



## Journée d'information Remblayage de tranchées

Les matériaux autocompactants: prescrire et mesurer leur excavabilité

# Etat de l'art et besoins de recherche



Joseph ABDO - CIMBETON

26 novembre 2019



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. C'EST QUOI ?

---

- **Matériaux granulaires traités aux liants hydrauliques ne nécessitant pas de compactage lors de leur mise en œuvre.**
- Mélanges de granulats (sables, gravillons, fillers, etc.), de ciment, d'eau et d'adjuvants.
- **Matériaux mis en place naturellement, par simple déversement, sans compactage ni vibration.**
- Les matériaux auto-compactants combinent un caractère auto-plaçant, une acquisition de portance rapide et des caractéristiques mécaniques adaptées à l'usage.

# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. POURQUOI ?

---

- Matériaux introduits en France dans les années 90 pour pallier les difficultés rencontrées avec le remblayage classique des tranchées.
- Devant le succès rencontré, ces matériaux se sont diversifiés pour répondre à d'autres besoins spécifiques,
  - Remblai technique (remblayage derrière les culées des ouvrages d'art)
  - Matériaux auto-compactants essorables de structures MACES (remblayage pour l'élargissement des routes sur accotements non stabilisés).

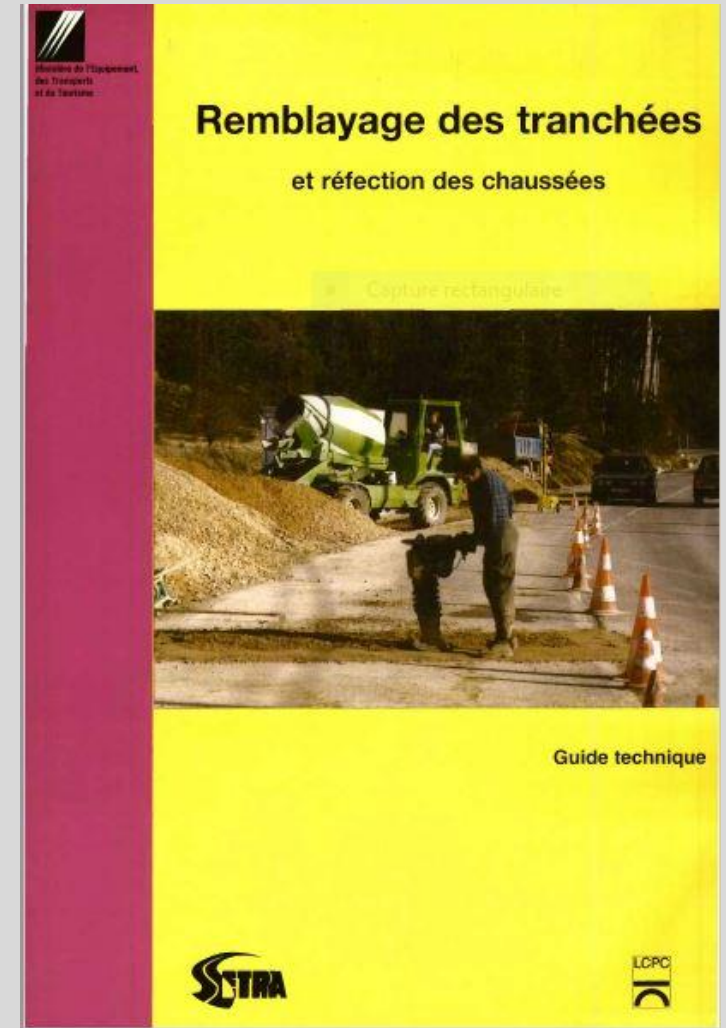
# REMBLAYAGE **TRADITIONNEL** DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE

## ▪ Défini dans :

- La Norme NF P 98 331,
- Le Guide technique « Remblayage des tranchées et réfection des chaussées » - SETRA/LCPC, 1994.

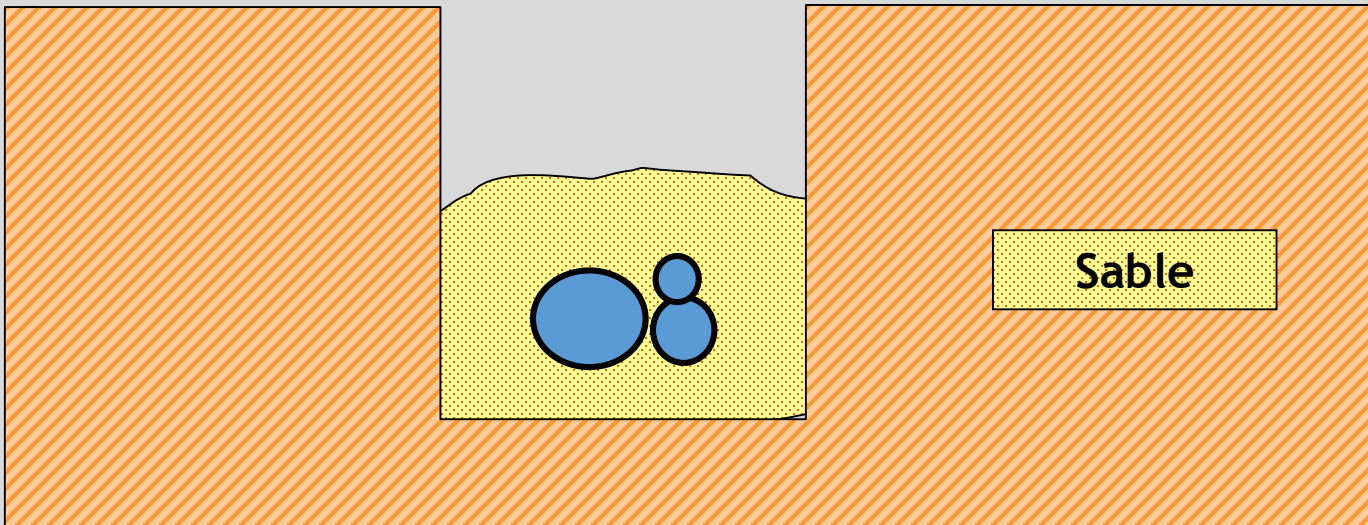
## ▪ Règles de l'art

- Remblayage par couches successives d'épaisseur 20 à 30 cm,
- Compactage de chaque couche afin de lui conférer une densité maximale.



# REMBLAYAGE TRADITIONNEL DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE

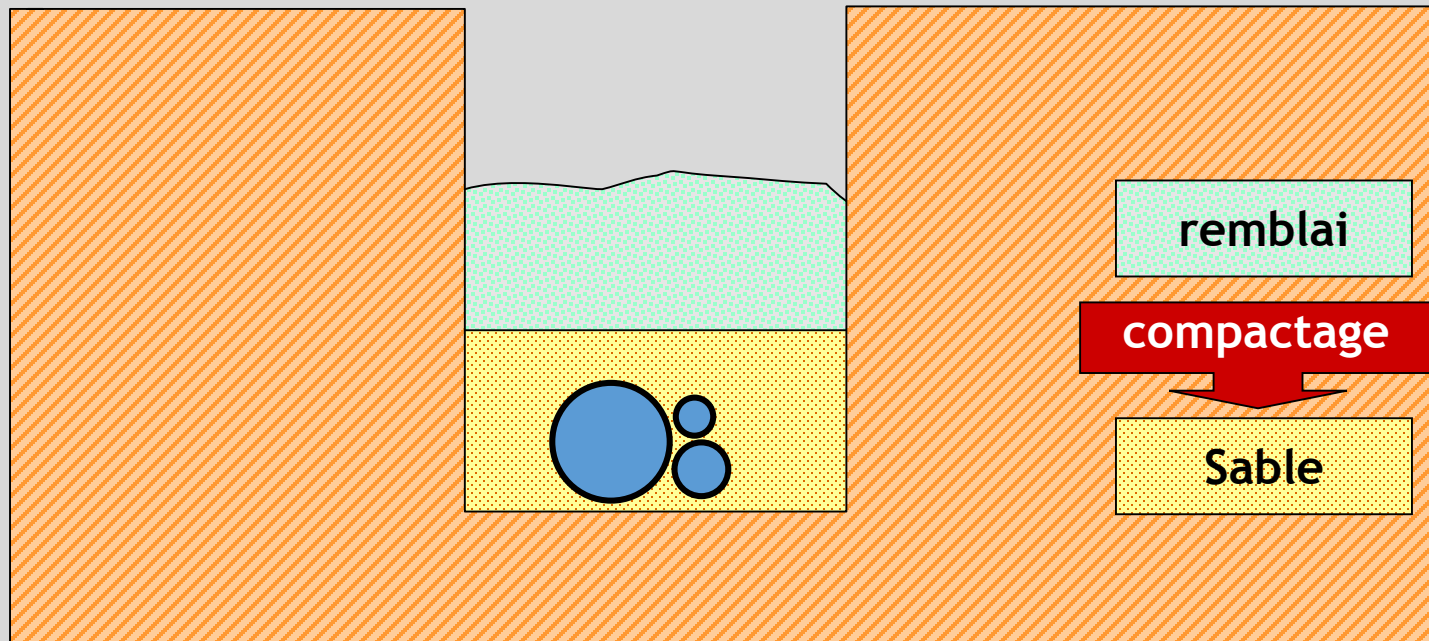
- Enrobage des fourreaux avec du sable





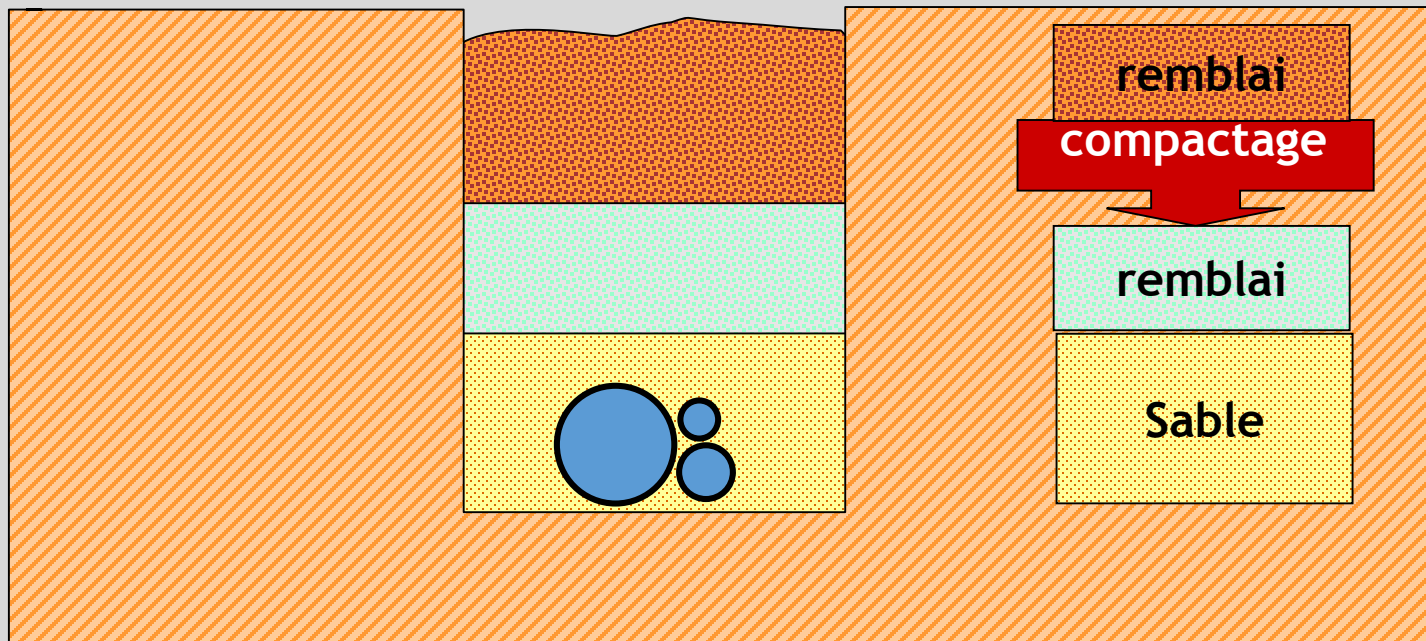
# REMBLAYAGE DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE ?

- Compactage du sable et mise en place de la 1<sup>ère</sup> couche de remblai



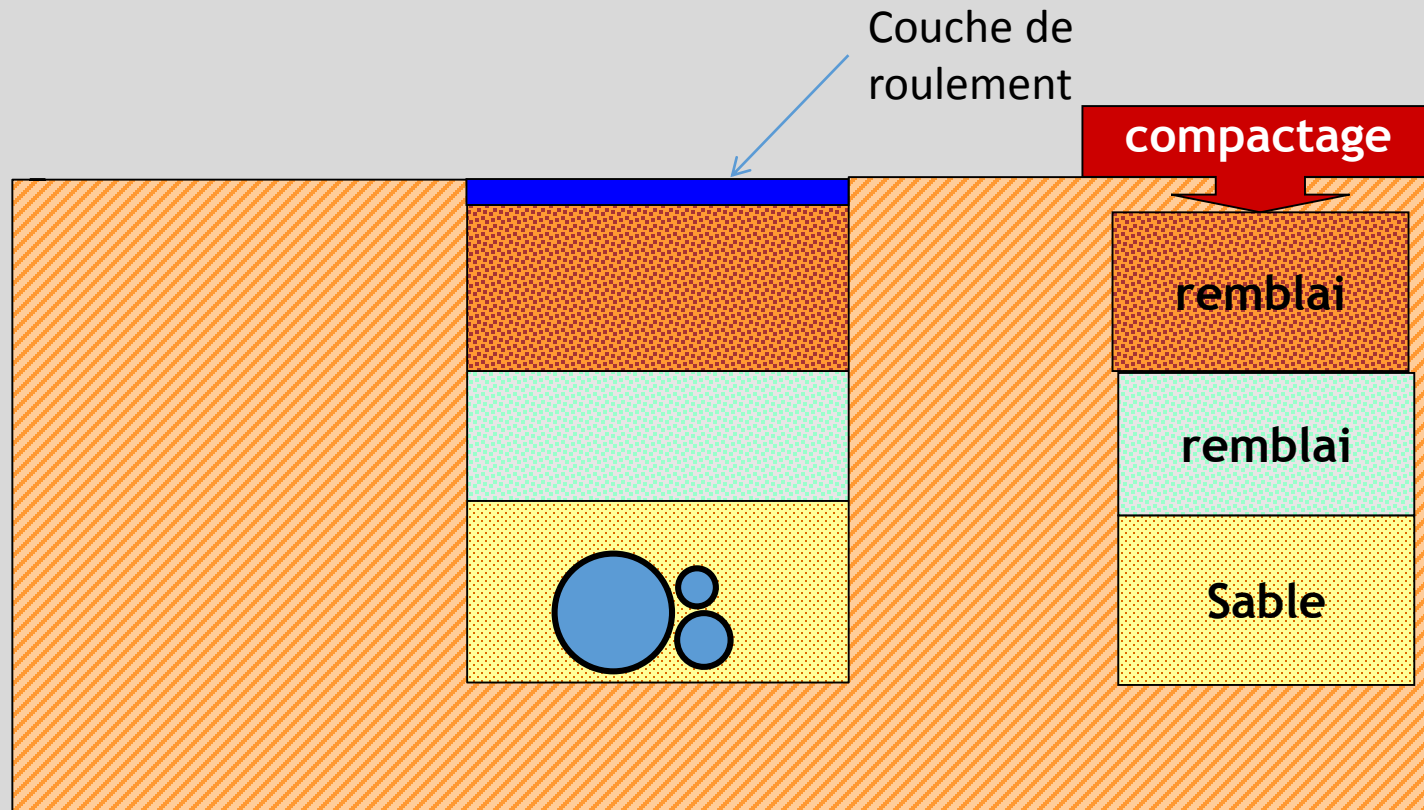
# REMBLAYAGE DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE ?

- Compactage 1<sup>ère</sup> couche de remblai et mise en place de la 2<sup>e</sup> couche de remblai.



# REMBLAYAGE TRADITIONNEL DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE

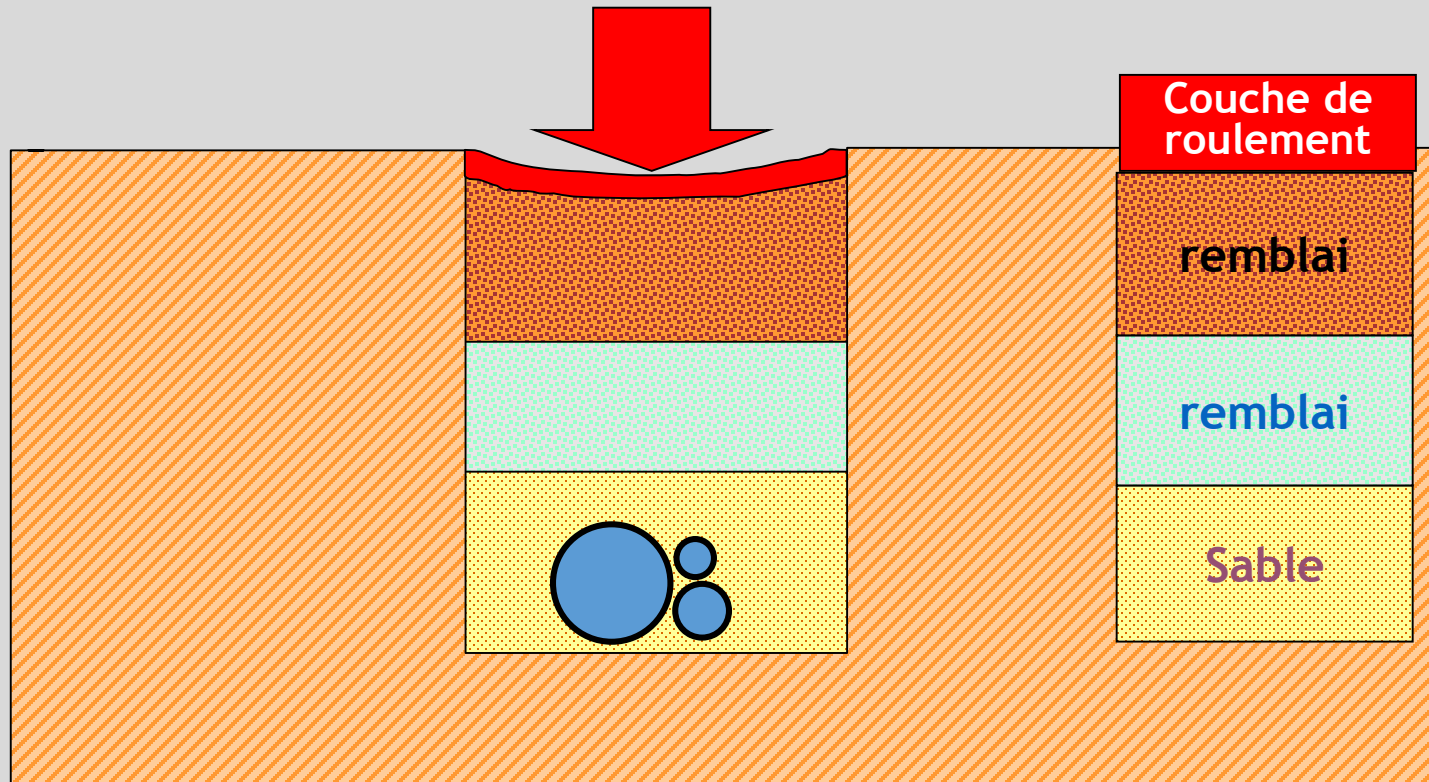
- Compactage 2<sup>e</sup> couche de remblai et mise en place de la couche de roulement.





# REMBLAYAGE TRADITIONNEL DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE

- Problème de tenue sous charge. Défaut de compactage.



# REMBLAYAGE TRADITIONNEL DES TRANCHÉES. LA PROBLÉMATIQUE

- Contraintes et limites.

Inadapté pour les tranchées encombrées ou étroites

Sécurité des ouvriers → Pas totalement assurée

Maîtres d'ouvrage → Vigilance accrue et suivi des contrôles de compactage

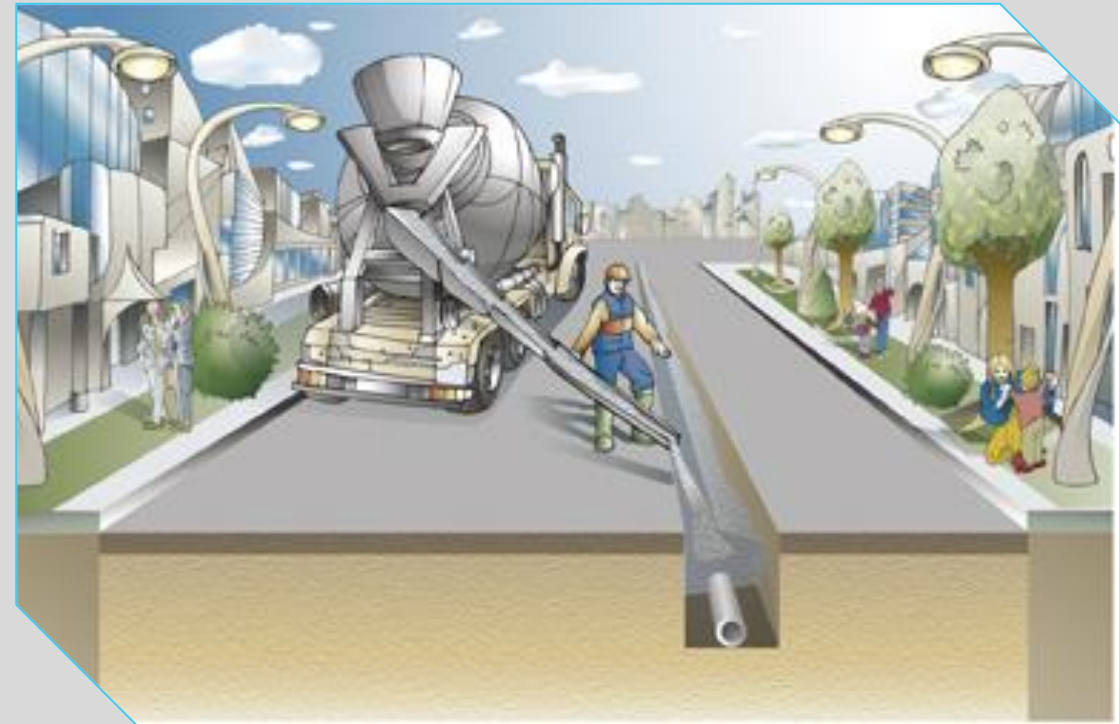
Source de nuisances sonores et de gênes aux riverains et aux usagers

Si compactage imparfait des couches → Déformation en surface



# REMBLAYAGE DES TRANCHÉES. LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS

- Matériaux spécialement élaborés pour ne pas nécessiter de compactage lors de leur mise en œuvre.
- Mélange de granulats (sables, gravillons, fillers, etc.), de ciment en faible quantité (moins de 100 kg/m<sup>3</sup>), d'eau et d'adjuvants.
- Caractère auto-plaçant,
- Acquisition de portance rapide
- Caractéristiques mécaniques volontairement limitées et adaptées à l'usage.



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LEUR QUALITÉ PREMIÈRE

---

Les matériaux auto-compactants permettent à la maîtrise d'œuvre et à l'entreprise de s'affranchir des contraintes liées :

- A la mise en place des matériaux par couches,
- Au compactage mécanique,
- Au choix des matériaux.

et de simplifier les contrôles qualité sur chantier.





# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LEURS CARACTÉRISTIQUES D'UTILISATION

---

- Fluide à la mise en œuvre,
- Homogène,
- Auto compactable,
- Durable,
- Réexcavable.



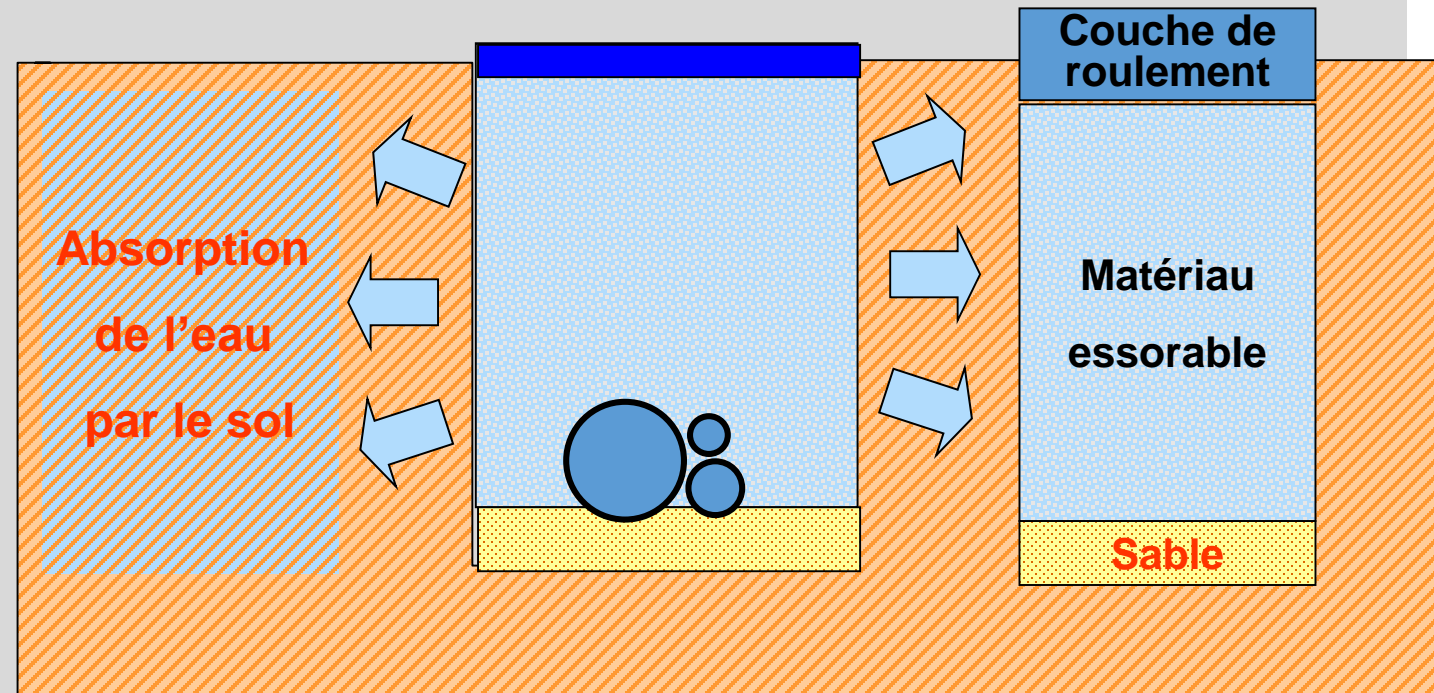


# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES DIFFÉRENTS PRODUITS

## Les produits essorables

- Principe des remblais hydrauliques,
- Fluidité nécessaire à leur mise en œuvre assurée par une teneur initiale en eau élevée,
- Stabilité et capacité portante obtenues essentiellement :
  - par l'évacuation d'une forte partie de cette eau (40 à 50 %) dans les matériaux encaissants,
  - par l'empilement optimal des granulats,
  - par la prise et le durcissement du ciment.

Sauf dispositions spéciales, leur utilisation est limitée aux matériaux encaissants suffisamment perméables.



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES DIFFÉRENTS PRODUITS

---

## Les produits non essorables

- Fluidité obtenue par l'utilisation d'adjuvants spécifiques,
- Capacité portante engendrée uniquement par la prise et le durcissement du ciment.

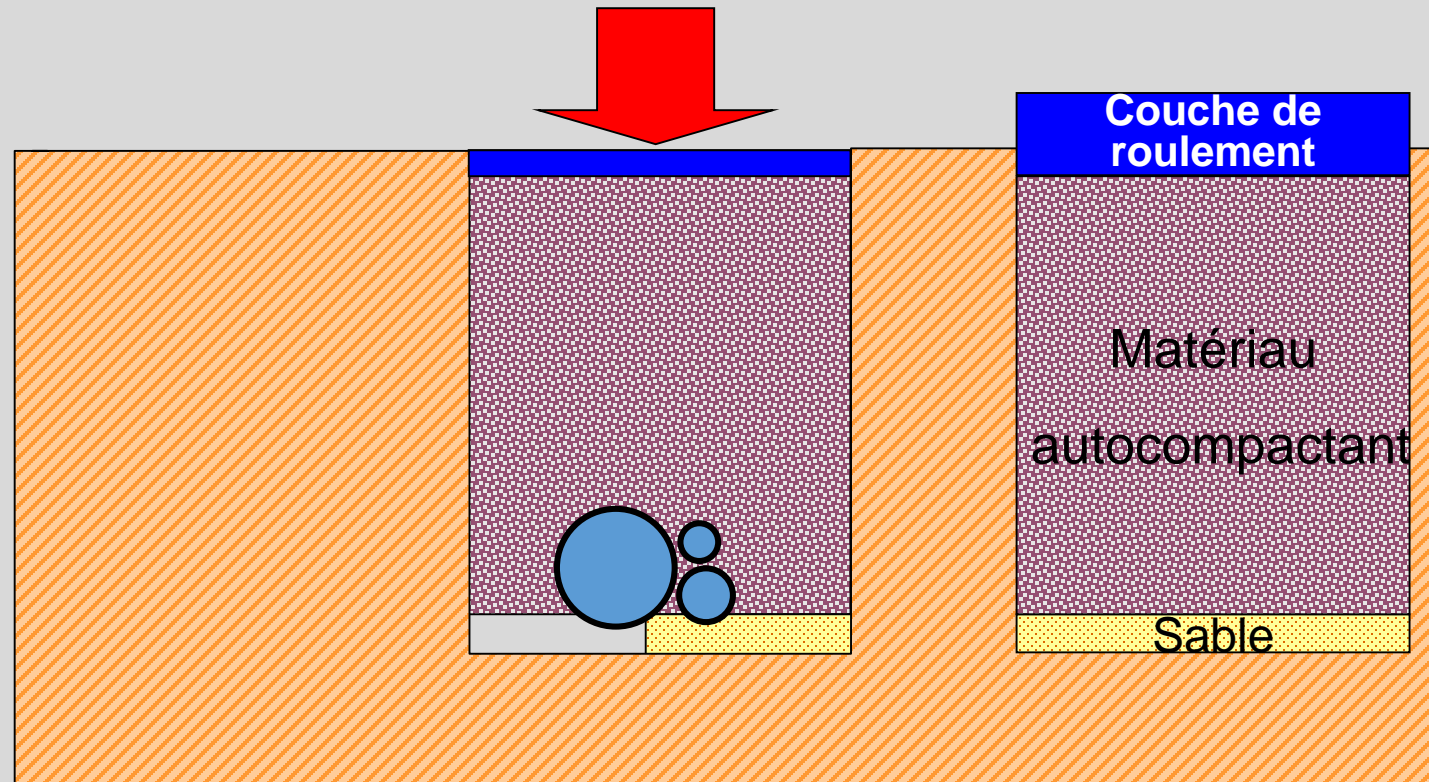
Ces produits se répartissent en deux classes :

- Ceux dont la granulométrie est inférieure ou égale à 6,3 mm;
- Ceux dont la granulométrie est supérieure à 6,3 mm.



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LEUR QUALITÉ FINALE

Aucun affaissement de la couche de roulement



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LA CODIFICATION

- Un groupe de travail représentant:
  - L'administration
  - Les services techniques des villes
  - Les concessionnaires
  - Les fournisseurs de matériaux
  - Les entreprises
  - Les laboratoires de l'équipement
- Constitué sous l'égide du Ministère de l'Équipement (CERTU - SETRA).
- Les échanges d'expérience au sein de ce groupe ont permis de rédiger une NOTE D'INFORMATION.



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LA CODIFICATION

---

- Contenu de cette note d'information

Définit le domaine d'application

Décrit les différents types de produits actuellement connus

Expose la manière de les caractériser et de les mettre en œuvre

Propose quelques spécifications

Limite l'emploi de ces matériaux en assises de chaussées à un trafic  $T_3$

- **Nota** : *Résultats d'études faites au CER de Rouen et au laboratoire Régional de Lille → Apportent des éléments techniques pour des **trafics plus importants***



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LA CODIFICATION

- *T 62 : Matériaux de Remblayage - Les matériaux auto-compactants à base de ciment.*  
*CIMBÉTON, 2008.*

*Document à télécharger ou à commander gratuitement sur le site [www.snbpe.org](http://www.snbpe.org) ou [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)*



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LA CODIFICATION

Ce document traite des :

- Matériaux auto-compactants pour le remblayage des tranchées,
- Matériaux auto-compactants pour le remblayage derrière les culées des ouvrages d'art « Remblai technique »,
- Matériaux Auto-Compactants Essorables de Structures MACES, pour le remblayage des tranchées latérales dans le but de réaliser des élargissements des routes dont les accotements sont non stabilisés).



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES DOMAINES D'EMPLOI

---

- **Les tranchées étroites et encombrées** (croisement, superposition de réseaux),
  - Difficile – voire impossible – d'y réaliser un compactage correct,
- **Tous les autres types de tranchées** (larges, profondes, etc.),
- **Les interventions ponctuelles.**
- **Plus généralement**, adaptée aux tranchées ayant à satisfaire les deux exigences suivantes :
  - Remise en circulation rapide;
  - Absence de tassement différentiel ultérieur.

# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES DOMAINES D'EMPLOI

---

- Tous les types de réseaux sont concernés
  - électricité,
  - gaz,
  - eau,
  - assainissement,
  - téléphone,
  - ...
- Chaque concessionnaire peut imposer, pour les matériaux utilisés, des spécifications complémentaires relatives à :
  - la résistivité thermique,
  - l'agressivité chimique ou mécanique,
  - la perméabilité à l'air,
  - ...

# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES AVANTAGES

---

- Mise en œuvre aisée et rapide par camion malaxeur,
- Meilleure productivité, peu de main-d'œuvre,
- Pas de compactage,
- Accès aux tranchées étroites,
- Pas de stockage de matériaux de remblai,
- Moins de gêne pour l'utilisateur, moins de nuisances pour les riverains,
- Plus de sécurité pour les ouvriers,
- Meilleur enrobage des gaines,
- Remise en circulation rapide
- Solution durable,
- Solution économiquement performante.
- Réexcavabilité du produit.



# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES PERFORMANCES OBSERVÉES

---

Compte tenu du retour d'expériences sur une période de 30 ans, on peut établir le constat suivant :

## ▪ Résistance

Les résistances mécaniques en compression à 28 jours se situent aux environ de 0,5 à 2 MPa pour les matériaux essorables et légèrement supérieures pour les matériaux non essorables. Il sera donc nécessaire d'éviter tout surdosage si l'on veut être sûr de pouvoir ré-excaver,

## ▪ Portance du matériau

La portance du matériau, mesurée à l'essai à la plaque est, en fonction des produits :

- A 24 heures: le module EV2 varie de 70 à 300 MPa,
- A 28 jours, le module EV2 varie de 120 à 400 MPa.

## ▪ Délai de restitution à la circulation et/ou mise en œuvre de la couche de roulement

- Les produits essorables peuvent être ouverts à la circulation des piétons dans des délais courts (1 à 2 heures), à celle de véhicules légers en 6 heures et à celle des poids lourds en 24 heures.
- Pour les produits non essorables, ces délais sont plus longs (5 heures pour les piétons) et la restitution au trafic routier est variable en fonction de la température ambiante et du squelette granulaire.
- La détermination du délai de restitution à la circulation peut aussi être mesurée avec un pénétromètre dynamique, type PDG 1000; PANDA; etc.

# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES PERFORMANCES OBSERVÉES

---

## ▪ Déflexion

Les déflexions, mesurées in situ, varient de 10/100 à 80/100 mm, à court et à long terme selon les tranchées et le type de produit. Il sera donc nécessaire d'éviter l'obtention de faible déflexion si l'on veut être sûr de ne pas créer des "points durs" dans la chaussée existante,.

## ▪ Résistance au gel – dégel

Les performances mécaniques et porosité du matériau sont suffisantes pour le considérer comme a priori non gélif.

## ▪ Consistance

Le matériau est autoplaçant. La mesure au cône d'Abrams reste possible, les valeurs obtenues sont couramment comprises entre 15 et 25 cm.

# LES MATÉRIAUX AUTO-COMPACTANTS. LES PERFORMANCES ATTENDUES

## ▪ La Réexcavabilité

Matériaux réexcavables selon les critères définis dans le tableau suivant:

Critères de réexcavabilité des matériaux autocompactants		
	Résistance à la compression à 28 jours	
	Inférieure à 0,7 MPa	Comprise entre 0,7 et 2 MPa
Réexcavabilité	Facile	Moyennement facile
	Manuelle	Manuelle ou mécanisation légère

**Problème souvent évoqué par les exploitants:** la difficulté de réexcavabilité des matériaux auto-compactants. Le critère de la résistance à la compression à 28 jours est-il pertinent ?

---

**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**