maisons
paysannes
d'ardèche

Pourquoi les enduits à la chaux?

Bernard Leborne, ardeche@maisons-paysannes.org 06 21 31 52 27

maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux

La chaux c'est de la pierre calcaire cuite à 1000°.

Si le calcaire est pur : Il donne une **chaux aérienne** qui fera prise par réaction avec le gaz carbonique de l'air.
Appellation normée: CL90s

On la trouve en poudre ou en pâte.

Elle ne sert qu'aux enduits décoratifs ou aux badigeons.

maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux

Si le calcaire est argileux ou avec du silex: Sa cuisson donne une **chaux hydraulique** qui fait prise par réaction à l'eau.

La chaux sera plus hydraulique, et donc plus résistante et avec une prise plus rapide, si le pourcentage d'argile ou de silex est plus élevé.

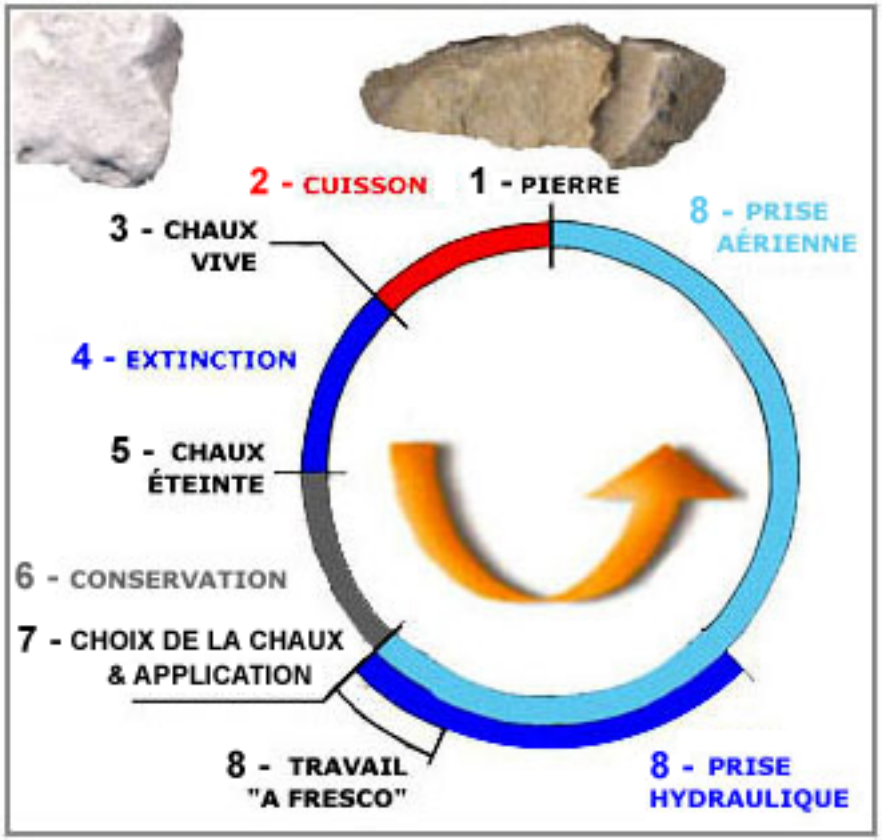
Appellation normée: NHL 2 – 3,5 ou 5

Ce sont elles que l'on utilise pour le hourdage, et également pour les enduits (gobetis, corps d'enduit et éventuellement couche décorative de finition.

Il existe aussi des chaux « formulées » labellisée FL non naturelles.

maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux



maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux aérienne, la réaction chimique

Calcaire pur — cuisson → chaux vive et gaz carbonique

$Ca\ C\ 0_3$ ---------→ $Ca\ 0 + C\ O_2$

Extinction: → chaux aérienne

$Ca\ O + H_2\ O$ ---------→ $Ca\ (O\ H)_2$

Prise → calcaire + eau

$Ca\ (O\ H)_2 + H_2\ O + C\ 0_2$ → $Ca\ C\ 0_3 + 2\ H_2\ O$

maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux hydraulique, la réaction chimique

Partie « pure » cuisson chaux vive chaux éteinte

$Ca\,C\,0_3$ -----→ $Ca\,0$ + $C\,O_2$ ---→ $Ca\,(OH)_2$

Partie « impure » (SiO2 Al2O3 Fe2O3 Mg …)

$2\,Ca\,C\,O_3 + Si\,O_2$ ---------→ $(2\,Ca\,O, Si\,O2) + 2\,C\,O_2$

silicate bicalcique → prise hydrauliqu

+

$7\,Ca\,C\,O_3 + 2\,Al_2\,O_3 + Fe_2\,O_3$

---------→

$3\,Ca\,O, Al2\,O3$ Aluminate tricalcique

+ $4\,Ca\,O, Al_2\,O_3, Fe_2\,O_3$ Ferro aluminate

+ $7\,C\,O_2$

maisons
paysannes
d'ardèche

Pourquoi la résistance de certains à l'utilisation de la chaux?

Elle ne serait pas assez résistante
Elle fait prise trop lentement

maisons
paysannes
d'ardèche

Tableau des résistances mécaniques à 28 jours*:

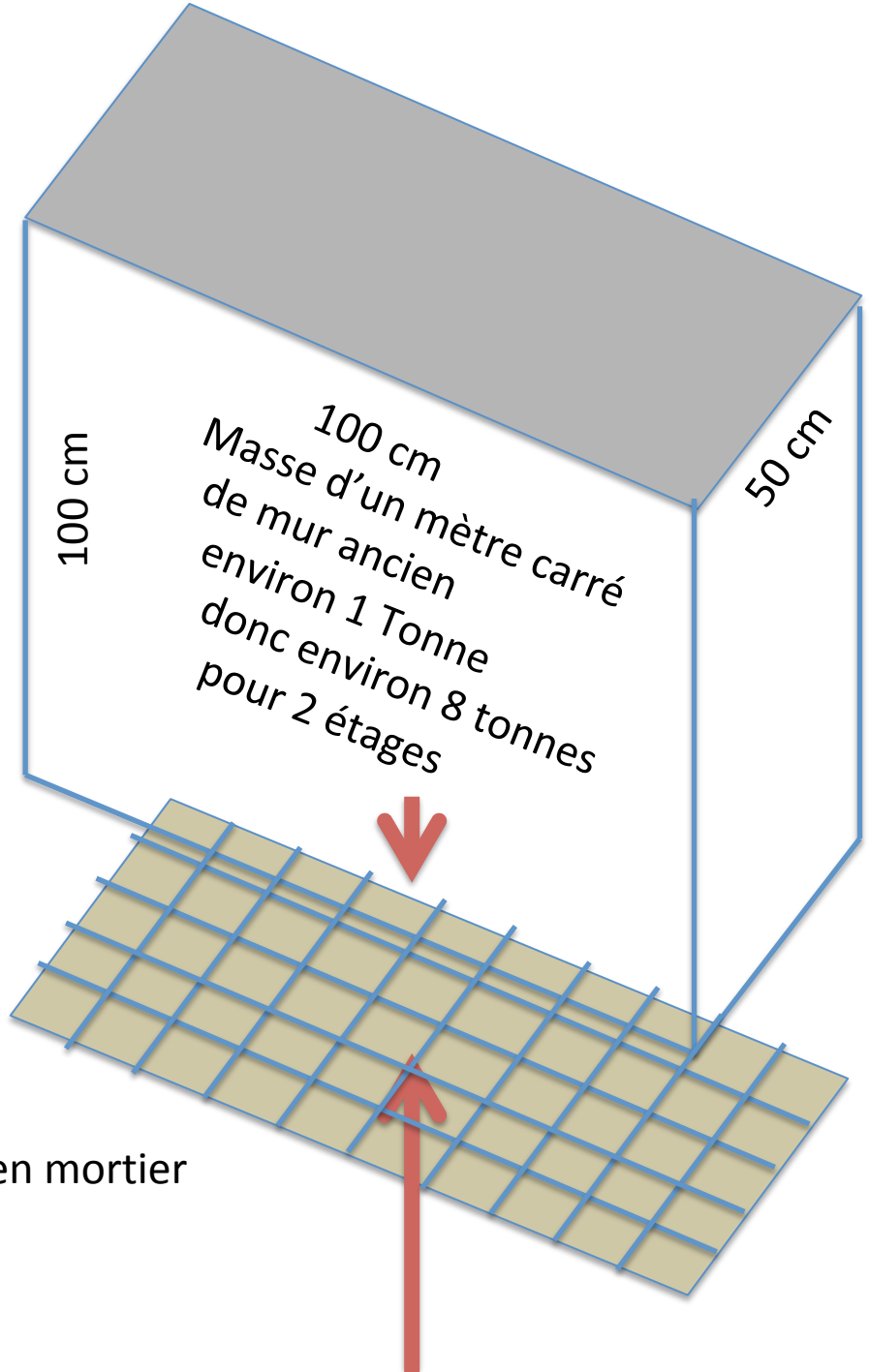
Ciment à maçonner MC	12,5 MPa	soit	12,5 T au dm2
Ciment prompt naturel NF P15-314	12,5 MPa	soit	12,5 T au dm2
Chaux naturelle à maçonner FL (mélange de chaux NHL et de ciment 52,5)	5 à 15 MPa	soit	5 à 15 T au dm2
Chaux hydraulique naturelle NHL5	5 MPa	soit	5 T au dm2
Chaux hydraulique naturelle NHL3,5	3,5 MPa	soit	3,5 T au dm2
Chaux hydraulique naturelle NHL2	2 MPa	soit	2 T au dm2
Chaux aérienne CL90-S	<2 MPa	soit	<2 T au dm2

- 28 jours parce que c'est le moment où le ciment a atteint sa résistance maximale,
- la résistance de la chaux double à 6 mois, quadruple à 12 mois et croit sans limite de temps jusqu'à redevenir pierre calcaire

maisons
paysannes
d'ardèche

La chaux est-elle
assez résistante
pour construire?

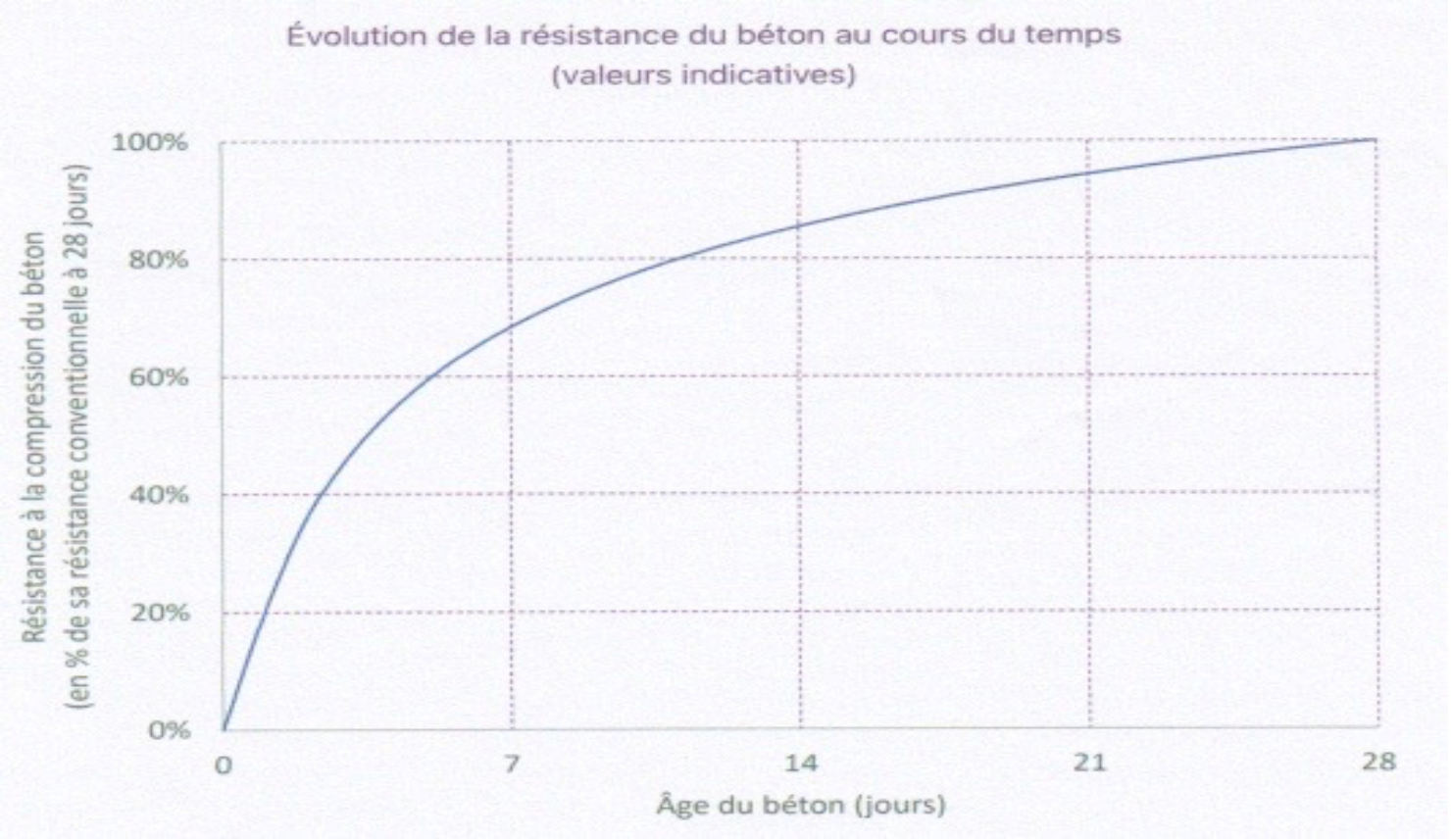
1 Mpa =
1T sur carré de 10x10 cm



Résistance à la compression
de la section de mur hourdé en mortier
de chaux NHL 3,5:
50 x 3,5T / dm2 = 175 tonnes

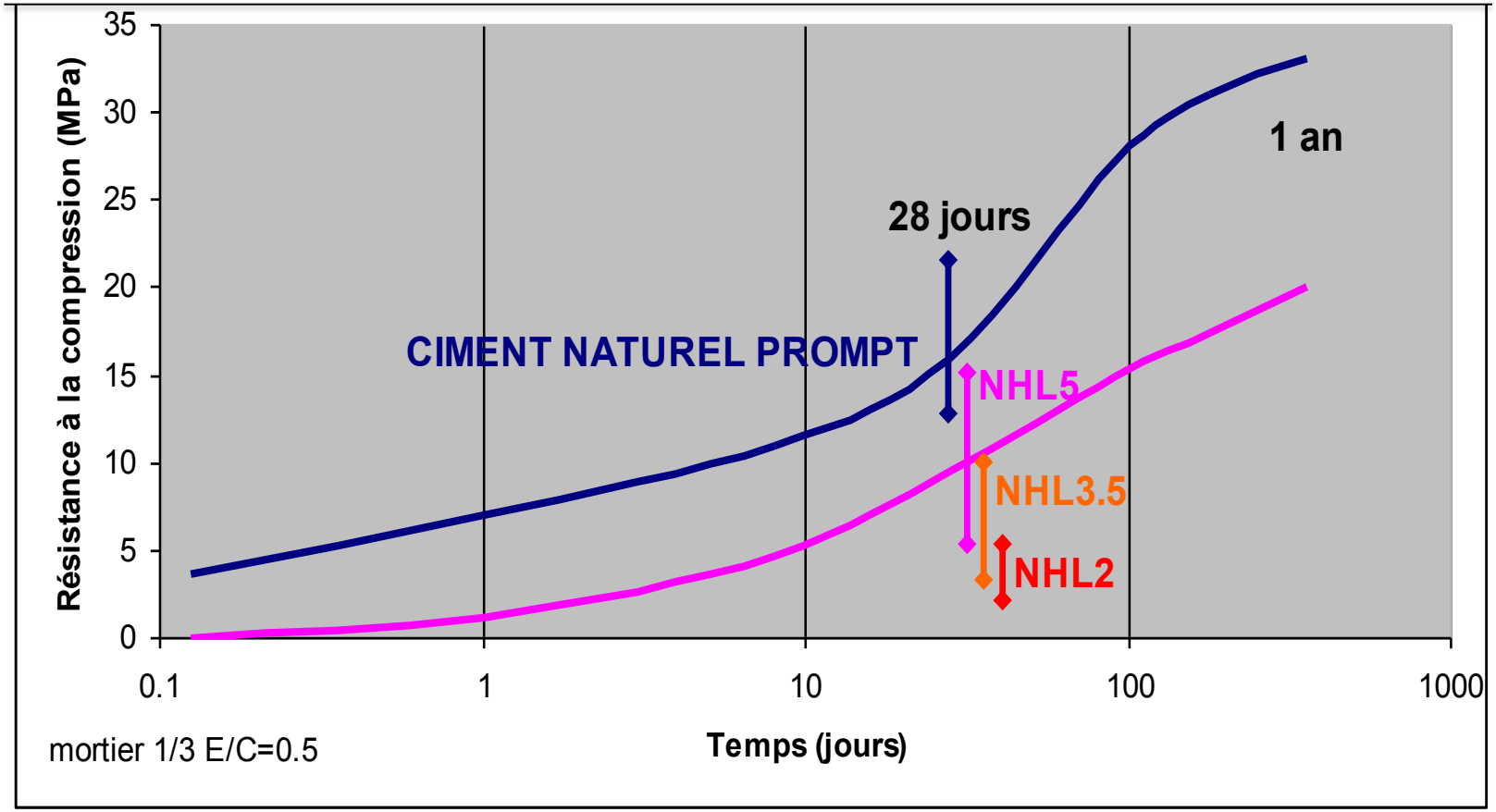
maisons
paysannes
d'ardèche

Courbe de la prise du ciment jusqu'à 28 jours



maisons
paysannes
d'ardèche

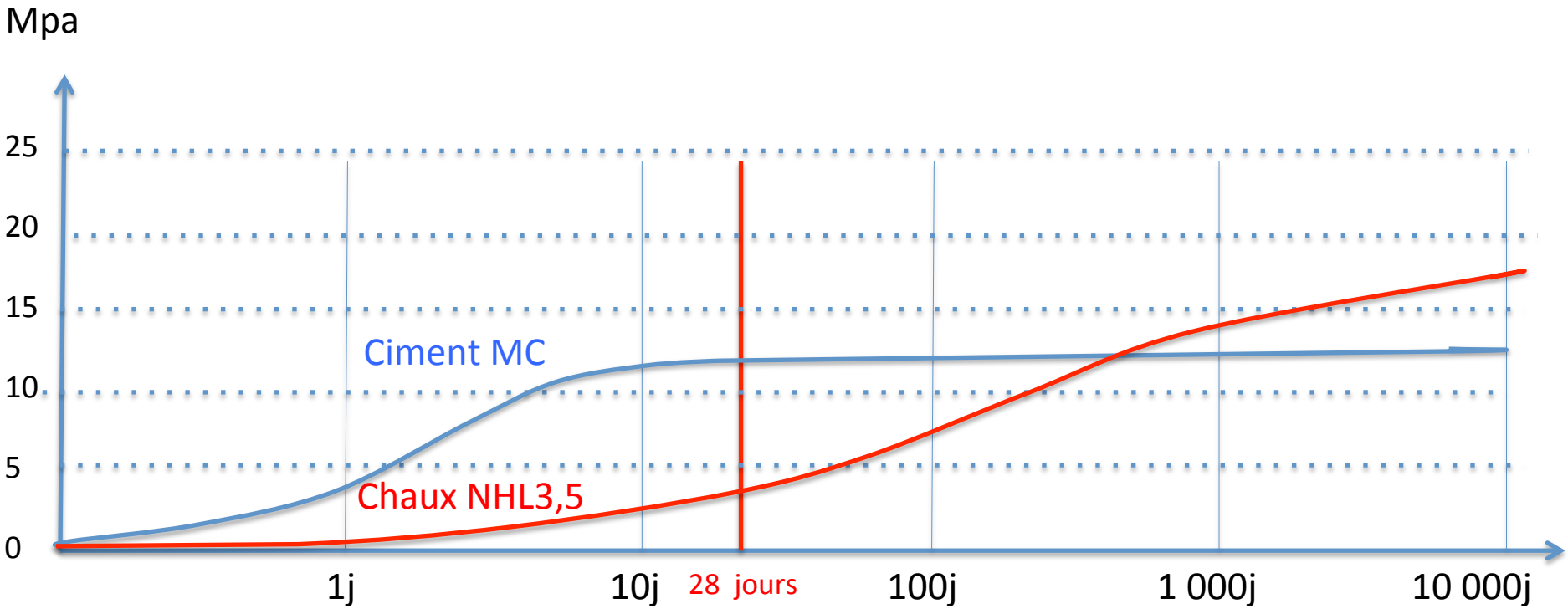
Courbe de la prise de la chaux



Doublement du 28ème jour à 6 mois pour les chaux, contrairement au ciment qui ne durcit plus

maisons
paysannes
d'ardèche

Courbes comparées de la chaux et du ciment



Doublement du 28ème jour à 6 mois pour les chaux, contrairement au ciment qui ne durcit plus

maisons
paysannes
d'ardèche

LAFARGE

Chaux naturelles

NHL 2

NHL 3,5

NHL 5

maisons
paysannes
d'ardèche

Chaux naturelles

CESA
chaux & enduits St Astier
S14
....En Périgord.

CL90-S

HL 2

maisons
paysannes
d'ardèche

Chaux aérienne

GROUPE
SAINT HILAIRE
Valoriser les ressources minérales

CL90-S

maisons
paysannes
d'ardèche

POZZO NUOVO

Chaux en pâte CL90-S
7, 17 ou 27 kg

Enduit traditionnel
0-300µ ou 0-700µ
27 kg

Badigeon
5, 10 ou 20 litres

maisons
paysannes
d'ardèche

Ciment naturel, prompt

DOSAGES POUR LA PRÉPARATION DU MORTIER DE PROMPT

	Prompt	Tempo	Sable	Eau
Dosages courants	1 litre	1 bouchon	1 litre	0,3 à 0,5 litre
Dosages ouvrages sollicités	2 litres	2 bouchons	1 litre	0,3 à 0,5 litre

maisons paysannes d'ardèche

Quelques rappels de mise en oeuvre

DTU pour les enduits

NF DTU 26.1 P1-2

3	**Liants**	.....
3.1	Ciments	.....
3.2	Ciment prompt naturel	.....
3.3	Ciments à maçonner	.....
3.4	Chaux hydrauliques	.....
3.5	Chaux hydrauliques naturelles	....
3.6	Chaux aériennes hydratées	.....
3.7	Plâtre de construction	.....

FA151623 ISSN 0335-3931

norme française

NF DTU 26.1 P1-2
Avril 2008

Indice de classement : **P 15-201-1-2**

ICS : 91.100.10

Travaux de bâtiment

Travaux d'enduits de mortiers

Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux

E : Building works — Rendering and plastering works done with mortars — Part 1-2: General criteria for selection of materials
D : Bauarbeiten — Mineralische putz — Teil 1-2: Allgemeine Kriterien für die Materialauswahl

© AFNOR 2008 — Tous droits réservés

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 12 mars 2008 pour prendre effet le 12 avril 2008.

Avec la norme homologuée NF DTU 26.1 P1-1, d'avril 2008, remplace la norme homologuée NF P 15-201-1 (référence DTU 26.1), de mai 1993 et ses amendements A1, de mai 1994 et A2, de janvier 1999.

Correspondance

À la date de publication du présent document, il existe la norme NF EN 13914-1 qui définit de façon générale la conception, préparation et mise en œuvre des enduits extérieurs et intérieurs.

Analyse

Le présent document définit les produits et matériaux à utiliser et fixe les critères généraux de choix des mortiers ou matériaux utilisés pour la conception, préparation et l'exécution des enduits épais en mortier de ciments, de chaux hydrauliques, de chaux aériennes éventuellement mélangées à du plâtre.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : bâtiment, contrat, enduit au mortier, liant, ciment, chaux hydraulique, chaux artificielle, plâtre, eau, additif, armature, mortier, choix, propriété, résistance mécanique, compatibilité, support, imperméabilité à l'eau.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, les modifications visent à intégrer les définitions et spécifications des mortiers et matériaux normalisés ; en particulier les mortiers d'enduit et les accessoires. De plus, les références normatives (normes NF EN ou ISO) sont actualisées.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr
Diffusée par le CSTB — 84, avenue Jean Jaurès — Champs-sur-Marne — F-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : (33) 01 64 68 82 82 — www.cstb.fr

© AFNOR 2008 AFNOR 2008

1er tirage 2008-04-F

maisons paysannes d'ardèche

Quelques rappels de mise en oeuvre

Nécessité absolue de bien humidifier le support.

La réaction chimique de la chaux est lente et elle nécessite la présence d'eau, il est donc indispensable de bien humidifier le support afin qu'il ne pompe pas l'eau du mortier avant que le réaction chimique ne soit achevée.

Nécessité absolue de travailler sur un support sain

L'enduit ne peut être utilisé pour cacher une maçonnerie en mauvais état, celle ci doit être assainie préalablement.

Les problèmes d'humidité doivent être réglés avant d'envisager d'enduire.

maisons paysannes d'ardèche

Quelques rappels de mise en oeuvre

Les enduits traditionnels jusqu'au XIXème siècle étaient généralement monocouche.

Le DTU 26-1 préconise plusieurs couches superposées dont chacune a un rôle précis:

1ere couche : *Gobetis ou accrochage*

2ème couche : Dégrossi ou corps d'enduit

3ème couche : Finition ou décoration

maisons paysannes d'ardèche

Quelques rappels de mise en oeuvre

1ere couche : Gobetis ou accrochage

Cette 1ere couche a pour fonction principale d'assurer l'adhérence de l'enduit au support.

Sa surface doit rester rugueuse pour permettre une bonne adhérence de la 2ème couche.

Elle doit couvrir sans surcharge la surface du support : épaisseur moyenne : 5mm.

On l'applique sur un support bien humidifié.
On la laisse faire prise 3 à 6 jours.

maisons paysannes d'ardèche

Quelques rappels de mise en oeuvre

2ème couche : Dégrossi ou corps d'enduit

La seconde couche assure la planéité et l'essentiel de la fonction d'imperméabilisation de l'enduit. Epaisseur moyenne 15 à 20 mm.

Le délai d'attente entre la première et la deuxième couche ne doit jamais être inférieur à 72 heures.

Cette couche doit être appliquée sur le gobetis réhumidifié mais non ruisselant..

La compacité de cette couche doit être réalisée par un serrage à la taloche et l'état de surface doit être rugueux pour la 3ème couche.

Quelques rappels de mise en oeuvre

3ème couche : Finition-décoration

La troisième couche ou couche de finition a un rôle décoratif : elle assure, en outre, la protection du corps d'enduit et contribue à la conservation de l'imperméabilisation de ce dernier.
Epaisseur 3 à 7 mm.

Le délai minimal à respecter avant l'application de la couche de finition sera 4/7 jours.

Cette couche doit être appliquée sur le corps d'enduit réhumidifié mais non ruisselant.

On peut envisager différents types de finition: taloche bois, taloche éponge, ferrée, …

maisons
paysannes
d'ardèche

Les Sables

Un sable de bonne granulométrie doit contenir à la fois des grains fins, moyens, et gros, ils doivent être minéralement stables pour bien résister aux expositions à l'humidité, aux écarts thermiques

C'est le cas de tous les granulats provenant des roches calcaires, des grès, des roches volcaniques.

Les sables doivent être propres. Les sables lavés de rivière offrent la meilleure adaptation pour leur régularité, leur maniabilité et leur compacité au mortier de hourdage et d'enduit.

Suivant la finesse de l'enduit on utilise des sables de 0 à 4mm pour des enduits grossiers et on peut descende jusqu'à 200 microns pour des finitions très fines.

maisons paysannes d'ardèche

Tableau de dosage global sur maçonnerie neuve et ancienne

SUPPORT ->	Neuf	Ancien
1ère couche		
Gobetis	500 à 600 kg/m^3	400 à 450 kg/m ^{3}
NHL 3,5	6 à 7,5 vol pour 10	5 à 5,5 vol pour 10
2ème couche		
Dégrossi	350 à 400 kg/m ^{3}	300 à 350 kg/m ^{3}
NHL 3,5	4 à 5 vol pour 10	3,5 à 4,5 vol pour 10
3ème couche		
décoration	250 à 300 kg/m^3	150 à 250 kg/m^3
NHL 3,5	3 à 3,5 vol pour 10	2 à 3 vol pour 10
CL 90s	5 à 6 vol pour 10	3 à 5 vol pour 10

<u>Masse volumique des liants Kg/l ou Kg/m^3</u>

Ciments : M-V = 1 (1 litre = 1kg)

Chaux aérienne M.V. = 0,5 (1 litre = 0,5 kg), en pâte M.V.= 1,35 (1litre = 1,35 kg)

Chaux hydraulique M.V. = 0,8 (1 litre = 0,8 kg)

maisons
paysannes
d'ardèche

Les adjuvants pour les enduits fins décoratifs

Deux familles d'adjuvants facilitent la mise en place des enduits fins:

Les rétenteurs d'eau:

Ils permettent que le mélange ne sèche pas trop vite pour laisser le temps au processus de carbonatation et faciliter la mise en œuvre.
Le plus courant est le Méthyl cellulose (solution de 20g par litre d'eau)

Les fixateurs:

Ils évitent le « farinage » de l'enduit une fois sec.
Le plus courant est la caséine (protéine du lait).(solution de 200g par litre d'eau) (au maximum 0,5 à 2% du poids de la chaux)

maisons paysannes d'ardèche

Les pigments pour les enduits fins décoratifs

Ils sont utilisés depuis toujours pour colorer les enduits.

Le plus souvent c'est l'utilisation d'un sable local coloré qui donne la teinte aux enduits.

Lorsque l'on souhaite une nuance différente on ajoute au mélange un pigment.

Les pigments naturels sont les plus adaptés. Ne pas dépasser 20% de la masse de chaux.
Les oxydes, pigments artificiels, sont également possibles. Ne pas dépasser 10% de la masse de chaux.

Pour obtenir la coloration voulue on procède par réalisation d'essais à différents dosages, en se souvenant que tant qu'il n'est pas sec l'enduit est plus foncé qu'après séchage complet.

maisons paysannes d'ardèche

Les badigeons, eaux fortes et patines

- **Le badigeon** est une peinture minérale préparée avec la chaux aérienne destinée à la protection et aux décors peints.
Sur un enduit le badigeon retarde l'usure, certains disent d'une vingtaine d'années. Il peut être coloré avec des pigments.

Préparation:

- Pour 1 litre de chaux en pâte (0,75 kg) ou

10 g de caséine (5 cl de préparation à 200g par litre),
7,5 g de methyl cellulose.(37,5 cl de préparation à 20g par litre), (colle à papier peint..)
la quantité d'eau nécessaire pour obtenir l'onctuosité entre le lait et la crème liquide (environ 0,5 à 1 l).

- Pour 1 litre de chaux en poudre

10 g de caséine
1 litre de méthyl cellulose dosée à 20g par litre
1 à 2 litres d'eau suivant onctuosité désirée

Il faut l'appliquer au spalter sur un support humidifié ou un enduit encore humide (à fresco…)

- **L'eau forte** est moins couvrante que le badigeon, elle laisse apparaître la structure et le grain du support. Elle est particulièrement adaptée aux supports poreux.

Préparation:
Pour 1 litre de chaux en pâte (0,75 kg), 30 g de caséine (15 cl de préparation), 7,5 g de méthyl cellulose.(37,5 cl de préparation), la quantité d'eau nécessaire pour obtenir un mélange très liquide (environ 2,5 à 3 l) .

Il ne peut s'appliquer que sur un support minéral exempt de traces de peinture.

Il faut l'appliquer au spalter sur un support humidifié ou un enduit encore humide (à fresco…)

Elle peut être colorée avec des pigments.

- **La patine** est presque de l'eau, elle apporte une nuance de couleur ou un effet voile, mais ne modifie ni ne masque l'aspect du support.

Préparation:
Pour 1 litre de chaux en pâte (0,75 kg), 30 g de caséine (15 cl de préparation), 7,5 g de méthyl cellulose.(37,5 cl de préparation), environ 5 à 10 litres d'eau.

Il faut l'appliquer au spalter.

Elle peut être colorée avec des pigments.