mode de traitement, opérations de chantier et protection de surface de ces sables traités.

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES  
OU  
ANNEXES

- . Directive pour la réalisation des Assises de chaussées en sables traités aux liants hydrauliques. SETRA-LCPC 1985  
(complément à la directive pour la réalisation des assises de chaussées en graves traitées aux liants hydrauliques SETRA- LCPC 1983) ;
- . Catalogue des Structures type de chaussées neuves. DRCCR.1977 ;
- . Manuel de Dimensionnement des chaussées neuves à faible trafic (SETRA-LCPC 1981) ;
- . Sable de la GOURAUDIERE (Deux-Sèvres) : étude du LR de BORDEAUX, Planche expérimentale en Charente-Maritime.
- . Sable de VIGNATS (CALVADOS) : étude du LR de ROUEN et LROP (Trappes) renforcement de la RN 26 (ORNE) et RN 183 (YVELINES).
- . Sable de RAON L'ETAPE (VOSGES) : étude du LR de NANCY - renforcement la RN 74 (MOSELLE)

---

**II- METHODOLOGIE GENERALE DE  
VALORISATION DES SABLES  
EXCEDENTAIRES DE CARRIERE  
(RAPPEL DE LA DIRECTIVE DE  
1985)**

---

Les sables excédentaires de carrière peuvent se présenter sous divers aspects, relatifs notamment à la granularité, la propreté et la teneur en fines.

II.1 CLASSIFICATION

Il est nécessaire, en premier lieu, de classifier ces sables : la Directive de 1985 répond à ce premier objectif. On note que dans de nombreux cas, les sables excédentaires dans les carrières se classent (au sens de la Directive) parmi les sables propres ou légèrement pollués. Ils sont donc d'utilisation facile en technique routière.

II.2 RECHERCHE DE LA STABILITE  
DU MATERIAU

La classification demande une analyse qui doit permettre de trouver les moyens de rendre le sable "stable" pour assurer une mise en oeuvre sans problème majeur. Cela peut se faire en "enrichissant un sable pauvre en fines" (cas d'un sable lavé) par un apport de correcteur approprié, ou inversement en réduisant le taux de fines d'un sable trop riche en fines, par apport de sable "maigre" (sable lavé, naturel ou concassé). De même, il est utile de "grossir" un sable trop fin par un apport de matériau plus grenu (pour diminuer les risques de feuilletage à la mise en oeuvre et favoriser l'accrochage des couches supérieures).

II.3 TRAITEMENT

Quant au type de traitement, par un liant hydraulique, la Directive indique qu'a priori, tous les liants existants sur le marché (laitiers granulés éventuellement prébroyés, ciments, liants spéciaux, cendres volantes hydrauliques) peuvent être utilisés.

Pour valoriser au mieux les sables excédentaires de carrières, il faut choisir un liant adapté :

- au type de sable à valoriser,
- à l'utilisation ultérieure du produit traité.

Par exemple un traitement "puissant" sera choisi pour un sable pollué ou de stabilité médiocre, mais en tenant compte des difficultés possibles à la mise en oeuvre d'un sable traité trop riche en fines, donc très sensible à l'eau ; traité par 5 ou 6% de ciment, le mélange présenterait sans doute des performances mécaniques intéressantes, mais conduirait à des problèmes de mise en oeuvre (matelassage) si sa teneur en eau n'est pas parfaitement maîtrisée. Un traitement au laitier est alors mieux adapté.

#### II.4 DIMENSIONNEMENT

En fonction des classements des sables rappelés dans la Directive, les dimensionnements pour les différents types de sables traités sont indiqués dans le Catalogue des Structures-type de chaussées neuves de la DRCR de 1977 et le Manuel pour la Conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA-LCPC-1981). Les renforcements doivent être dimensionnés cas par cas.

En outre, pour des sables traités de caractéristiques particulières (par exemple, à résistance très élevée et forte déformabilité), des dimensionnements spécifiques doivent être définis cas par cas pour les chaussées neuves.

L'utilisation des sables traités doit aussi tenir compte :

- du choix de la technique de traitement de surface (imprégnation à l'émulsion, au bitume fluidifié, nécessité d'un cloutage,...),
- de la faculté de collage des couches,
- du comportement sous trafic au jeune âge,
- du comportement ultérieur à la fissuration

### III- EXEMPLES D'APPLICATION

#### III.1- Sable de la carrière de LA GOURAUDIERE (Deux-Sèvres)

Cette carrière produit actuellement environ 100.000 tonnes par an d'excédents de sables ayant les caractéristiques moyennes suivantes :

- nature de la roche : microdiorite
- granulométrie 0/6 mm continue et étalée
- teneur en fines : environ 10%
- propreté :
  - à l'équivalent de sable ;  
ES : 42 à 70
  - à la valeur au bleu : VB = 0,7 à 1,9

Compte tenu de ces caractéristiques, ce sable est stable naturellement et ne nécessite pas de correction particulière ; on peut également le considérer comme propre.

#### Etude de laboratoire

Une étude de laboratoire a été entreprise avec un échantillon de ce sable présentant des caractéristiques moyennes.

On a retenu un traitement "puissant" au laitier prébroyé, ce qui permet de conserver la bonne stabilité du matériau et, en n'apportant pas trop de fines, de ne pas augmenter sa sensibilité à l'eau. On a choisi une activation sulfatique, au gypsonat, qui permet à dosage égal de laitier, des résistances plus élevées qu'avec la chaux, tout en conduisant à des modules d'élasticité encore faibles.

Les performances estimées en laboratoire avec 12% de laitier prébroyé à 10% de fines, 1% d'activant (gypsonat) sont à 180 jours de :

- résistance à la traction directe  $R_t = 1,1 \text{ MPa}$
- module d'élasticité  $E = 17.000 \text{ MPa}$ .

Ces caractéristiques permettent de classer ce sable traité en sable (D), à hautes caractéristiques au sens du Catalogue des structures.

### Essais sur chantier

Sur chantier en Charente-Maritime, un essai en vraie grandeur a été réalisé, destiné à appréhender les problèmes de mise en oeuvre et à vérifier les performances du mélange.

Le sable traité était fabriqué dans une centrale classique de reconstitution de matériau traité aux liants hydrauliques et mis en oeuvre avec un atelier également classique : niveleuse, compacteur à pneus lourd et compacteur vibrant lourd.

Le sable s'est révélé stable, peu sensible à l'eau, facile à travailler, et ne présentant aucun feuilletage : il se comporte en fait comme une grave traitée de qualité.

Six mois après la mise en oeuvre des carottages ont été effectués. Des essais de traction ont été réalisés sur les carottes. On a obtenu un niveau de résistance correspondant à celle estimée en laboratoire.

L'expérimentation a donc bien confirmé les excellentes qualités du matériau traité tant au cours du chantier que dans le temps.

### III.2 - Sables excédentaires d'autres carrières

Des essais en laboratoire et sur chantier ont été effectués avec des sables d'autres carrières.

Ces sables étaient semblables aux précédents par leurs caractéristiques et ont conduit à des résultats similaires.

On peut citer à titre d'exemples les sables excédentaires de la carrière de RAON L'ETAPE dans les VOSGES utilisés pour le renforcement de la RN 74 en Moselle et de celle de VIGNATS dans le CALVADOS, utilisés pour le renforcement de la RN 26 dans l'Orne et la RN 183 dans les Yvelines.

D'autres carrières possèdent des excédents de sables qui peuvent être utilisés de la même façon.

---

## IV - DOMAINES D'UTILISATION DES SABLES DE CARRIERES TRAITES

---

Les résultats acquis montrent que rien ne s'oppose à l'utilisation de ces matériaux dans les assises de chaussées en couches de fondation et en couches de base : ces matériaux après traitement se comportent en fait comme des graves traitées.

Le Catalogue des Structures-type de la Direction des Routes indique, pour les chaussées neuves, les dimensionnements à retenir ; il limite cependant l'utilisation des sables en couche de base, aux trafics inférieurs à T2.

Compte tenu de la qualité de ces matériaux, il est possible d'envisager leur utilisation pour des trafics plus élevés et également pour le renforcement de chaussées, dans ce cas jusqu'à des trafics moyens (< T2) : les structures doivent alors être déterminées cas par cas, en tenant compte des caractéristiques particulières de chaque type de sables traités.

---

## V - INTERETS ECONOMIQUES

---

### V.1 Intérêt pour la collectivité :

L'utilisation maximale des matériaux extraits d'un gisement permet :

- une économie de matières premières,
- une amélioration de notre cadre de vie ; en effet, l'exploitation optimale des gisements déjà ouverts permet d'éviter d'en ouvrir d'autres ; on réduit également la production de déchets qui concourent souvent à la dégradation des sites d'extraction.

## V.2 Intérêt pour le producteur :

Les avantages essentiels sont :

- la répartition des coûts de production sur un tonnage de ventes supérieur pour un même volume de matériau traité dans les installations et la diminution des frais de mise en décharge ; le coût de chaque matériau produit dans l'entreprise est ainsi réduit ;
- le prolongement de la durée de vie du gisement ou l'ouverture de nouveaux marchés, selon que le sable se substitue ou non aux granulats produits antérieurement.

## V.3 Economie du chantier

Tous ces éléments doivent conduire à des économies pour les maîtres d'ouvrages, sans nuire à la qualité des travaux. La comparaison technico-économique entre les solutions "sable traité" et les autres solutions doivent toujours être effectuées avec soin.

Les traitements doivent être optimisés de telle façon que le sable traité soit compétitif économiquement par rapport aux matériaux concurrents que sont les graves traitées, en tenant compte des dimensionnements différents.

Il faut bien noter en effet que lors de la valorisation des sables, on ne recherche pas le traitement conduisant à des performances maximales, mais celui correspondant à des épaisseurs de structure rendant la technique compétitive.

On a également avantage à examiner l'intérêt économique d'une amélioration en carrière de la qualité du sable excédentaire : cette amélioration peut permettre de diminuer les risques d'hétérogénéité, d'atteindre des performances supérieures et de faciliter la mise en oeuvre.

Il faut également noter que les termes de la comparaison économique varient en fonction des distances et du mode de transport :

- plus la distance de la carrière au chantier sera courte, c'est-à-dire plus sera important le prix départ des granulats dans le coût de l'assise, plus sensible sera l'avantage économique tiré de l'utilisation des sables excédentaires.

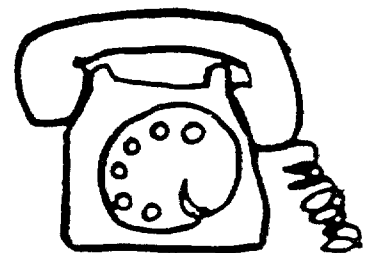
Si d'autres fournitures (pour le revêtement par exemple) doivent être acheminées par fer, la fourniture de sable supplémentaire peut conduire à des rabais substantiels sur les coûts de transport de l'ensemble de la commande rendant alors la technique "sables" plus compétitive.



### Personnes à contacter

SETRA : MM. VAUTRIN et DUPONT  
CETE BORDEAUX : DTC : M. SAUVESTRE  
                  LR : MM. SABO  
  CHAUVIN  
CETE ROUEN : DTC : M. GAVALDA  
                  LR : M. COLOMBEL  
CETE EST : DTC : M. AUBERT  
                  LR : M. PANIS  
LROP (Trappes) : M. LEFORT

(1) 42 31 31 31



## VI - PERSPECTIVES

L'utilisation des sables excédentaires de carrières, traités aux liants hydrauliques, peut donc être envisagée en assises de chaussées.

La méthodologie à adopter peut être ainsi résumée.

Au plan de l'étude préalable, il faut pour chaque cas :

- reconnaître la qualité du "gisement" et effectuer des études spécifiques de laboratoire pour déterminer notamment les dispersions de la granularité et de la propreté,
- définir des formulations adaptées ainsi que l'influence des dispersions sur les performances,
- définir les dimensionnements à retenir en fonction de ces éléments.

L'aspect économique doit être pris en compte à chaque stade de cette étude.

Au plan du chantier, il faut définir un schéma d'utilisation des sables comprenant :

- éventuellement une phase d'homogénéisation, soit par stockage stratifié, soit par recombinaison en centrale à partir de sables différenciés, dosés dans des trémies multiples ;
- des planches d'essais pour vérifier le comportement du matériau à la mise en oeuvre et déterminer les engins conduisant à la meilleure qualité.

### AVERTISSEMENTS

\*

CE DOCUMENT EST DESTINE A FOURNIR UNE INFORMATION RAPIDE SUR DES TECHNIQUES OU MATERIELS EN COURS D'EVALUATION ; LA CONTREPARTIE DE CETTE RAPIDITE EST LE RISQUE D'ERREUR ET LA NON EXHAUSTIVITE. CE DOCUMENT NE PEUT ENGAGER LA RESPONSABILITE NI DE SES AUTEURS NI DE L'ADMINISTRATION

\*\*

LES NOMS DE SOCIETES CITEES DANS CE DOCUMENT L'ONT ETE A TITRE D'EXEMPLE D'APPLICATION JUGE NECESSAIRE A LA BONNE COMPREHENSION DU TEXTE ET A SA MISE EN PRATIQUE.