

BENOR

Chaux pour le traitement des sols



1. Qu'entend-on par traitement des sols à la chaux ?

Le traitement à la chaux des sols trop humides et/ou trop plastiques, tels les sols argileux ou limoneux, est une solution souvent préconisée pour rendre les terrassements réalisables et stabiliser les sols.

Lors du traitement de ceux-ci à la chaux deux réactions différentes se produisent:

- une réaction directe et rapide responsable des effets immédiats produits par la chaux (**amélioration du sol**).

La réaction d'hydratation de la chaux vive avec l'eau présente dans les sols diminue la teneur en eau de ceux-ci.

Les raisons en sont multiples : la réaction chimique d'hydratation fixe un volume d'eau ; cette réaction exothermique dégage de la chaleur, ce qui réchauffe le sol et entraîne l'évaporation de l'eau et enfin l'aération du sol qui se produit lors du malaxage facilite l'évaporation et contribue à réduire le taux d'humidité.

La chaux hydratée peut alors réagir avec les minéraux argileux, provoquant une floculation des argiles. Cette floculation augmente l'aptitude au compactage du sol.

- une réaction lente, qui durcit progressivement le mélange sol-chaux compacté, responsable des effets à long terme (**stabilisation du sol**).

L'alcalinité de la chaux augmente le pH du sol, ce qui libère les aluminates et les silicates. Ces derniers peuvent alors réagir avec le calcium apporté par la chaux et l'eau présente dans le sol. Dès ce moment débute le durcissement du sol, sa stabilisation.

Le résultat final, principalement la portance du sol, dépend de la nature et de la réactivité des minéraux argileux présents dans le sol ainsi que de la quantité de chaux ajoutée.





2. Existe-t-il différentes sortes de chaux ?

La chaux est produite dans des unités de production industrielles pour de multiples usages, allant de la sidérurgie aux applications environnementales, en passant par l'agriculture, la construction et le génie civil.

A chaque application correspond un type de production de chaux répondant à des exigences spécifiques. La chaux agricole aura, par exemple, une valeur de neutralisation donnée et sa solubilité sera déterminée par sa finesse. En raison de ces caractéristiques, ce type de chaux ne sera pas recommandé en sidérurgie par exemple.

La chaux utilisée pour la production de béton cellulaire se caractérise par une évolution de température d'extinction très spécifique mais se révélera peu efficace pour le traitement des sols.

Vous trouverez ci-après, les produits calciques sous leurs différentes formes chimiques :

- Chaux vive (CaO) : sous cette forme, sa réaction exothermique avec l'eau entraîne un assèchement du sol.
- Chaux hydratée $\text{Ca}(\text{OH})_2$ utilisée notamment pour la confection de « mortiers bâtards » et d'enduits. Sous cette forme, la chaux ne réagit pas avec l'eau et n'a qu'un effet chimique (cf. stabilisation). L'assèchement du sol par adjonction de matière sèche est minime.
- Calcaire moulu (CaCO_3) : sous cette forme, le calcaire est livré au secteur agricole. Il n'a qu'un effet chimique ; il corrige la valeur du pH du sol et constitue un apport de matière sèche.

La chaux intervient donc à différents stades du traitement des sols. La qualité de la chaux utilisée aura une influence directe sur l'efficacité du traitement des sols.

3. Quels sont les paramètres importants pour le traitement des sols ?



Test de réactivité

La réactivité, qui s'exprime par la valeur t_{60} , est le temps nécessaire pour porter de 20 à 60°C la température de 600ml d'eau auxquels on ajoute 150 gr de chaux vive. La valeur t_{60} est exprimée en minutes. Plus la chaux est réactive, plus vite la chaux réagit et donc plus petite est la valeur t_{60} . La réactivité de la chaux dépend principalement de trois éléments: la pureté, l'origine du calcaire calciné et le processus de calcination. En matière de stabilisation des sols, une chaux vive de haute réactivité est importante pour permettre:

- à la chaux vive de s'hydrater le plus rapidement possible et donc
- aux ions calciques d'être rapidement disponibles pour réagir avec les minéraux argileux et flocculer le sol.
- à la chaux de complètement achever sa réaction avant que le sol ne soit compacté.

Compte tenu des conditions climatiques en Belgique, il est recommandé de recourir à une chaux à réactivité élevée : la valeur t_{60} doit être inférieure à 10 min.

Attention : Les chaux qui n'atteignent pas une température finale de 60°C n'ont pas les qualités requises pour le traitement des sols. Elles entraînent une importante surconsommation de liant, dégagent peu de chaleur et l'effet d'assèchement ne résulte que de l'adjonction de matière sèche.

Les chaux à réactivité lente ($t_{60} > 10\text{min}$) sont également inadéquates pour le traitement des sols. Elles entraînent une réaction lente et tardive. La chaux risque ainsi de ne pas avoir complètement agi avant que le sol ne soit compacté. Une réaction tardive peut également provoquer un gonflement du sol.



La chaux disponible désigne la pureté chimique de la chaux, c'est à dire sa teneur en oxyde de calcium actif. Cette valeur est déterminée par un essai de titration.

Une erreur d'interprétation de la dénomination de la chaux suivant la norme européenne est souvent commise : on considère en effet la dénomination normalisée comme la pureté chimique. La norme européenne pour la chaux de construction (NBN EN 459) décrit à la fois la chaux utilisée pour les mortiers, pour la production de béton cellulaire, mais également pour le traitement des sols.

Lorsque la classification selon la norme EN 459, évoque une CL 90-Q, elle vise une chaux vive (Q) calcique (CL) ayant une **teneur totale** en CaO et MgO de 90. Une teneur en CaO **disponible** élevée est essentielle pour garantir l'efficacité du traitement du sol.



Mesure de la chaux disponible

Compte tenu des conditions climatiques belges, il est recommandé d'utiliser une chaux ayant au minimum 85% de CaO disponible.

Attention : les chaux à faible teneur en chaux disponible (CaO disponible < 85%) entraînent une importante surconsommation ou empêchent d'atteindre les résultats escomptés. Les produits vendus sous l'appellation "chaux" mais à faible teneur en chaux disponible ont une action qui s'assimile davantage à celle de filler/adjonction de matière sèche plutôt que de liant actif.



Test de granularité

La **granulométrie de la chaux** désigne la finesse de celle-ci. Cette finesse est déterminée par le passage aux tamis de 80µm et de 2 mm. La chaux doit être suffisamment fine afin de réagir rapidement avec le sol, mais pas trop fine pour permettre sa manipulation via le silo ou l'épandeur.

Ces deux caractéristiques sont garanties avec une granulométrie de 0-2mm

Attention : Des chaux de trop grosse granulométrie peuvent entraîner une réaction tardive et ainsi provoquer un gonflement. Des chaux trop fines entraînent des problèmes d'épandage et de perte au vent.





4. Comment doit-on prescrire la chaux ?

- La chaux de construction doit satisfaire à la réglementation européenne, être prescrite conformément à la norme NBN EN 459-1 et porter le marquage CE.

La classe adéquate pour le traitement des sols est la suivante :

NBN EN 459-1 CL 90-Q

- Outre cette identification générale, il convient en Belgique de définir des paramètres importants pour la chaux de traitement des sols. Ces caractéristiques sont résumées dans le document normatif PTV 459- Chaux vive pour le traitement des sols.

Propriété	Conformité	Méthode d'essai	Fréquence des contrôles
Passant au tamis de 80 µm	≥ 30 %	NBN EN 196-6	1/ jour
Passant au tamis de 2 mm	≥ 95 %	NBN EN 196-6	1/ jour
Réactivité t ₆₀	≤ 10 min	Méthode t ₆₀ de NBN EN 459-2	1/ jour
Chaux Disponible (libre)	≥ 85 %	ASTM C 25 99	1/ jour

- Depuis 2005, un système volontaire de garantie de la qualité pour le traitement des sols est d'application : la certification BENOR. Il permet d'assurer la conformité de la chaux par rapport aux prescriptions. La chaux pour le traitement des sols doit être prescrite selon la dénomination suivante : **Chaux pour le traitement des sols, certifiée BENOR** conformément au PTV 459.

5. Comment contrôler la chaux lors de la livraison ?

La chaux est obtenue par calcination de matières premières naturelles, ce qui peut entraîner des fluctuations de certaines caractéristiques du produit. La production est industrielle et est soumise à d'importants contrôles afin de garantir la qualité souhaitée en fonction des différentes applications.

Afin de vérifier si la qualité livrée correspond à la qualité demandée, il est nécessaire de procéder à une analyse par chargement ou au moins à une analyse quotidienne sur la chaux livrée.



Pour simplifier les tâches administratives et le travail de contrôle sur le chantier, la marque de qualité BENOR "chaux pour le traitement des sols" a été développée depuis 2005.

A cet effet, le producteur applique donc le règlement technique TRA 459 à sa production afin de garantir une qualité constante. Un organisme de contrôle externe et indépendant vérifie régulièrement le Système Qualité lors d'un audit annuel de la production et du contrôle du suivi de la qualité réalisé par le producteur. Cet organisme prélève régulièrement des échantillons de chaux qui sont ensuite analysés dans un laboratoire indépendant. Ces analyses confirment celles réalisées plusieurs fois par jour dans le laboratoire de contrôle interne.

Le contrôle externe sur "la chaux pour le traitement des sols" certifiée BENOR est réalisé par le CRIC, organisme mandaté par le NBN. Grâce à la prescription et l'utilisation de la chaux certifiée BENOR, le contrôle sur le chantier se limite à la vérification sur les bons de livraison des éléments suivants :



1. Le marquage CE : **obligation légale** qui doit être respectée avant de mettre sur le marché et qui doit **TOUJOURS** être apposée sur le bon.

BENOR

2. La marque de qualité BENOR : garantie de la conformité par rapport aux prescriptions du cahier des charges.

En l'absence de la marque de qualité BENOR, il incombe au donneur d'ordre d'échantillonner la chaux livrée à chaque livraison ou au moins une fois par jour et de contrôler les trois paramètres pertinents, à savoir la réactivité (t_{60}), la granulométrie, et certainement la chaux disponible.

Le PTV 459 résume tous les paramètres et les méthodes d'essai à utiliser dans le cadre de ce contrôle.

Sur le site internet du CRIC – www.cric.be – figurent les produits référencés ainsi que les entreprises qui disposent valablement de la marque de qualité BENOR à la date de livraison.

6. La chaux doit-elle encore être contrôlée après stockage ?

La chaux vive est un produit hydrophile. Lorsqu'elle entre en contact avec de l'eau – sous forme liquide ou de vapeur d'eau – elle se transforme en chaux hydratée. La présence de chaux hydratée dans la chaux vive réduit la réactivité de celle-ci, altérant ainsi ses effets immédiats (**amélioration du sol**).

Un stockage de longue durée, dans des conditions inadéquates, peut donc affecter la réactivité de la chaux vive. Ceci entraînera, pour des effets équivalents requis par le traitement du sol, un surdosage au moment de son utilisation.

En conséquence, il est recommandé de contrôler la qualité de la chaux stockée depuis plusieurs jours dans un silo ou dans un camion d'épandage. Lors de la reprise du chantier, le dosage sera alors adapté à une altération éventuelle de la qualité.



7. Où puis-je obtenir davantage d'informations sur le traitement des sols à la chaux ?

Différentes publications à ce sujet sont disponibles :

Certaines sont publiées par Fedieux - Section Chaux :

- Brochure : Traitement de sols et recyclage de terres à la chaux
- Fiche pratique sur le traitement des sols (mode d'emploi)
- Fiche de sécurité – Travailler en sécurité avec la chaux
- ChauxFlash – Lettre d'information de l'Industrie belge de la Chaux

Tous ces documents peuvent être téléchargés sur le site www.chauxflash.be

D'autres sont publiées par le Centre de Recherches Routières :

- Code de bonne pratique pour le traitement des sols à la chaux et/ou au ciment
- Guides pratiques :
 - Amélioration des sols pour le remblayage des tranchées d'égouts et l'enrobage de tuyaux
 - Stabilisation des sols pour couches de sous-fondation
 - Amélioration des sols pour terrassements et fond de coffre
 - Stabilisation des sols pour plateformes industrielles.

Les guides pratiques peuvent être téléchargés sur le site www.brrc.be/crr/f10-a02.php

Le code de bonne pratique peut être obtenu auprès du CRR.

8. Quels sont les documents de référence ?

NBN EN 459-1	Chaux de construction - Partie 1: Définitions, spécifications et critères de conformité
NBN EN 459-2	Chaux de construction - Partie 2: Méthode d'essai
NBN EN 459-3	Chaux de construction - Partie 3: Evaluation de la conformité
ASTM C25-99	Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime - appendix X6 « Test method for free calcium oxyde in high-calcium hydrated lime »
NBN EN 196-6	Méthodes d'essais des ciments - Détermination de la finesse
NBN EN 196-7	Méthodes d'essais des ciments - Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment
PTV459	Prescriptions techniques Chaux vive pour le traitement des sols
TRA459	Règlement d'application Certification de la chaux vive pour le traitement des sols

Pour toute question, s'adresser à:

Fedieux Section chaux – Rue Volta 8 – 1050 Bruxelles
www.chauxflash.be

Ce document peut également être téléchargé sur le site internet www.chauxflash.be
Dit document is tevens in het Nederlands beschikbaar op de website www.kalkflash.be