

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
23 avril 2009 (23.04.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/049382 A2

(51) Classification internationale des brevets :
C01F 5/14 (2006.01) C04B 2/06 (2006.01)
C01F 5/16 (2006.01) B01D 53/14 (2006.01)
C01G 1/02 (2006.01) B01J 20/04 (2006.01)
C01F 11/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/BE2008/000078

(22) Date de dépôt international :
8 octobre 2008 (08.10.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
20070509 19 octobre 2007 (19.10.2007) BE

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : LIME
TECHNOLOGY CONSULTING SPRL [BE/BE]; Rue
de l'Industrie 3, B-4530 Villers-le-Bouillet (BE).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : DUMONT,
Philippe [BE/BE]; Rue Warfusée 78, B-4470 St. Georges-
sur-Meuse (BE).

(74) Mandataires : POWIS DE TENBOSSCHE, Roland
etc.; Cabinet Bede, Boulevard Général Wahis 15, B-1030
Bruxelles (BE).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,
RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport



WO 2009/049382 A2

(54) Title: CALCIUM AND/OR MAGNESIUM HYDROXIDE WITH HIGHER ACTIVITY, AND PREPARATION THEREOF

(54) Titre : HYDROXYDE DE CALCIUM ET / OU DE MAGNESIUM A TRES HAUTE REACTIVITE ET SA PREPARATION

(57) Abstract: The invention relates to very high activity calcium hydroxide particles having an X-ray diffraction line $d = 0.49\text{nm}$ according to the Debye-Sherrer powder method with an intensity lower than 50% of a traditional hydrated lime and a specific surface area of $15.8\text{m}^2/\text{g}$.

(57) Abrégé : Particules d'hydroxyde de calcium à très haute réactivité présentant une raie de diffraction aux rayons X a $d = 0,49\text{nm}$ selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer d'intensité inférieure à 50% de l'intensité d'une chaux hydratée traditionnelle de surface spécifique de $15,8\text{m}^2/\text{g}$.

**HYDROXYDE DE CALCIUM ET / OU DE MAGNESIUM A TRES HAUTE
REACTIVITE ET SA PREPARATION**

Domaine de l'invention

- 5 La présente invention a pour objet une chaux hydratée à très haute réactivité par rapport aux substances avec lesquelles elle réagit chimiquement dans ses multiples utilisations comme par exemples, le traitement des eaux et des gaz, la production de matériaux silico-calcaires, le traitement des sols, la fabrication de peintures minérales
10 (badigeons), d'enduits de plafonnage et de mortiers de maçonnerie.

La présente invention a également pour objet un procédé économique de préparation d'un hydroxyde de calcium et / ou de magnésium particulièrement réactif.

Etat de la technique

- 15 A l'exception de la métallurgie, de la sidérurgie et des matériaux réfractaires, la chaux est principalement utilisée à l'état d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium, soit sous forme pulvérulente et sèche (chaux hydratée) soit en présence d'eau sous forme pâteuse (chaux coulée) ou d'une suspension aqueuse (lait de chaux). L'extinction de la
20 chaux vive ou dolomitique est réalisée en usine ou par contact de matériaux qui contiennent une quantité d'eau suffisante à son hydratation comme le sable humide pour la fabrication des matériaux silico-calcaires ou dans le traitement des sols humides en construction routière.

- La chaux hydratée calcique et / ou magnésienne est un solide cristallin
25 basique qui ne peut réagir dans des réactions du type acide - base, qu'en présence d'eau qui va permettre sa solubilisation et la formation des ions (Ca ++) et hydroxyles (OH-).

Cependant, la chaux est un matériau relativement peu soluble dans l'eau avec des concentrations de 1,85 gr Ca(OH)₂ / l à 0°C et 0,79 gr / l à 100°C ce qui limite sa réactivité.

On a cherché à améliorer l'activité chimique de ce solide cristallin en modifiant des propriétés physiques comme la finesse et la surface spécifique afin d'avoir des réactions plus rapides et plus complètes. Ces caractéristiques sont regroupées sous un terme plus général : « la réactivité ».

Caractériser la réactivité de la chaux hydratée par la surface spécifique et sa finesse sans tenir compte de la morphologie des cristaux, ne permet pas de définir complètement l'aptitude de la chaux à réagir chimiquement aux substances solides, liquides ou gazeuses.

Par exemple, dans les réactions en phase aqueuse, la finesse et la surface extérieure des micelles de la chaux seront un facteur prépondérant en raison de la tension superficielle du liquide qui empêche la circulation du liquide à l'intérieur des micelles. La structure et la morphologie auront également une importance prépondérante.

Il en est de même pour des réactions entre la chaux hydratée et des solides humides comme la silice et l'argile dans la production des matériaux silico-calcaires et pour la stabilisation des sols argilo-limoneux.

Pour les réactions en phase gazeuse et le traitement des gaz résiduaux, la surface spécifique interne de la chaux hydratée est un facteur important pour la neutralisation des gaz acides, mais la structure et la morphologie des cristaux sont également des facteurs importants. Ces trois paramètres vont définir « la réactivité » de la chaux dans les traitements de gaz, c'est-à-dire au moins la cinétique de la réaction avec des gaz acides et le taux d'absorption des gaz acides.

Il est bien connu que la chaux hydratée est formée par précipitation des ions calcium et hydroxydes en solution avec formation de nucléi ou germes de cristallisation et grossissement de ceux-ci sous forme de cristaux.

De nombreuses études ont mis en évidence la morphologie des cristaux d'hydroxyde de calcium, morphologie définie par un système cristallin hexagonal dans lequel l'axe cristallographique vertical c est perpendiculaire à 3 axes coplanaires, a_1 , a_2 et a_3 d'égale dimension et écartés chacun d'un angle de 120 degrés.

Les conditions d'extinction de la chaux vive vont déterminer la dimension, le nombre, la morphologie et le degré de cristallisation des cristaux.

De cette façon, la chaux hydratée est constituée de plaques prismatiques hexagonales d'épaisseurs variables selon la dimension des axes c et a , séparées entre elles par des ponts d'hydrogène de faible intensité.

Cette structure confère, entre autres, à la chaux hydratée ses propriétés plastiques sous forme de pâte par glissement des plaques les unes sur les autres.

L'écartement entre les plaques étant une valeur constante ou sensiblement constante, il s'ensuit que le volume des vides est proportionnel à la surface spécifique de l'hydrate et inversement proportionnel à l'épaisseur des plaques (axe c) comme le confirment de nombreux chercheurs.

Dès lors, contrairement à la chaux vive, le volume des vides des hydroxydes de Ca et Mg n'est pas constitué de pores cylindriques caractérisés par un diamètre sectionnel mais par un écartement entre les plaques.

La valeur de cet écartement est constante ou sensiblement constante. Il s'ensuit que le volume des vides est proportionnel à la surface des plaques et inversement proportionnel à leur épaisseur par unité de poids.

Cette structure des chaux hydratées a été mise en évidence par
5 microscopie optique et électronique au cours de très nombreuses
recherches menées par les centres de recherches de l'industrie
cimentière, puisque l'hydroxyde de calcium (CH) Portlandite est un
composant essentiel (environ 30%) des silicates de calcium hydraté (CSH).
W. Jozewicz et B.K.Gullet confirment dans une publication du Zement-
10 Kalk-Gips (1/1994) la corrélation parfaitement linéaire entre la surface
spécifique BET (m^2 / g) et la porosité de chaux commerciales et produites
en laboratoire.

L'utilisation d'une chaux hydratée à très haute réactivité présente de très
nombreux avantages et un grand intérêt économique dans de multiples
15 utilisations comme le traitement des eaux, la stabilisation des sols, la
fabrication de matériaux silico-calcaires auto-clavés, la neutralisation des
gaz résiduels, les mortiers de maçonnerie et de plafonnage ainsi que les
badigeons (peintures minérales).

Pour ces applications, on utilise généralement une chaux hydratée
20 conventionnelle obtenue par réaction d'une chaux vive pulvérulente avec
une quantité d'eau d'environ deux fois la quantité stoechiométrique afin
d'éliminer la chaleur de réaction par évaporation de l'eau en excès.

En dépit de la présence permanente d'un excès d'eau liquide, les
températures de réaction locale sont supérieures à $100^\circ C$ dans un système
25 $CaO-Ca(OH)_2 - H_2O$ liquide - H_2O gaz en déséquilibre par la rapidité des
réactions.

Dès lors, les températures de réaction locale sont comprises entre 110°C et 135°C, provoquant la formation rapide d'une grande quantité de vapeur.

La dimension des grains de cette chaux hydratée traditionnelle est comprise entre 2 et 90 microns avec une forte proportion de particules entre 10 et 40 microns et sa surface spécifique varie entre 12 et 18 m²/gr. Ces grains sont constitués d'hydroxyde de calcium sous forme de gros cristaux fortement cristallisés comme l'indique la netteté et l'intensité des raies (raies à $d = 0,49\text{nm}$) obtenues par diffraction des rayons-X selon la méthode de Debye-Sherrer.

La méthode des poudres due à Debye et Sherrer consiste à placer l'échantillon finement divisé contenu dans un tube capillaire à parois minces au centre d'une chambre cylindrique couverte d'une pellicule radiographique. Un faisceau de rayon-X est projeté sur l'échantillon à l'aide de la raie $K\alpha$ du cuivre.

Les faisceaux réfléchis par chaque série de plans réticulaires du cristal engendrent un cône de rayons diffusés.

Ce cône coupant la pellicule cylindrique entourant l'échantillon est à l'origine des raies observées.

On mesure la distance de chaque raie au milieu de la tache centrale. A partir de ces mesures, le calcul de l'intervalle entre les plans permet d'identifier la nature des cristaux par rapport aux valeurs de référence connues avec une valeur des raies de réflexion $d = 0,49\text{ nm}$ pour $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Cette analyse qualitative est appliquée dans le but d'évaluer le degré de cristallisation de l'hydroxyde de calcium. L'intensité de la raie de diffraction ($d = 0,49\text{ nm}$) augmente avec une augmentation du degré de cristallisation de l'hydrate.

Nous avons établi ainsi une échelle de valeurs en unités arbitraires entre 0 et 100 unités. Cette méthode est utilisée en chimie inorganique minérale pour apprécier le degré de cristallisation des ciments et autres composés inorganiques.

- 5 Ces caractéristiques et cette morphologie confèrent à la chaux traditionnelle une très faible réactivité qui va influencer défavorablement les multiples applications comme produit chimique ou comme matériau de construction.

10 Cette chaux traditionnelle a une faible plasticité, un faible taux de carbonatation dans les mortiers de maçonnerie et de plafonnage ainsi qu'une très faible capacité d'absorption des gaz acides.

15 L'utilisation de cette chaux hydratée traditionnelle comme badigeon ou peinture minérale à la chaux met en exergue sa faible réactivité et sa mauvaise aptitude à se carbonater au contact de l'anhydride carbonique de l'air. Cette réaction qui nécessite la présence d'humidité, puisque le réactif est à l'état solide, est tellement lente que la vitesse de séchage est supérieure à la cinétique de la réaction de carbonatation, avec comme conséquences une très mauvaise adhérence au support et un poudroissement.

- 20 L'emploi de chaux hydratée en pâte, produite avec un large excès d'eau ou de chaux hydratée très fine ou encore de chaux hydratée à grande surface spécifique sont de nature à améliorer l'adhérence du badigeon sur son support sans toutefois atteindre les performances souhaitées.

25 C'est dans le cadre de cette recherche que le produit et procédé de fabrication de chaux hydratée à très haute réactivité selon l'invention ont été découverts. Ses applications dépassent largement ce domaine d'application.

Afin de remédier à ces inconvénients majeurs, différents procédés ont été proposés en vue d'améliorer les propriétés physico-chimiques des chaux hydratées et leur réactivité.

5 Ainsi, les brevets US 2,309,168 - 2,365,736 - 2,409,546 proposent d'hydrater la chaux vive sous pression en vue d'obtenir une chaux complètement hydratée dont la plasticité est très élevée en vue de rendre cette chaux apte à former des mortiers très maniables.

10 Les chaux hydratées calciques et dolomitiques ainsi formées se caractérisent par une plasticité Emley supérieure à 200 mesurée selon la norme ASTM C110-85, consécutive à une grande surface spécifique et une très grande finesse.

Les procédés sous pression ont été améliorés selon US 3,106,453 et US 3,250,520 par l'utilisation de chaux vive à très haute réactivité calcinée rapidement à basse température.

15 En dépit de ces améliorations, la netteté et l'intensité des raies obtenues par diffraction X selon la méthode de Debye-Sherrer (radiation Cu K α) montrent que les micelles de ces chaux sont constituées de cristaux bien formés.

20 Ce degré de cristallisation élevé limite la réactivité du solide. Par ailleurs, le procédé d'hydratation sous pression nécessite des équipements coûteux et augmente considérablement le coût de production.

On a également cherché à améliorer la réactivité des hydrates et en particulier leur plasticité selon le brevet US 2,453,637 en incorporant aux hydrates sous pression des carbonates ou bicarbonates de sodium, 25 potassium et magnésium à raison de moins de 3% en poids.

Toujours dans le but d'améliorer la qualité des hydrates, le brevet US 2,956,867 préconise un broyage fin afin d'améliorer la plasticité de l'hydrate.

Le brevet US 3,120,444 recommande l'ajout d'alcools aliphatiques comme
5 le méthanol, l'éthanol, l'alcool polyvinylique, le glycérol dans des proportions variables et inférieures à 10%.

Selon le brevet US 4,636,379, la chaux vive est hydratée à une température inférieure à 45°C avec une solution contenant 30 à 50 parts en volume d'eau et 70 à 50 parts en volume de méthanol qui est ensuite
10 éliminé par évaporation. Ce procédé permet d'obtenir des hydrates secs ayant une surface spécifique comprise entre 36 et 48 m² / g.

En vue de produire de très fines particules d'hydroxyde de calcium avec une surface spécifique élevée, le brevet DE 3620024 A1 propose d'ajouter à l'eau d'hydratation de 0,1 à 5,0% en poids d'alcool et de sucre et
15 d'améliorer la fluidité de l'hydrate en incorporant de 0,1 à 5,0% en poids de glycol ou d'amine.

Dans un autre procédé (EP 0 558 522 B1), l'homme de métier a proposé de transformer de l'oxyde de calcium et / ou magnésium en hydroxyde de calcium et / ou magnésium, par réaction d'une quantité d'eau comprise
20 entre 0,6 et 2 parts en poids pour 1 part de CaO et / ou MgO en présence d'un additif chois parmi le monoéthylène glycol, le diéthylène glycol, triéthylène glycol, la monoéthanolamine, la diéthanolamine, la triéthanolamine et leurs mélanges, à raison d'un rapport en poids additifs CaO et / ou MgO supérieur à : 0,002 :1

25 Le produit obtenu par ce procédé présente une surface spécifique supérieure à 35 m² / g et une teneur en humidité inférieure à 50%.

On connaît également par le document US 5,492,685 une chaux hydratée composée de particules qui ont une surface spécifique supérieure à $55 \text{ m}^2/\text{g}$, un diamètre moyen inférieur à 2,5 microns et un volume poreux supérieur à $0,25 \text{ cm}^3 / \text{g}$.

- 5 Le procédé selon ce brevet préconise l'hydratation d'une chaux vive très réactive, avec une surface spécifique comprise entre $1,5$ et $3,0 \text{ m}^2 / \text{g}$, avec un mélange d'eau et d'alcool à raison de 1 à 2 fois la stoechiométrie en eau et 2 à 3 volumes d'alcool par volume d'eau.

En vue de caractériser la réactivité de la chaux, l'accent est mis sur la
10 surface spécifique, le volume poreux, le diamètre des pores, la taille des particules de chaux et la dimension des cristaux.

On connaît enfin par le document EP 0 861 209 B1 un procédé d'hydratation d'une chaux vive pulvérulente de réactivité moyenne (supérieure à $30^\circ\text{C} / \text{min}$) avec une quantité d'eau telle que l'hydrate
15 contient de 15 à 30 % en poids d'humidité qui est séchée à une température inférieure à 500°C pour éviter la réaction inverse de déshydratation ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$) et en l'absence de CO_2 en vue d'éviter une réaction de carbonatation ($\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$) et qui est
20 ensuite broyée en vue d'obtenir une chaux hydratée sèche et non carbonatée avec un refus à 32 microns compris entre 20 et 50%, une surface spécifique supérieure à $30 \text{ m}^2 / \text{g}$ et un volume poreux d'au moins $0,1 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Tous ces procédés ont contribué à améliorer la réactivité des chaux hydratées par l'augmentation de la finesse des particules et surtout par
25 l'obtention de cristaux hexagonaux d'hydroxyde de calcium plus fins ($c \leq a$) qui ont une plus grande surface spécifique et un volume des vides correspondant plus important.

Cependant, en dépit de ces améliorations, l'épaisseur des plaques reste supérieure à 150 microns, ce qui représente un nombre d'ions Ca ++ et OH- très important par rapport aux dimensions du cristal élémentaire de l'hydroxyde de calcium décrit par Hedin (base 3,5844 Å et 4,8962 Å de hauteur).

Il s'ensuit que malgré l'amélioration de la réactivité due à l'augmentation de la surface spécifique et de la finesse, les rendements de ces chaux hydratées peuvent encore être considérablement augmentés. Par exemple, l'utilisation comme badigeon de chaux hydratée avec une surface spécifique supérieure à 35 m² / g, a une adhérence supérieure sur une plaque de verre aux chaux hydratées conventionnelles, comme le montre un simple test d'arrachage au moyen de films adhésifs. Cependant, si la surface résiduelle du film de chaux carbonatée qui reste sur la plaque de verre est de 35% avec la chaux conventionnelle et de 62% avec les chaux à grande surface spécifique (> 35 m² / g), l'adhérence n'est pas totale et est susceptible d'être encore fortement améliorée.

Il en est de même pour le traitement des gaz résiduaux de l'incinération des ordures ménagères. La neutralisation des gaz acides qui contiennent de fortes concentrations en HCl et SO₂ est réalisée par injection sèche de chaux hydratée pulvérulente. Pour atteindre les concentrations limites en HCl et SO₂, il faut utiliser des quantités de réactif largement excédentaires par rapport à la stoechiométrie des réactions de neutralisation des gaz acides.

Avec la chaux hydratée conventionnelle, les quantités nécessaires de chaux hydratée sont 3 à 4 fois supérieures à la stoechiométrie et de 2 à 3 fois supérieures avec les chaux à grande surface spécifique comme en

témoignent la composition des résidus de l'incinération des ordures ménagères (REFIOM) ci-après :

			<u>Ca(OH)₂</u>	
5			correspondant	Sur 100 parts
	Teneur en chaux résiduelle			
	Ca(OH) ₂ (%)	17,07	17,07	34,36
	Teneur en chlorure de			
	calcium (CaCl ₂) (%)	20,54	13,69	27,56
10	Teneur en sulfate de			
	calcium (CaSO ₄) (%)	2,45	1,34	2,70
	Teneur en carbonate			
	de calcium (CaCO ₃) (%)	<u>23,75</u>	<u>17,58</u>	<u>35,38</u>
	Total :	63,81	49,68	100,00

15

On constate que les chaux à grande surface spécifique nécessitent encore un surdosage important puisque le rendement effectif c-à-d le pourcentage de chaux hydratée réellement utilisée pour la neutralisation des gaz acides (HCl, SO₂) n'est que légèrement supérieur à 30%.

20 Le demandeur a découvert de façon surprenante qu'il était possible d'obtenir une chaux hydratée encore plus réactive permettant entre autres un meilleur rendement effectif pour le traitement de gaz acides.

Brève description de l'invention

L'invention a pour objet des particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium à très haute réactivité caractérisées en ce qu'elles présentent une raie de diffraction aux rayons X à $d = 0,49\text{nm}$ selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer d'intensité inférieure à 50% (réduction d'au moins 50%), avantageusement à 35% (réduction d'au moins 65%), de préférence inférieure à 25% (réduction d'au moins 75%) de l'intensité d'une chaux hydratée traditionnelle avec une teneur en humidité de 1,5% et une surface spécifique de $15,8\text{m}^2/\text{g}$ préparée par simple réaction d'une chaux vive moulue avec une quantité d'eau correspondant à un rapport en poids eau/chaux de 0,60/1.

De préférence, au moins 50% en poids, avantageusement au moins 75% en poids, de préférence au moins 85% en poids des particules se présente sous forme de micelles très faiblement cristallisés.

Selon une particularité, les particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium contiennent des additifs choisis parmi les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydropolysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges dans un rapport en poids additifs / CaO et / ou MgO supérieur à 0,0005 :1, avantageusement inférieur à 0,01 :1, de préférence compris entre 0,002:1 et 0,005:1.

Selon un détail avantageux, au moins 50% en poids des particules est formée par des plaquettes présentant une épaisseur de moins de $150\mu\text{m}$, avantageusement de moins de $100\mu\text{m}$, en particulier de moins de $75\mu\text{m}$.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation d'un hydroxyde de calcium et / ou de magnésium selon l'invention. Dans le

procédé selon l'invention, on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau saturée au moins à 25%, avantageusement saturée au moins à 50%, de préférence saturée au moins à 75%, en particulier saturée à un niveau au moins proche de 95% à 100%
5 en ions calcium et hydroxyles en présence d'un additif choisi parmi les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydropolysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels
10 éther et alcool et leurs mélanges, le rapport en poids additif / CaO et / ou MgO étant supérieur à 0,0005 :1.

Selon une particularité, on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau au moins saturé à plus de 50% en ions calcium et hydroxyles, ladite eau étant en plus sursaturée en ions
15 calcium et/ou en ions hydroxyles.

Selon un détail avantageux, on utilise une eau présentant une saturation au moins partielle en ions calcium et en ions hydroxyles à une température d'environ 30°C, de préférence une eau saturée ou au moins sensiblement complètement saturée en chaux à une température
20 inférieure à 30°C.

Selon un autre détail avantageux, le rapport en poids additif / CaO et / ou MgO est compris entre 0,001 :1 et 0,01 :1, de préférence entre 0,002 :1 et 0,005 :1.

En particulier, on maintient la température maximale de réaction entre
25 80°C et 95°C. De préférence, on maintient la température de réaction d'au moins 50% en poids du CaO et/ou MgO avec une eau présentant une saturation à une température comprise entre 80°C et 95°C.

Selon une particularité, le ou les additifs sont intimement mélangés au CaO et / ou MgO durant une opération de broyage et/ou de mouture, et/ou incorporés dans l'eau d'hydratation.

L'invention a encore pour objet l'utilisation de particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'invention, dans une application choisie parmi le groupe constitué du traitement des gaz, la stabilisation des sols, le traitement des eaux et des gaz, la production de matériaux silico-calcaires, le traitement des sols, le traitement de liquides, en particulier le traitement d'eaux, les peintures minérales, les enduits de
5
10 plafonnage, et les mortiers de maçonnerie.

Les revendications attachées au présent mémoire donnent des particularités de l'invention.

Description d'exemples

Le demandeur a découvert qu'en hydratant du CaO et /ou MgO à une température inférieure à 100°C avec une solution aqueuse saturée en ions Ca⁺⁺ et OH⁻ (eau de chaux) et en utilisant des additifs particuliers, il était possible d'obtenir un hydroxyde de calcium et / ou magnésium constitué de cristaux de très petites dimensions et peu cristallisés c-à-d dans un état amorphe avec une réactivité très supérieure aux chaux hydratées
15
20 obtenues selon les procédés connus.

Le demandeur a réussi à préparer un hydroxyde de calcium à très haute réactivité en utilisant une eau d'hydratation saturée en ions calcium et en ions hydroxydes dont les concentrations sont inversement proportionnelles à la température (1,85 g / l à 0°C - 0,77 g / l à 100°C) et en opérant
25 l'hydratation de la chaux vive en présence d'une quantité d'un additif choisi parmi les polymères : les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydropolysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou - polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes

comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges, la quantité d'additifs étant que le rapport en poids additif / CaO et en MgO est supérieur à 0.0005 :1, mais est en particulier compris
5 entre 0,002 :0 et 0,005 :1, par exemple 0,0025:1, 0,003:1, 0,004:1.

L'additif est ajouté soit lors du broyage de la chaux vive, soit dans l'eau de chaux qui sera utilisée pour la réaction d'hydratation.

Dans les exemples de réalisation, la température réactionnelle maximale ou pic de réaction d'hydratation est maintenue en deçà de 100°C et de
10 préférence entre 80 et 95°C, afin d'éviter la formation d'eau gaz préjudiciable à la réactivité de l'hydrate.

Le refroidissement de la température de réaction ou son maintien dans une plage déterminée a été obtenu par injection d'air ou d'un gaz (en particulier inerte, par exemple azote) à température ambiante à la base
15 d'un lit fluidisé. Les particules d'hydroxyde de calcium humides sont maintenues en suspension par l'air ou le gaz de fluidisation. Un contrôle/mesure de la température est avantageusement réalisé au moyen d'une sonde thermique, ce contrôle/mesure de température étant alors utilisé pour réguler le débit des réactifs (eau de chaux et chaux vive)
20 et/ou de gaz de fluidisation, pour rester dans la plage de température désirée.

Dans un procédé de préparation utilisé, l'oxyde de calcium et / ou magnésium a été soumis à un broyage par voie sèche au cours duquel, le ou les additifs ont été incorporés dans la chaux vive.

25 L'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium obtenu par le procédé peut si nécessaire être soumis à un séchage en vue de réduire la teneur en humidité et/ou à un broyage et divers traitements en vue d'améliorer les propriétés rhéologiques de la chaux hydratée pulvérulente, par exemple

en vue de faciliter son transport pneumatique et son dosage lors de son utilisation, par exemple dans des utilisations de traitement de gaz et de liquides.

Par l'hydratation au moyen d'une eau de chaux saturée en ions calcium
5 (Ca ⁺⁺) et hydroxyles (OH⁻) en présence de polymères organiques, dans les quantités ci-avant citées, le demandeur a pu obtenir des micelles d'hydroxyde de calcium très fins dont le diamètre moyen est inférieur au micron qui sont très faiblement cristallisés, voire amorphes, comme le montre l'examen des raies de la diffraction aux X-ray sur poudre selon la
10 méthode de Debye-Sherrer.

La chaux de l'invention qui a été préparée dans les exemples présente une structure amorphe ou sensiblement amorphe et la taille des micelles d'hydroxyde de calcium et ou magnésium, cette chaux hydratée présentant une très grande réactivité et une surface spécifique selon la
15 méthode BET supérieure à 35 m² / g.

Dans les exemples de préparation, il semble que l'ajout d'une solution saturée en ions calcium et hydroxyles au contact de la chaux et sous l'action d'une brusque élévation de température provoque une supersaturation du milieu et la formation rapide de nombreux nuclei ou germes
20 d'hydroxydes de calcium. Sans limiter l'invention à cette théorie possible, il semble également que la présence des additifs va perturber et inhiber la croissance et la structure des nuclei hydroxyde de calcium.

Les additifs utilisés dans le procédé sont avantageusement des additifs contribuant à l'état final des micelles d'hydroxyde de calcium, probablement par un effet d'absorption superficielle, et/ou
25 d'empoisonnement et/ou d'inhibiteur de croissance des nuclei aboutissant à un hydroxyde de calcium irrégulier, peu cristallisé dans un état amorphe ou sensiblement amorphe et/ou avec une épaisseur de plaque faible, cet

hydroxyde présentant une grande surface spécifique et une haute, voire très haute réactivité.

D'autres particularités et détails de l'invention ressortiront de la description détaillée d'exemples spécifiques de préparation et
5 d'utilisation de chaux hydratée selon l'invention, exemples comparatifs avec des chaux hydratées préparées selon un ou des procédés connus.

Dans des exemples, des essais comparatifs ont été réalisés pour diverses utilisations, pour mettre en exergue les performances exceptionnelles de l'hydroxyde de calcium selon l'invention.

10 Préparation des hydroxydes de calcium selon l'invention et non selon l'invention, à partir d'un même lot de chaux vive.

Hydroxyde de calcium A (comparatif)

Une chaux hydratée traditionnelle a été préparée par réaction d'une chaux vive moulue avec une quantité d'eau correspondant à un rapport en
15 poids eau / chaux de 0,60 / 1. L'hydroxyde de calcium ainsi obtenu avait une teneur en humidité de 1,5% et une surface spécifique de 15,8 m² / g.

Hydroxyde de calcium B (comparatif)

Conformément au brevet EPO 558 522 B1, on hydrate la chaux vive moulue avec 0,83 part en poids d'eau et en présence de 0,008 part en poids de
20 diéthylène glycol pour une part en poids de chaux vive.

Après séchage de l'humidité résiduelle de l'hydrate, la surface spécifique était de 39 m² / g.

Hydroxyde de calcium C (invention)

Conformément au procédé selon l'invention, on a éteint la chaux vive
25 moulue en lit fluidisé (au moyen d'un gaz inerte) avec une quantité d'eau

(saturée en chaux à 20°C) correspondant à un rapport en poids de 0,83 parts d'eau de chaux pour 1 part en poids de chaux vive, en présence de 0,002 part en poids de polydiméthylsiloxane comportant plusieurs groupes fonctionnels hydroxyles et de 0,0015 part en poids de diéthylène glycol.

- 5 La température maximale du milieu réactionnel a été maintenue entre 85 et 95°C.

L'hydroxyde de calcium avait une teneur en humidité de 12%. Après séchage (au moyen d'un gaz inerte, par exemple azote), la teneur en humidité a été réduite à environ 1,5% et la surface spécifique était
10 d'environ 41 m² / g.

L'examen des raies de diffraction RX selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer a donné les résultats ci-après pour les différents hydroxydes de calcium préparés :

15

Tableau 1

Hydroxyde de calcium	Intensité des raies (d = 0,49 nm) (unités arbitraires et relatives)	Réduction en % par rapport à l'intensité A
A (comparatif)	60	
20 B (comparatif)	45	25
C (invention)	15	75

Il ressort de ce tableau que l'intensité de la raie de diffraction à d = 0,49 nm caractéristique de l'hydroxyde de calcium est considérablement plus

faible pour la chaux C (invention) par rapport aux chaux A et B (comparatives).

Ces résultats montrent que le degré de cristallisation de l'hydroxyde de calcium C est beaucoup plus faible que les chaux A et B.

- 5 En raison des faibles valeurs de la masse volumique en vrac (M.V.V.) de l'hydroxyde de calcium soit sous forme de chaux hydratée sèche (M.V.V. < 500 kg / m³), soit sous forme de lait de chaux à des concentrations en solide inférieures à 20% en poids ce qui correspond à des M.V.V. en solide < 200 kg / m³, la chaux est généralement livrée sous forme de chaux vive
10 pulvérulente.

Une hydratation in situ selon le procédé suivant l'invention permet de réduire les coûts de transport et d'obtenir un hydrate à très haute réactivité et une économie substantielle en réactif.

- 15 Les exemples d'utilisation ci-après mettent en exergue les avantages de l'utilisation de la chaux hydratée suivant l'invention dans des secteurs grands consommateurs de chaux hydratées.

- Dans ces exemples d'utilisation, les trois hydroxydes de calcium (A,B et C) ont été utilisés à des concentrations égales et dans des conditions identiques, de manière à pouvoir comparer leurs efficacités.
20

Exemple d'utilisation 1

- Cet exemple concerne la fabrication de briques silico-calcaires. Quatre essais ont été réalisés, trois avec les hydroxydes de calcium (A,B et C) produits à partir d'une même chaux vive moulue. Un 4^{ème} essai a été
25 effectué à partir de cette chaux vive moulue qui constitue le test de référence et correspond à la technique traditionnelle d'utilisation de la chaux.

Ces 4 essais ont été réalisés en laboratoire à des concentrations en CaO disponible égales pour tous les essais soit à 7% en poids par rapport au sable humide et dans les conditions identiques décrites ci-après :

- 5 • Mélange dans un malaxeur planétaire d'un sable siliceux humide (8%) et de chaux durant 5 minutes.
- Mise au repos du mélange à 70° C durant 3 heures.
- 10 • Après réajustement de la teneur en eau du mélange à 6%, la mise en forme est réalisée par pressage dans un moule cylindrique de 50 mm de diamètre et de 50 mm de hauteur. La quantité de matière introduite dans le moule correspond à une densité de matière du prisme cylindrique de 1,8 gr / cm³, soit pour un volume de 98,175 cm³ de 176,715 gr d'un mélange humide de chaux hydratée et de sable.
- 15 • Le durcissement est obtenu par autoclavage à une pression de 10,5 bars pendant 6 heures.
- Les moules sont ensuite conservés à l'air ambiant du laboratoire pendant 7 jours avant de mesurer leur résistance à la compression.
- Les valeurs reprises dans le tableau 2 sont la moyenne de 3 mesures pour chaque essai.

Tableau 2

	Résistance à la compression N / mm ²	Résistance en valeurs Relatives
Chaux vive moulue	19,3	76,6
Hydroxyde de calcium A	17,6	69,8
Hydroxyde de calcium B	21,8	86,5
Hydroxyde de calcium C	25,2	100,0

L'hydroxyde de calcium (C) selon l'invention donne une résistance en
 5 valeur relative de 100, pour 76,6 pour le procédé traditionnel
 d'incorporation de chaux vive dans le sable humide, de 69,8 pour
 l'hydroxyde de calcium (A) conventionnel, et de 86,5 pour l'hydroxyde de
 calcium (B) à grande surface spécifique. Tenant compte d'une
 10 proportionnalité linéaire entre la quantité de chaux et la résistance des
 matériaux silico-calcaires, ces performances très différentes offrent des
 perspectives intéressantes sur l'économie de chaux pour atteindre les
 résistances requises ou pour préparer des briques silico-calcaires avec une
 haute résistance à la compression.

Exemple d'utilisation 2

15 Cet exemple concerne le traitement de gaz acides au moyen d'hydroxyde
 de calcium et plus particulièrement la neutralisation de l'acide
 chlorhydrique contenu dans les gaz de fumées provenant de l'incinération
 d'ordures ménagères, par injection de chaux hydratée.

Un essai de laboratoire a été réalisé avec les hydroxydes de calcium A (comparatif), B (comparatif) et C (invention) dans des conditions identiques afin de comparer leur performance de neutralisation de l'acide chlorhydrique sous forme de gaz.

- 5 Les essais ont été réalisés en lit fixe. Les chaux ont été préalablement mises sous forme de granules d'un diamètre moyen de 3 mm afin de permettre le libre passage du gaz acide à travers le lit. La granulation a été faite au moyen d'un granulateur Eirich par mélange intensif à une humidité de 15%. Après traitement, les granules ont été séchés et tamisés
- 10 entre 4 et 5 mm. La porosité intra et intergranulaire permet un contact intime du gaz (HCl) avec le solide (Ca(OH)₂).

La température du lit de granules a été maintenue à 160°C, température correspondant à la moyenne de température des gaz de fumées d'un incinérateur d'ordures ménagères.

- 15 On a fait passer un courant gazeux d'acide chlorhydrique présentant une concentration de 1800 mg HCl / m³ ([HCl]₀) et une humidité de 12%, à travers le lit absorbant comprenant 9,42 g d'hydroxyde de calcium en grains.

- 20 Le temps de contact du gaz acide avec la chaux était d'environ 10 secondes, temps qui correspond aux conditions industrielles d'une injection sèche de poudre dans un incinérateur. La quantité totale d'acide chlorhydrique ajouté correspondait à 1 fois la stoechiométrie du Ca(OH)₂.

- 25 La quantité d'HCl non absorbée ([HCl]_f étant la concentration en HCl des gaz après leur passage à travers le lit absorbant) a été collectée dans une solution titrée de soude caustique.

Les rendements de déchloration rassemblés dans le tableau 3, sont calculés comme suit :

$$5 \quad R (\%) = \frac{[\text{HCl}]_0 - [\text{HCl}]_f}{[\text{HCl}]_0} \times 100$$

Tableau 3

<u>Hydroxyde de calcium</u>	<u>Rendement de déchloration R (%)</u>
A (comparatif)	29,8
B (comparatif)	40,5
C (invention)	64,6

- 10 Il ressort de ces résultats que l'hydroxyde de calcium C selon l'invention a une capacité d'absorption des gaz acides beaucoup plus élevée que l'hydrate conventionnel A et l'hydroxyde de calcium B.

Exemple d'utilisation 3

- 15 Dans le domaine de la stabilisation des sols argilo-limoneux, la notion de réactivité est sous-estimée. A l'instar de la fabrication des matériaux silico-calcaires, ces réactions solide / solide nécessitent une très grande réactivité de la chaux afin de limiter les pertes en réactif et d'obtenir de bons rendements. Traditionnellement une quantité de 2% de chaux vive

pulvérulente est incorporée dans le sol à une température souvent inférieure à 20°C. Ainsi, l'hydratation de l'oxyde de calcium au contact de l'humidité du sol est réalisée dans des conditions très défavorables à l'obtention d'un hydroxyde de calcium réactif bien nécessaire aux réactions avec les minéraux argileux. Outre la très faible température de réaction, le ratio H_2O / CaO , la présence d'acide humique et de sels minéraux contenus dans le sol auront une action très négative sur le processus d'hydratation. Pour ces raisons, seules les réactions à court terme c'est-à-dire en 2 heures sont prises en considération. Les effets bénéfiques à long terme résultant de la réaction pouzzolanique entre la chaux et les minéraux argileux ne sont pas pris en considération car les réactions sont très lentes et leurs effets ne se produisent qu'après la période de gel.

Les 3 hydroxydes de calcium (A, B et C) ainsi que la chaux vive moulue qui a servi à leur préparation ont été intimement mélangés à un sol argilo-limoneux dans un malaxeur planétaire de laboratoire.

Quatre dosages en chaux identiques ont été réalisés en tenant compte de leurs teneurs respectives en CaO disponible des chaux et correspondant à un dosage de 3% en $Ca(OH)_2$

20

Après une mise au repos des mélanges de 2 heures, la teneur en eau a été ajustée à 18,2% correspondant à la teneur en eau optimale de compactage. Les mélanges ont été ensuite introduits dans 5 éprouvettes cylindriques Proctor et compactés sur les deux faces à l'énergie du Proctor modifié. Les éprouvettes enveloppées d'un film de polyéthylène et d'un papier d'aluminium ont été conservées à 20°C.

Après 30, 60 et 120 jours, on a mesuré la résistance à la compression uniaxiale (R_c). Chaque résultat repris dans le tableau 4 est la moyenne de 5 mesures.

Tableau 4

5

	Type de chaux	Rc (N / mm ²) après		
		30 jours	60 jours	120 jours
	Oxyde de calcium	0,56	0,76	1,08
	Hydroxyde de calcium A	0,72	1,04	1,56
10	Hydroxyde de calcium B	1,00	1,52	2,55
	Hydroxyde de calcium C	1,56	2,24	3,60

Au vu des résultats, on constate qu'on obtient avec l'hydroxyde de calcium C selon l'invention des résistances à 120 jours 1,4 fois plus élevées que l'hydroxyde de calcium B à grande surface spécifique, 2,3 fois supérieures à l'hydroxyde de calcium A correspondant à un hydrate conventionnel et 3,3 fois supérieures au procédé habituel d'incorporation de la chaux vive dans le sol.

De la même façon, les effets à court terme que sont les modifications des limites d'Atterberg, et de la courbe de compactage Proctor ainsi que l'augmentation de l'indice CBR seront également améliorées.

Comme ces résultats sont proportionnels à la quantité de chaux incorporée au sol, il en résulte une très grande économie de chaux pour

atteindre une performance requise par l'utilisation de la chaux à très haute réactivité selon le procédé suivant l'invention.

D'autres particules selon l'invention ont été préparées comme indiqué pour la préparation de l'hydroxyde de calcium C, si ce n'est qu'on a utilisé

5 d'autres additifs et/ou d'autres quantités d'additifs.

hydroxyde de calcium	additif(s)	part en poids additif pour 1 part en poids de CaO
C1	poly dimethyl siloxane présentant une viscosité inférieure à 3cSt	0,004
C2	poly dimethyl siloxane de viscosité comprise entre 100 et 1000cSt Diethylene glycol	0,003 0,001
C3	silanol - polydimethylsiloxane de viscosité inférieure à 100 cSt	0,004
C4	dimethylsiloxane - oxyde d'éthylène bloc copolymère de viscosité inférieure à 100cSt	0,004
C5	dimethylsiloxane - oxyde de propylène bloc copolymère de viscosité comprise entre 1000 et 2000 cSt	
C6	polydiméthylsiloxane (200cSt) triéthanolamine	0.003 0.001
C7	nonoxynol-15	0,004
C8	octoxynol diéthylèneglycol	0,003 0,001
C9	Silwet(R) L77	0,003

D'autres additifs du type tensioactifs nonioniques qui peuvent être utilisés dans le procédé suivant l'invention sont décrits dans le document US 6,956,019.

REVENDEICATIONS

1. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium à très haute réactivité caractérisées en ce qu'elles présentent une raie de diffraction aux rayons X à $d = 0,49\text{nm}$ selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer d'intensité inférieure à 50% de l'intensité d'une chaux hydratée traditionnelle avec une teneur en humidité de 1,5% et une surface spécifique de $15,8\text{m}^2/\text{g}$ préparée par simple réaction d'une chaux vive moulue avec une quantité d'eau correspondant à un rapport en poids eau/chaux de 0,60/1.
2. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium à très haute réactivité selon la revendication 1, caractérisées en ce qu'elles présentent une raie de diffraction aux rayons X à $d = 0,49\text{nm}$ selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer d'intensité inférieure à 35% de l'intensité d'une chaux hydratée traditionnelle avec une teneur en humidité de 1,5% et une surface spécifique de $15,8\text{m}^2/\text{g}$ préparée par simple réaction d'une chaux vive moulue avec une quantité d'eau correspondant à un rapport en poids eau/chaux de 0,60/1.
3. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium à très haute réactivité selon la revendication 2, caractérisées en ce qu'elles présentent une raie de diffraction aux rayons X à $d = 0,49\text{nm}$ selon la méthode des poudres de Debye-Sherrer d'intensité égale ou inférieure à environ 25% de l'intensité d'une chaux hydratée traditionnelle avec une teneur en humidité de 1,5% et une surface spécifique de $15,8\text{m}^2/\text{g}$ préparée par simple réaction d'une chaux vive moulue avec une quantité d'eau correspondant à un rapport en poids eau/chaux de 0,60/1.
4. Particules suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisées en ce qu'au moins 50% en poids, avantageusement au moins

75% en poids, de préférence au moins 85% en poids des particules se présente sous forme de micelles très faiblement cristallisés.

5. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisées en ce qu'elles contiennent des additifs choisis parmi les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydro polysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges dans un rapport en poids additifs / CaO et / ou MgO supérieur à 0,0005 :1.

6. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisées en ce qu'elles contiennent des additifs choisis parmi les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydro polysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges dans un rapport en poids additifs / CaO et / ou MgO inférieur à 0,01 :1.

7. Particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisées en ce qu'elles contiennent des additifs choisis parmi les organo poly siloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydro polysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges dans un rapport en poids additifs / CaO et / ou MgO compris entre 0,002:1 et 0,005:1.

8. Particules d'hydroxyde de calcium et/ou de magnésium suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisées en ce qu'au moins 50% en poids des particules est formée par des plaquettes présentant une épaisseur de moins de 150µm, avantageusement de moins de 100µm, en particulier de moins de 75µm.
9. Procédé de préparation d'un hydroxyde de calcium et / ou de magnésium selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau saturée au moins à 25% en ions calcium et hydroxyles en présence d'un additif choisi parmi les organo polysiloxanes, les organo hydrosiloxanes ou hydropolysiloxanes, les méthylhydro-siloxanes ou -polysiloxanes, les polydiméthylsiloxanes, les polydiméthylsiloxanes comportant un ou plusieurs groupes silanols, les polymères organiques comportant un ou plusieurs groupes fonctionnels éther et alcool et leurs mélanges, le rapport en poids additif / CaO et / ou MgO étant supérieur à 0,0005 :1.
10. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau saturée au moins à 50% en ions calcium et hydroxyles.
11. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau saturée au moins à 75% en ions calcium et hydroxyles.
12. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau saturée au moins proche de 95 à 100% en ions calcium et hydroxyles.
13. Procédé suivant la revendication 9, caractérisé en ce qu'on fait réagir à une température inférieure à 100°C du CaO et / ou MgO avec une eau au

moins saturé à plus de 50% en ions calcium et hydroxyles, ladite eau étant en plus sursaturée en ions calcium et/ou en ions hydroxyles.

14. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 à 13, caractérisé en ce qu'on utilise une eau présentant une saturation au moins partielle en ions calcium et en ions hydroxyles à une température d'environ 30°C.

15. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 à 14, caractérisé en ce qu'on utilise une eau saturée en chaux à une température inférieure à 30°C.

10 16. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 à 15, caractérisé en ce que le rapport en poids additif / CaO et / ou MgO est compris entre 0,001 :1 et 0,01 :1.

17. Procédé suivant la revendication 16, caractérisé en ce que le rapport en poids additif / CaO et / ou MgO est compris entre 0,002 :1 et 0,005 :1.

15 18. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 à 17, caractérisé en ce qu'on maintient la température maximale de réaction entre 80°C et 95°C.

19. Procédé suivant la revendication 18, caractérisé en ce qu'on maintient la température de réaction d'au moins 50% en poids du CaO et/ou MgO avec une eau présentant une saturation à une température comprise entre 80°C et 95°C.

20 20. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 9 à 19, caractérisé en ce que le ou les additifs sont intimement mélangés au CaO et / ou MgO durant une opération de broyage et/ou de mouture, et/ou 25 incorporés dans l'eau d'hydratation.

21. Utilisation de particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans une application choisie parmi le groupe constitué du traitement des gaz, la stabilisation des sols, le traitement des eaux et des gaz, la production de matériaux silico-calcaires, le traitement des sols, le traitement de liquides, en particulier le traitement d'eaux, les peintures minérales, les enduits de plafonnage, et les mortiers de maçonnerie.

22. Briques silico-calcaires préparées par mélange d'un sable siliceux humide et particules d'hydroxyde de calcium et / ou de magnésium suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, mise en forme et autoclavage, lesdites briques présentant après 7 jours à la température ambiante (20°C) une résistance à la compression d'au moins 25N/mm².