

**Valorisation des matériaux locaux
Pour la réalisation des ouvrages hydrauliques
Les Apports du Traitement à la Chaux**

Une Technique Maîtrisée

daniel.puiatti@dpst-consulting.eu

Séminaire ASYBA-AREAS-CEREMA
19/03/2014

Sommaire

- ✓ Principe
- ✓ Quelle Chaux ?
- ✓ Action de la Chaux
- ✓ Historique
- ✓ Technologie
- ✓ Applications
- ✓ Ouvrages Hydrauliques
- ✓ Recherche
- ✓ Conclusions

Principe du Traitement des Sols à la Chaux

- ✓ Mélanger plus ou moins intimement un sol avec de la chaux, et éventuellement un complément en eau
- ✓ Objectif : valoriser des matériaux aux caractéristiques médiocres pour les utiliser dans les infrastructures en terre :
 - Matériaux limoneux, argileux,
 - Matériaux évolutifs (marnes, schistes, craies)
- ✓ Méthodes d'exécution :
 - en place, par couches horizontales,
 - en centrale,
 - en place, par colonnes verticales.

Quelle Chaux ?

✓ Chaux aérienne calcique

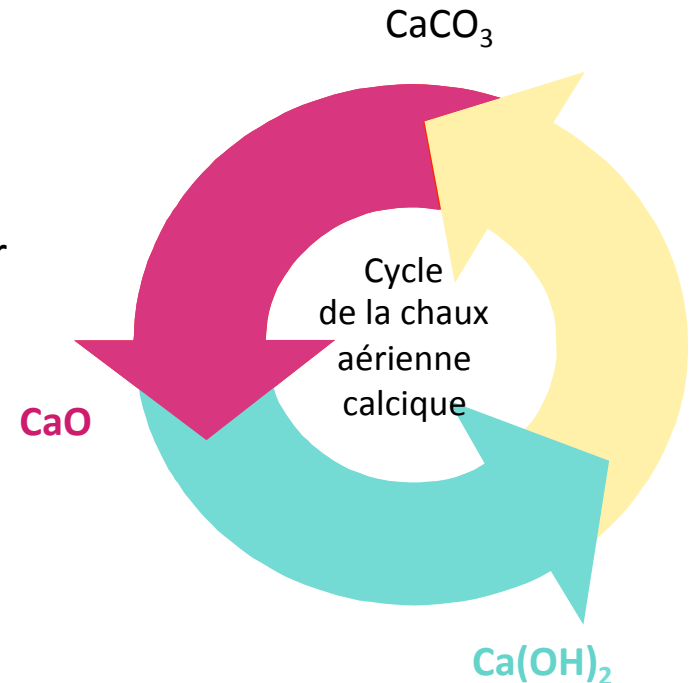
- Obtenue par cuisson de carbonate de calcium pur (CaCO_3)
- Conforme à la norme NF EN 459 : Chaux de construction

— Sous forme **vive** : CaO



$T > 900^\circ\text{C}$

— Sous forme **hydratée** : Ca(OH)_2



Action sur les Sols Limono-Argileux : Court Terme

- ✓ Réduction de la teneur en eau



- ✓ Action sur les caractéristiques géotechniques

- Flocculation des minéraux argileux
- Modification des limites d'Atterberg
 - Augmentation de la limite de retrait
 - Réduction de l'indice de plasticité



Sol argileux humide avant traitement à la chaux



Même sol après traitement à la chaux

- Modification des caractéristiques Proctor
- Augmentation de la portance immédiate (IPI) et après immersion (CBR)

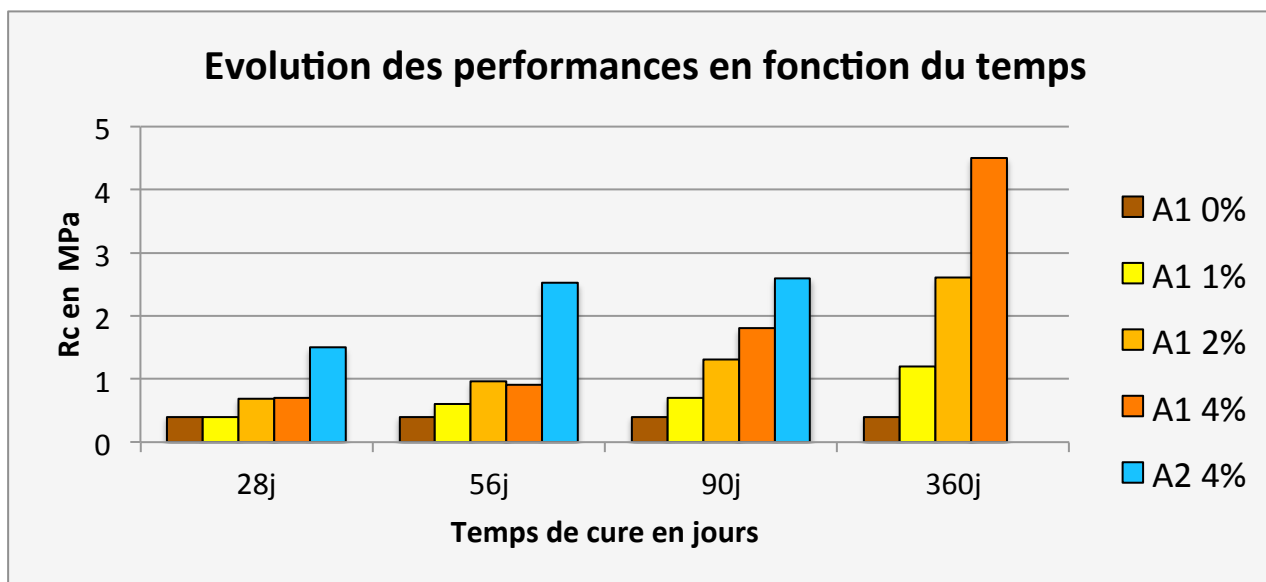
- ✓ Intérêt : facilité de mise en œuvre des matériaux plastiques et/ou humides
- ✓ Dosages : 1 à 3% (chaux + sol sec = 100%)



AMELIORATION DES SOLS

Action sur les Sols Limono-Argileux : Long Terme

- ✓ Prise pouzzolanique
 - Combinaison lente et progressive avec les minéraux argileux du sol
 - Augmentation des performances mécaniques

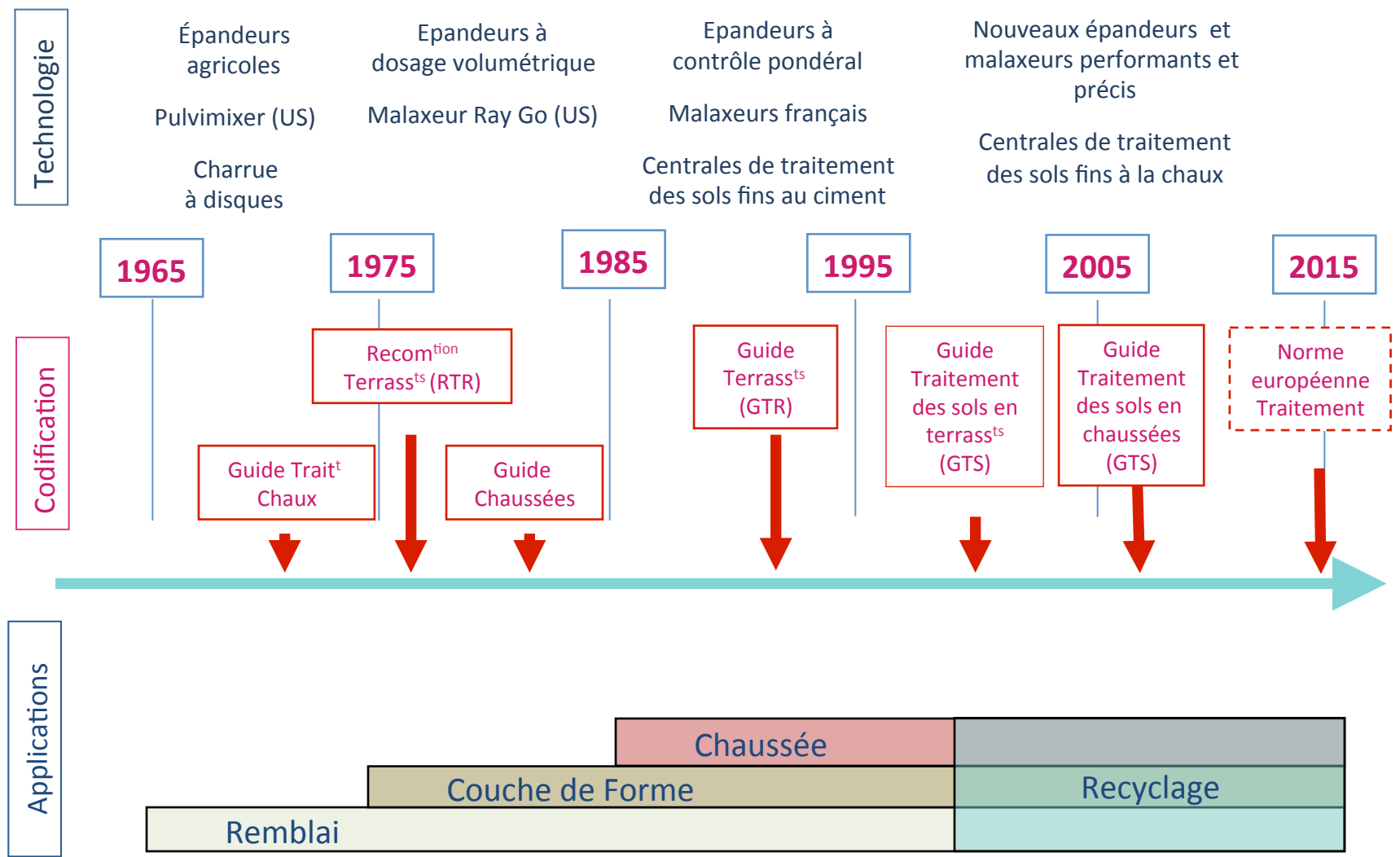


- ✓ Intérêt : résistance aux sollicitations mécaniques, (stat. & dyn.), climatiques et hydrauliques
- ✓ Dosages : 3 à 6% (selon activité des argiles)



**STABILISATION
DES SOLS**

Historique du Développement du Traitement des Sols



Technologie : Epandage pour Traitement en Place

✓ Plus jamais ça !

Mais ça :

- 3 à 60 kg/m²
- Largeur d'épandage réglable (0,30 à 2,60 m)
- Commandes électriques
- Contrôles en cabines
- Ordinateur de bord
- Pesons électroniques sous cuve
- Débits asservis à la vitesse



Technologie : Malaxage en Place

✓ Plus jamais ça !

Mais ça :

- 300 à 600 CV
- Largeur de malaxage : jusqu'à 2,50 m
- Profondeur de malaxage : jusqu'à 0,50 m
- Ajout d'eau possible



Technologie : Traitement en Centrale

✓ Semi-mobile 50t/h



Semi-mobile 200t/h



- Silo à chaux embarqué (3t à 30t)
- Criblage et émottage du matériau en entrée
- Pesée en continu du matériau à traiter
- Dosage asservi de la chaux et de l'eau d'ajout
- Enregistrement des données de production

Technologie : Traitement en Centrale

- ✓ Centrale semi-mobile 200t/h en action



Applications du Traitement des Sols à la Chaux

- ✓ Routes, autoroutes, lignes à grandes vitesses, plates-formes portuaires, aéroportuaires, industrielles et commerciales, valorisation de co-produits de carrière, digues, etc.
- ✓ Volumes concernés:
 - France : 20 à 30 Mm³ de sols traités à la chaux / an (30% des sols tassés)
 - Europe : 60 à 80 Mm³ /an



République Tchèque : reconstruction de la digue sèche de Hvezda en 2003 suite à une rupture provoquée par des inondations



Chaux et Ouvrages Hydrauliques

- ✓ Symposium TREMTI 2005 (Paris) :
 - Traitement et le REtraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructure
 - Aucune proposition de communication sur les ouvrages hydrauliques !
- ✓ Et pourtant :
 - Plusieurs références :
 - France, République Tchèque, USA, Australie, Canada, Thaïlande, Swaziland
 - Ouvrages variés :
 - Dignes, barrages, canaux, bassins
 - Des plus anciens :
 - Réservoir de Torcy-Neuf entre 1883 et 1887 (*Dumas ; 1896*)
 - Bief de Humes en 1889 (*Cadrat ; 1898*)
 - Aux plus récents :
 - Réhausses des digues du Mississippi (en cours)
 - Un ouvrage particulièrement documenté :
 - Le canal de Friant Kern en Californie en 1973

Recherche

✓ Projet Lhoist

- Objectif : propriétés des sols-chaux en ouvrages hydrauliques
- Partenaires : Lhoist, Ifsttar, Cerema (DTER Blois & CER), Irstea, EDF, Ecole Centrale de Paris

✓ Projet DigueELITE

- Objectif : conception de digues en sols-chaux (renforcements et projets neufs)
- Partenaires : ISL Ingénierie (coordinateur), Lhoist, EDF, Irstea, Arcor Technologies

Conclusion

- ✓ La technique du traitement des sols à la chaux doit son évolution spectaculaire de ces 50 dernières années à la volonté collective de tous les acteurs concernés de mieux la maîtriser pour en tirer le meilleur profit.
 - Elle bénéficie en permanence des progrès technologiques
 - Elle est méthodiquement codifiée (normes, guides)
- ✓ Les avantages du traitement à la chaux sont multiples :
 - Valorisation des matériaux médiocres
 - Meilleure gestion des ressources naturelles
 - Réduction du trafic poids lourds
 - Réduction des immobilisations pour intempéries
 - Diminution de la durée des travaux
 - Et surtout réduction du coût des travaux (jusqu'à 40%)
- ✓ Les applications dans les infrastructures en terre sont multiples.
- ✓ **Autant de références qui devraient immanquablement générer des applications innovantes dans le domaine des digues et des barrages !**