



JOURNÉE TECHNIQUE

Lycée des Métiers du Bâtiment de Felletin

« Les Peintures et Badigeons à la chaux »

Vendredi 23 Mai 2008 de 9h à 18h

Programme :

La chaux : matériaux, normalisation, avantages.

Les badigeons : chaulage, eau fortes, patines

Les pigments : Terres, oxydes.

Les adjuvants

Mise en pratique : les supports, les dosages, les techniques.

Le chiffrage, l'organisation du chantier.

Contact : Laurent LHERITIER 06 88 46 21 59
lheritier@orange.fr



LA PEINTURE À LA CHAUX

« la peinture est un mensonge. Essentiellement. Il s'agit de cacher la surface des matériaux sous un film qui leur donne une apparence trompeuse, en les protégeant du même coup, et c'est donc un mensonge utile !
Tâchons donc que ce soit aussi un beau mensonge » Sixte Valliez

Sommaire

1. Qu'est-ce que la peinture ?	3
2. Une longue histoire	3
2.1. 30 000 ans : peinture rupestre.....	3
2.2. Ve millénaire av. J.C.....	4
2.3. IIIe millénaire av. J.C. : peinture égyptienne.....	4
2.4. 1900-1600 av. J.C. : la Crête.....	4
2.5. 700 à 500 av. J.C. : peinture romaine.....	4
2.6. Époque romane.....	4
2.7. Époque gothique.....	5
2.8. La Renaissance.....	5
2.9. 17e au 19e.....	5
3. Le liant Chaux	5
3.1. Le cycle de la chaux.....	6
3.1.1. La Pierre.....	6
3.1.2. Calcination.....	6
3.1.3. Extinction.....	6
3.1.4. Carbonatation.....	6
3.2. Fabrication de la chaux.....	7
3.2.1. Les fours à chaux ancien.....	7
3.2.2. La fabrication industrielle.....	7
3.3. Chaux hydraulique et chaux aérienne.....	8
3.3.1. L'indice d'hydraulicité.....	8
3.3.2. La prise d'une chaux.....	8
3.3.3. La prise pouzzolanique.....	8
3.4. Normalisation des chaux.....	8
3.4.1. Les chaux aériennes calciques "CL" ou dolomitiques "DL".....	9
3.4.2. Les chaux hydrauliques "NHL".....	9
3.5. Faire sa chaux en pâte.....	10
4. La chaux dans la peinture :.....	11
4.1. Qualité de la peinture à la chaux.....	12
4.1.1. Textures et tonalités.....	12
4.1.2. Respirante.....	12
4.1.3. Propriétés sanitaires.....	12
4.1.4. Qualité écologique.....	12
4.2. Le liant : chaux aérienne ou chaux hydraulique naturelle ?.....	12
5. Les pigments :.....	13
5.1. Qu'est-ce qu'un pigment ?.....	13
5.2. Caractéristiques des pigments compatibles avec la chaux.....	13
5.3. Les terres et ocres.....	13
5.3.1. La production des terres colorantes.....	13
5.3.2. Les couleurs des terres :.....	13
5.4. Les pigments artificiels :.....	14
5.4.1. Le bleu :.....	14
5.5. Autres couleurs en artificiel :.....	15
5.6. Remarques sur les pigments.....	15
6. Les badigeons et laits de chaux	15
6.1. Dosage des « laits de chaux » : eau/chaux.....	15
6.2. Saturation des pigments.....	16
6.3. Utilisation des différents types de laits de chaux.....	16

6.4. Calcul de dosage.....	16
6.4.1. Chaux en poudre.....	16
6.4.2. Chaux en pâte.....	17
6.5. Adjuvantation.....	17
6.5.1. Les adjuvants.....	18
7. Mise en oeuvre des laits de chaux « a secco ».....	18
7.1. Les supports.....	18
7.2. Préparation des supports.....	19
7.3. Conditions d'exécution.....	19
7.4. Préparation de la peinture :	19
7.5. Mise en oeuvre.....	20
8. La technique « a fresco ».....	20
9. Bibliographie :.....	21

1. QU'EST-CE QUE LA PEINTURE ?

C'est un matériau composé d'un pigment d'un liant et éventuellement d' adjuvants, mélangé dans des proportions adéquates pour donner un liquide plus ou moins dense et couvrir une surface en la protégeant et en la décorant.

Pigment : substance solide, réduite en poudre stable et inerte à l'égard des milieux où elle est mise en suspension et qu'elle sert à colorer. Il donne la couleur.

Liant : de lier. Matière permettant d'agglomérer les parties composantes. En simplifiant, on peut considérer le liant comme « colle à pigments et à supports » ; les chimistes diront que le liant « mouille le pigment ». Il donne la viscosité, il protège.

C'est le liant qui détermine la façon de peindre, les supports, les finitions, les pigments et adjuvants compatibles.

Diluant : liquide permettant d'obtenir la consistance souhaitée.

Adjuvant : substance conférant des propriétés supplémentaires au liant ou augmentant ses qualités.

On nomme toujours la peinture par le nom de son liant (peinture à la chaux, à la caséine, à l'huile...). Dans la peinture à la chaux, la chaux est le liant. C'est une peinture minérale.

2. UNE LONGUE HISTOIRE...

2.1. 30 000 ans : peinture rupestre

Les premières peintures rupestres connues (Arnhem, Lascaux, Chauvet, Altamira, etc.) étaient souvent réalisées sans liant. La plupart n'aurait pas résisté à une exposition même brève à l'air libre.

On mentionne l'emploi de graisses animales au paléolithique en Europe.

On peut supposer que les hommes de la préhistoire ont découvert la chaux à partir du moment où ils ont maîtrisés le feu : des pierres calcaire entourant un foyer, et le feu brûlant nuit et jour, celles-ci ont fini par se décarbonater. Sous l'action de la pluie, ces pierres se sont re-hydratées se transformant ainsi en chaux .

2.2. Ve millénaire av. J.C.

En Mésopotamie, les premiers témoignages d'ouvrages réalisés avec de la chaux ont été découverts lors des fouilles de la ville d'Uruk (l'actuelle Warka), cité de Gilgamesh. Elles ont permis de dévoiler des édifices à caractère religieux - comme le "Temple Blanc" - construits en brique crue et recouverts d'un lait de chaux accompagnant un revêtement de mosaïques.

2.3. IIIe millénaire av. J.C. : peinture égyptienne

L'Égypte ancienne utilisait des mortiers maigres de plâtre pour combler les vides des maçonneries cyclopéennes (tombes et pyramides à degrés, régions de Saqqarah et Abydos). La chaux, sous la forme d'un "blanc de chaux", était utilisée de son côté comme pigment.

Dans la tombe de Néfertari, technique de peinture sur plâtre avec des pigments comme le bleu égyptien (cuprorivaite) et oxyde de fer rouge ou terres. Le liant est organique à base de gomme arabe.

On rencontre également des peintures au jaune d'oeuf.

2.4. 1900-1600 av. J.C. : la Crète

En Crète, la civilisation minoenne, influencée par l'art oriental, a laissé des fresques et des stucs à base de chaux (Palais de Cnossos). Ces modèles ont été par la suite repris et adaptés par la civilisation mycénienne.

2.5. 700 à 500 av. J.C. : peinture romaine

Les peintures grecques découvertes à Paestum au sud de Naples (Ve av JC) attestent d'une belle technique.

La Grèce archaïque a eu recours à la technique des stucs sur les premiers temples en tuf, à Delphes et sur l'Hécatompédon de l'Acropole d'Athènes. Avant de recevoir une application décorative, ces stucs ont servi à dissimuler les imperfections des maçonneries et à protéger les surfaces de matériaux fragiles (tufts, calcaires coquilés, etc.).

On assiste à une évolution progressive vers la fresque.

Cette évolution conduit à la technique extrêmement maîtrisée de la fresque romaine, telle que nous la trouvons à Pompéi. C'est une peinture *a fresco* exécutée sur un enduit de chaux frais.

C'est une référence décrite dans les ouvrages de Vitruve et Pline que l'on retrouvera réédités et repris à la Renaissance.

Outre la qualité artistique, cette technique met en évidence la dureté et la profondeur de ces enduits peints qui ont traversé les siècles.

Les enduits peints se sont généralisés et se sont caractérisés par la richesse des couleurs et la multiplication des motifs.

2.6. Époque romane

La technique de peinture varie avec les périodes et les pays. Les sources techniques sont moins nombreuses que pour l'Antiquité. La principale source d'information est « De diversis artibus » du moine Théophile au 11^e siècle.

La technique de base reste la fresque héritée des romains, réalisée sur enduit frais avec une certaine simplification (enduit plus mince). Apparaît la technique *a secco* en remouillant l'enduit sec et en appliquant une peinture à la chaux.

On retrouve la technique de la fresque à St Savin(86), parfois achevée à la chaux.

A partir du 12^e siècle Pierre de Saint Audemar mentionne la possibilité d'utiliser des matériaux organique avec de la colle ou de l'huile.

Les propriétés chimiques entre liant et pigment sont mises à jour : bleu et jaune d'oeuf, blanc de plomb et huile.

Les pigments sont essentiellement des terres mais on retrouve des traces de bleu, extrait de lapis lazuli (Vendôme(41), cloître de la Trinité, Berzé la Ville(71) chapelle des moines de Cluny).

2.7. Époque gothique

C'est dans le courant du 14^e siècle que l'usage de l'huile commence à prendre une certaine importance (en Angleterre à la cathédrale d'Ely 1325-1358 ; Catalogne à la chapelle de Petralbes). La technique évolue avec notamment Giotto.

A partir du 15^e, on assiste à la séparation de l'architecture et de la peinture et à une régression de la peinture murale avec systématisation de la technique à la chaux et répétition de motif au pochoir.

2.8. La Renaissance

On assiste à une rivalité entre la fresque et les nouvelles techniques à l'huile. Michel-Ange pousse la technique de la fresque dans ses limites avec la chapelle Sixtine.

Au chateau d'Oiron,1545-1549, on note une technique sur mortier de sable et chaux avec caséine, une couche de préparation à base d'ocre rouge et de blanc de plomb, avec caséine et huile, et une couche picturale avec liant à l'huile et des pigments tel que l'azurite, le vermillon, les bleus-verts à base de cuivre.

2.9. 17^e au 19^e

La fresque tente de rivaliser avec l'huile par une complexité croissante. On note l'utilisation presque systématique du poncif.

Pour la chaux, au 18^{ème} siècle, l'anglais Black et le français Lavoisier décrivent les réactions chimiques se produisant lors de son élaboration puis au 19^e les savants Vicat, Debray et Le Chatelier compléteront leurs travaux au cours du siècle suivant et feront une approche de ses applications possibles.

La naissance de l'ère industrielle, avec le développement de la sidérurgie, va entraîner une demande considérable en chaux. Dès lors, ses moyens de production vont sans cesse se perfectionner, ses critères de qualité seront de plus en plus précis de même que ses applications qui se diversifieront sans cesse.

Au XIX^e siècle, l'avènement des liants hydrauliques issus de calcaires argileux, cuits à haute température et broyés, supplanteront progressivement la chaux au bénéfice de caractéristiques mieux adaptées à la construction moderne (rapidité, résistance) mais délaissant les qualités ancestrales : souplesse, inertie, salubrité. Les avantages de la chaux sont réhabilités avec la restauration des bâtiments anciens du fait de sa compatibilité technique.

3. LE LIANT CHAUX

Le terme vient du latin *calx, calcis* signifiant pierre et qui a donné le mot calcination. La chaux est hydroxyde de calcium, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, obtenu à partir de la calcination d'un calcaire, CaCO_3 , plus ou moins pur.

Pour bien comprendre la nature et les spécificités de ce liant, il est important de suivre son cycle de fabrication.

3.1. Le cycle de la chaux

3.1.1. La Pierre

Il commence par de la pierre calcaire, dite également pierre à chaux. C'est une roche sédimentaire contenant de la calcite, CaCO_3 , qui représente environ 20 % de la croûte terrestre.

3.1.2. Calcination

Le calcaire est alors cuit à une température entre 800°C et 1100°C . La pierre se transforme en chaux vive ou oxyde de Calcium, CaO , par évaporation du gaz carbonique CO_2 . On parle de calcination et de décarbonatation. Elle peut-être vendue plus ou moins finement broyée.

Sous l'action de la chaleur, la pierre perd 44 % de son poids, mais seulement 10 à 15 % de son volume.



3.1.3. Extinction

La chaux vive peut alors être éteinte par le processus d'extinction. On hydrate la chaux vive. L'eau gonfle les morceaux de chaux et les transforme en une pâte blanche ou une poudre blanche sèche, selon la quantité d'eau utilisée. Le processus chimique consiste donc à ajouter de l'eau H_2O à l'oxyde de chaux CaO pour obtenir de l'hydroxyde de chaux $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

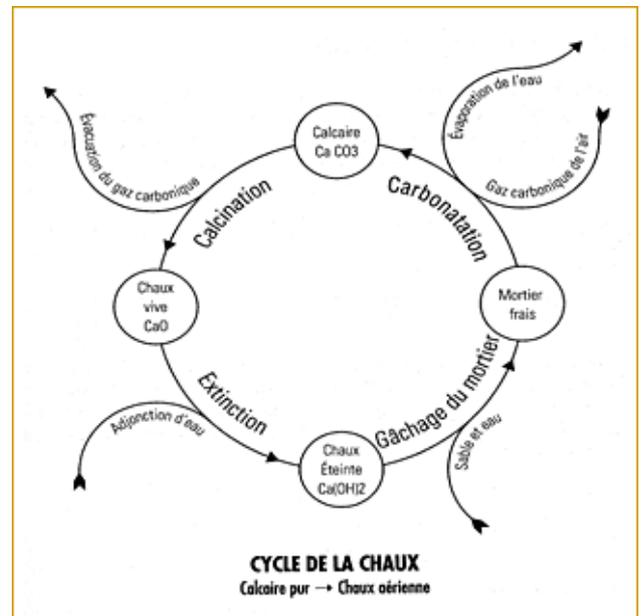


Pour obtenir une chaux en poudre à partir de chaux vive, il suffit en théorie du tiers de son poids en eau ; compte tenu de l'évaporation et de l'eau libre, on ajoute dans la réalité 50 % du poids de chaux vive. Pour obtenir une chaux en pâte, on ajoute 3 à 4 fois son poids en eau.

Les chaux plus maigres nécessitent moins d'eau pour leur extinction (seulement 1 à 2 fois).

3.1.4. Carbonatation

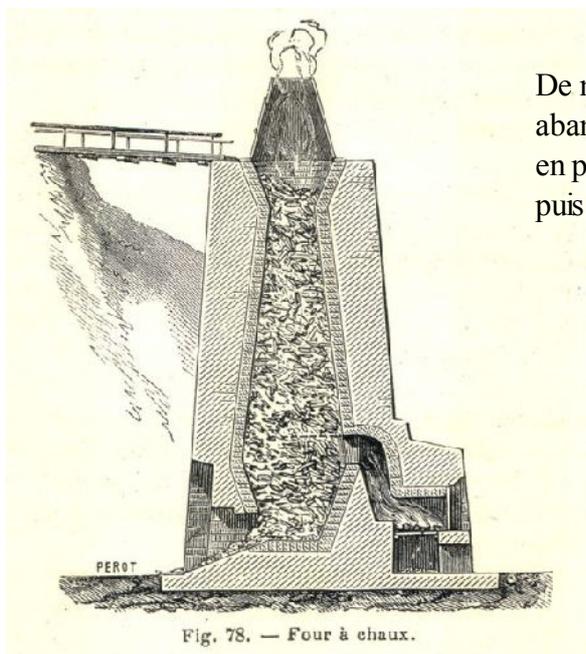
La dernière étape du cycle consiste à mettre en oeuvre cette chaux sous forme de peinture (mélangée avec de l'eau), sous forme de stuc (mélangée avec une charge et de l'eau), ou sous forme de mortier (avec un agrégat et de l'eau). La chaux se durcit alors peu à peu au contact de l'air en absorbant le gaz carbonique CO_2 : c'est la carbonatation. Ce processus de recarbonatation se produit en milieu humide : la vapeur d'eau H_2O qui a une affinité avec le gaz carbonique CO_2 forme l'acide carbonique ; la chaux ou hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2$ fixe alors le gaz carbonique CO_2 contenu dans cet acide et se transforme en calcaire CaCO_3 .



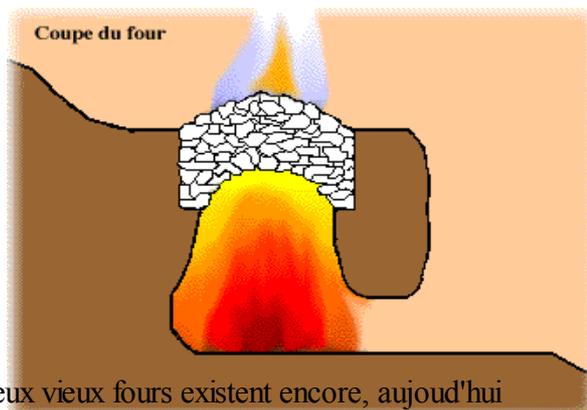


3.2. Fabrication de la chaux

3.2.1. Les fours à chaux ancien



De nombreux vieux fours existent encore, aujourd'hui abandonnés. Ils sont à proximité des lieux d'approvisionnement en pierre et en combustibles. C'est d'abord le bois qui est utilisé, puis le charbon au XIXe.



C'est de l'art du chauxfournier que dépend la qualité de la chaux, en particulier d'une combustion homogène pour éviter les incuits.

3.2.2. La fabrication industrielle

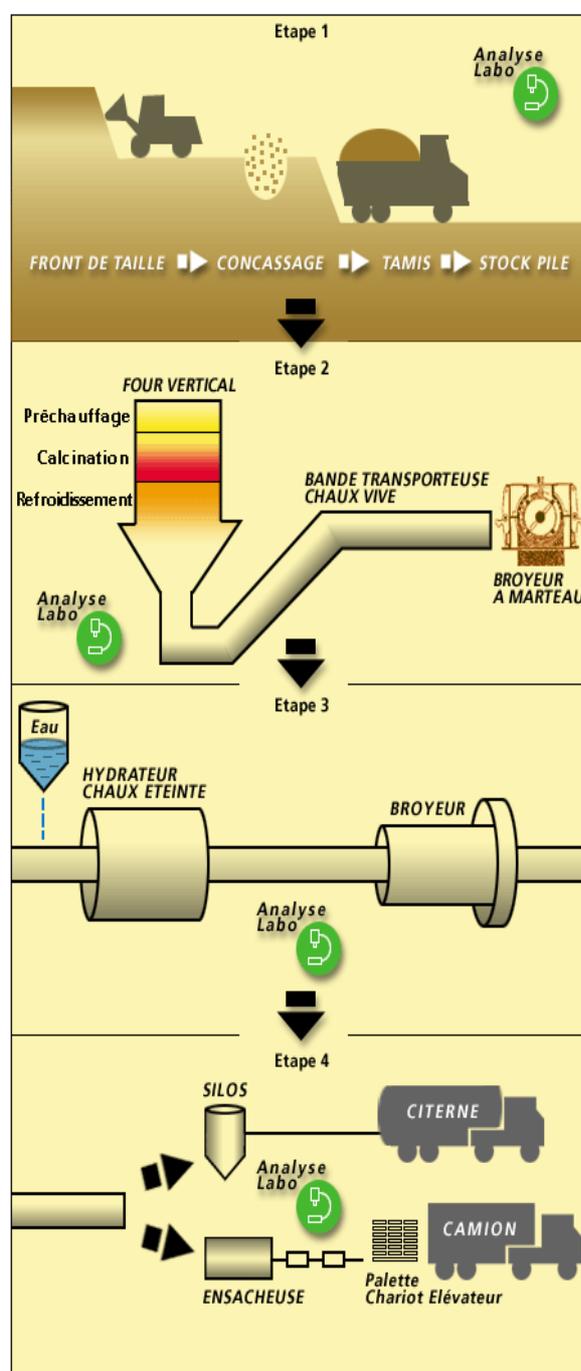
Aujourd'hui les fours les plus utilisés sont des fours verticaux.

Le temps de décarbonatation pour la pierre appelé temps de résidence est approximativement de 4 à 6 heures pour des fours produisant 600 tonnes par jour. Il existe également des fours à cycles alternés qui produisent davantage de chaux tout en consommant moins d'énergie et des fours rotatif, consommateur d'énergie mais permettant une production de 1000 tonnes / jour.

La chaux vive est commercialisée en morceau ou en poudre après être passée au broyage.

La chaux éteinte se vend en sac de 25 à 35 kg suivant le type de chaux.

Certains industriels vendent également de la chaux en pâte et de la chaux vive.



3.3. Chaux hydraulique et chaux aérienne

Depuis des siècles, la chaux est fabriquée à proximité de son lieu d'utilisation, dans le but principal de limiter les transports. Elle est issue du calcaire local. Cela représente une multitude de gisements et donc de variétés : "on a la chaux que l'on peut" pourrait-on dire.

En effet, les calcaires purs sont rares.

Ils sont le plus souvent mélangés à des marnes et des argiles riches en éléments chimiques comme le fer(Fe_2O_3), l'aluminium(Al_2O_3) et surtout la silice(SiO_2). Entre 800 et 1 500 ° C, le calcium du calcaire se combine avec ces éléments et forme des silicates de calcium(bélites $C_2S = 2CaO, SiO_2$), mais aussi des aluminates et des ferro-aluminates de calcium.

Par contact avec l'eau, ces corps vont former des hydrates insolubles qui confèrent au liant un caractère hydraulique ; c'est-à-dire que la prise démarre dès contact avec l'eau. Le phénomène de prise hydraulique est donc essentiellement dû à la réaction entre le CaO et les silicates.

Par la suite, au contact de l'air humide, la chaux et les hydrates ainsi formés vont se carbonater (avec le gaz carbonique de l'air) pour redonner le carbonate de calcium et la silice d'origine. Cette réaction prend plusieurs mois : c'est la partie aérienne de la prise.

Cette chaux « impure », obtenue avec du calcaire plus ou moins argileux ou siliceux (jusqu'à 20 % d'argile) est appelée **chaux hydraulique naturelle**, normalisée **NHL** (Natural Hydraulic Lime).

La chaux obtenue avec un calcaire presque pur est une **chaux aérienne**, normalisée **CL** (Calcic Lime). Elle ne fait pas sa prise à l'eau.

3.3.1. L'indice d'hydraulicité

En 1820, VICAT cherche à classifier les types de chaux selon leur type de prise et leur teneur en argile. Il définit l'indice d'hydraulicité. C'est le rapport entre le poids des différents composants associés à l'argile (composant acide) et poids de calcaire.

3.3.2. La prise d'une chaux

- Argile = 0% → Chaux grasse = Prise aérienne à 100% = prise hydraulique à 0%.
- Argile < 3% → Chaux maigre.
- Argile de 8% à 15% → Chaux faiblement hydraulique.
- Argile de 15% à 19% → Chaux hydraulique.
- Argile de 19% à 22% → Chaux éminemment hydraulique.

3.3.3. La prise pouzzolanique

C'est la prise hydraulique apportée par l'agrégat à une chaux. On hydraulise la chaux. Cette réaction maîtrisée par les Romains garde, aujourd'hui encore, beaucoup de secrets. Quelques agrégats pouzzolaniques : tuileau pilé, certaines pouzzolanes broyées, basalte, terres argileuses. Les cendres de cuisson laissées dans la chaux induisaient aussi une prise pouzzolanique.

Le caractère hydraulique des chaux se traduit également par leur prise ou leur durcissement plus ou moins rapide sous l'eau.

3.4. Normalisation des chaux

La norme des chaux de construction permet de savoir si une chaux est calcique ou dolomitiques, aérienne ou hydraulique, de résistance faible ou forte, pure ou bâtarde.

Seules les chaux en pâte échappent encore à la norme NF P 15-311 ou EN 459-1.

Chaux de construction : normes NFP 15-311, EN 459 de janvier 1996

Chaux naturelles sans ajouts	Critères	Dénomination	Désignation NFP 15-311, EN 459 (1996)	Désignation précédente (1981-1996)
Chaux naturelle sans ajouts	Teneur en CaO et Mg	Chaux calcique ou «Calcic Lime»	CL90 (90% de CaO) CL80 (80% de CaO) CL70 (70% de CaO)	CAEB Chaux aérienne pour le bâtiment
Chaux naturelle sans ajouts		Chaux dolomitique ou "Dolomit Lime"	DL80 (80% de CaO+MgO) DL70 (70% de CaO+MgO)	
Chaux naturelle sans ajouts	Résistance minimum à la compression	Chaux hydrauliques naturelles ou "Natural Hydraulic Lime"	NHL 2 NHL 3,5 NHL 5	XHN ou Chaux Hydraulique Naturelle
Liants additionnés		Chaux Hydrauliques Naturelles avec ajouts de matériaux hydrauliques ou pouzzolaniques (20% maxi)	NHL-Z 2 NHL-Z 3,5 NHL-Z 5	
Liants recomposés Critères		Chaux CL et DL mélangées avec des matériaux hydrauliques ou pouzzolaniques	HL 2 HL 3,5 HL 5	Non désignés

3.4.1. Les chaux aériennes calciques "CL" ou dolomitiques "DL"

Parmi les chaux aériennes, la norme distingue les chaux calciques provenant d'un calcaire pur (CaO) et les chaux dolomitiques issues d'un calcaire magnésien (CaO et MgO).

Sur les sacs on retrouvera l'abrégié "CL" (Calcic Lime) pour les chaux calciques et "DL" (Dolomit Lime) pour les chaux dolomitiques.

Le chiffre qui suit les initiales CL ou DL donne le % de produit actif.

"CL 90" désigne un "Liant Calcique à 90 % de chaux minimum". Il existe aussi des CL 80 et CL 70 à moindre teneur en chaux.

"DL 85" ou "DL 80" désigne un "Liant Dolomitique à 85% ou 80%".

En pratique : Pour la construction on recherchera les chaux CL 90 ou DL 85.

3.4.2. Les chaux hydrauliques "NHL"

Elles se distinguent principalement par leur résistance à la compression mesurée après 1 mois de vieillissement.

Une NHL 2 est donc moins résistante et moins hydraulique qu'une NHL 3,5 et qu'une NHL 5.

Une chaux moins hydraulique sera plus transparente et plus plastique.

Gamme de résistance en MPa des NHL						
0	2	3,5	5	10	15	
		NHL 2				
		NHL 3,5				
		NHL 5				

En pratique : Sur les supports anciens (sans ciment) on utilisera des NHL 2 ou NHL 3,5 largement assez résistantes.

Les chaux NHL-Z sont des chaux NHL bâtardees avec jusqu'à 20 % de liant pouzzolanique ou hydraulique (ciment).

Les HL sont des chaux aériennes bâtardees au ciment. Elles sont souvent considérées comme artificielles.

Les chaux aérienne CL et la chaux naturelle faiblement hydraulique NHL2 sont vendues en sac de 25 kg. La masse volumique de la chaux aérienne est d'environ 500 kg/m³. Sa légèreté est un gage de finesse.

Les chaux naturelles hydraulique NHL 3,5 et 5 sont vendues en sac de 35 kg. Leur masse volumique est d'environ 800 kg/m³.

Les chaux en pâte sont vendues en pot hermétique. Elle se conserve indéfiniment à l'abri de l'air.

La norme ne répertorie pas les chaux en pâte, il n'est donc pas possible d'en connaître la pureté. Cependant les praticiens reconnaissent ses qualités à sa finesse et sa plasticité.

La teneur en eau variable rend difficile le dosage par pesée pour la coloration et l'adjuvantation.

Elle permet un chantier plus propre (pas de poussière de chaux), pratique pour une intervention dans un intérieur déjà habité.

Ses caractéristiques colloïdales et l'absence de carbonatation partielle à l'extinction par immersion en font une chaux aérienne d'excellente qualité, plus fine que la chaux en poudre (surface Blaine plus importante).

3.5. Faire sa chaux en pâte

Pour réaliser sa chaux en pâte soi-même, il est nécessaire d'éteindre de la chaux vive.

L'objectif est d'avoir un produit de grande qualité à moindre coût.

L'hydratation ou l'extinction peut se faire en fosse pour de grande quantité ou en bidon pour un petit chantier.

Les textes classiques évoque déjà la qualité de la chaux produite dans des fosses. Dans la Rome Antique, selon le témoignage de Pline, la chaux devait reposer pendant 3 ans avant d'être utilisée ; plus elle était vieille, plus on l'appréciait. Des études récentes confirme ce récit et soutiennent que plus la chaux reste dans la fosse, plus elle gagne en finesse, en plasticité, en capacité de rétention d'eau, et donc plus le rendement est important.

Cette longue attente pose un problème : il faut de la place pour stocker.

Pendant la manipulation de la chaux, certaines mesures de précautions sont indispensables : lunettes et gants de protection évitent des irritations ou des brûlures, habit de travail et chaussures ou bottes de sécurité, masque anti-poussière.

Attention de ne jamais toucher la chaux vive avec les mains ou la peau !

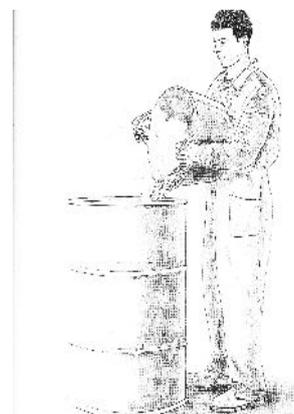
L'extinction doit avoir lieu dans un contenant adapté (pas de plastique !) car la température peut fortement montée (jusqu'à 180 °C). Il faut également éviter les projections.

La fosse ou le contenant doit être parfaitement propre.

On verse d'abord l'eau à raison de 3,6 L par kg de chaux vive.

La chaux est versée immédiatement en répartissant le contenu dans la fosse.

La chaux fuse en dégageant de la chaleur, avant de se déposer au fond. Les blocs se fissurent et sont automatiquement réduits en pâte.



extinction par déversement de chaux vive dans un bidon



Tamissage et stockage de la chaux éteinte

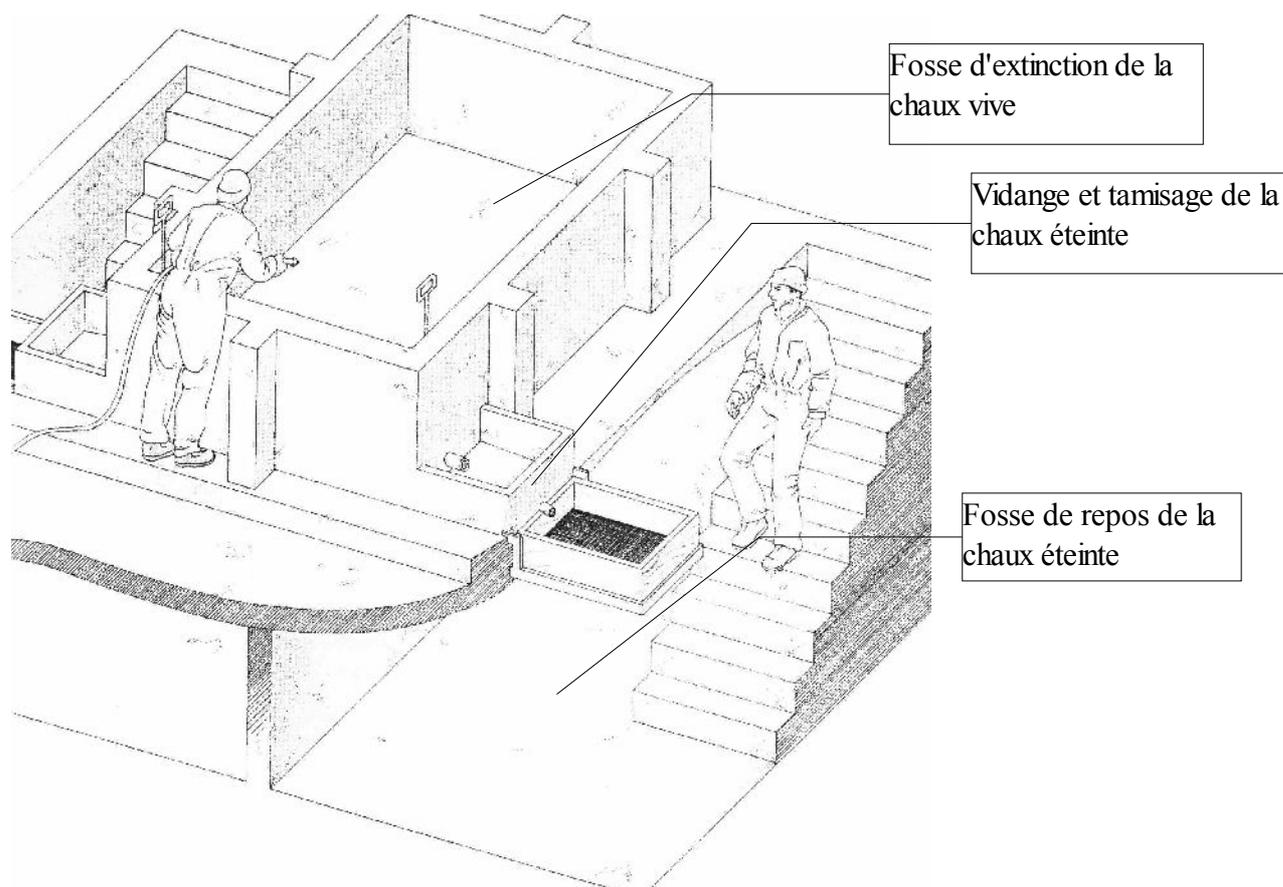
Il faut alors remuer avec précaution, pour éviter les projections, afin que toute la chaux soit parfaitement hydratée et pour faciliter l'extinction de grumeaux non fusés.

La pâte acquiert la consistance d'un yaourt liquide. On laisse refroidir.

On tamise au tamis de 1 mm pour éliminer les grappiers incuits et surcuits qui gêneraient la mise en oeuvre des enduits et laits de chaux.

La chaux éteinte, liquide et tamisée est stockée pendant 3 mois pour un enduit et 6 mois pour des stucs.

La qualité de la chaux s'améliore en reposant sous 20 à 30 cm d'eau ; cela permet d'obtenir un matériau de grande plasticité excellent pour la peinture à la chaux. Au bout de 6 mois la chaux aura tout absorbé et de petites fissures apparaîtront. Au toucher, on pourra vérifier l'onctuosité.



La croûte supérieure et la pâte elle-même doivent toujours rester humide en les arrosant régulièrement si nécessaire.

Il est possible de préparer de la chaux en pâte à partir de la chaux en poudre en laissant reposer 1 volume de poudre dans 1 volume d'eau pendant au moins 24 h.

4. LA CHAUX DANS LA PEINTURE :

En se servant de la chaux comme liant, l'artisan peut mettre en oeuvre deux techniques de peinture :

- « *a fresco* » : les couleurs s'intègrent sur un enduit frais. C'est la technique de la fresque héritée des Romains ;
- « *a secco* » : le mélange chaux + pigment + eau forme une pellicule sur le mur d'un enduit sec. Cette méthode se rapproche d'une peinture classique.

La peinture à la chaux a longtemps été abandonnée par les professionnels et s'est retrouvée reléguée à une pratique presque rurale : chaulage de maison, d'étable...

Les nombreuses recherches menées permettent aujourd'hui de mieux comprendre le fonctionnement et les problèmes de farinage, de décollement, de tâches...

4.1. Qualité de la peinture à la chaux

4.1.1. Textures et tonalités

Les professionnels ont pu redécouvrir les qualités de ce liant aujourd'hui d'actualité, et apprécier la variété des textures et des tonalités que la chaux permet d'obtenir.

Le blanc de chaux n'a jamais été surpassé par aucun pigment artificiel. Si l'on compare un chaulage avec une façade peinte avec un autre type de blanc, cette dernière apparaîtra grisâtre ou bleutée.

Dans les façades de couleur, le blanc de chaux agit comme une impression, car il dote d'une plus grande lumière le pigment utilisé.

L'« imperfection » de sa finition donne du relief et de la profondeur à l'ensemble. Sur une façade peinte à la chaux, il est facile de voir la main de l'homme qui a exécuté le travail : les textures ne sont pas uniformes et planes, la couleur est plus accentuée à la fin de chaque coup de pinceau et des tâches de couleurs accompagnées de petites migrations de pigment apparaissent à des endroits déterminés. Le temps et l'usure donne une patine qu'aucun autre matériau ne réussit à créer.

4.1.2. Respirante

La peinture à la chaux permet au mur de respirer, car la chaux est perméable à la vapeur d'eau. Elle joue donc un rôle de régulateur d'humidité des locaux et diminue la formation de poches d'humidité.

Cette porosité n'est pas incompatible avec sa dureté et sa résistance. La peinture à la chaux subit le même processus de carbonatation qu'un enduit et joue un rôle protecteur par la couche de carbonate de calcium formée dans le temps.

La peinture à la chaux est la plus adaptée sur des supports respirants comme la brique, la pierre ou les enduits de mortier, car elle favorise leur conservation.

4.1.3. Propriétés sanitaires

Les propriétés bactéricide et désinfectante de la chaux sont connues depuis l'Antiquité. Le pH élevé de la chaux attaque l'acidité des organismes vivants d'où son action antimicrobienne et antiparasitaire. Ces qualités ont longtemps été utilisées dans les maisons et les étables.

4.1.4. Qualité écologique

La chaux est un matériau d'origine naturelle qui retourne à l'état naturel à la fin de son cycle.

Le chantier ne génère donc pas de déchets chimiques ou de problèmes de toxicité.

4.2. Le liant : chaux aérienne ou chaux hydraulique naturelle ?

Le choix peut se faire selon le critère de :

- luminance : $CL = 0,85$, $NHL < 75$; la chaux aérienne est plus transparente. Les chaux hydrauliques donnent des teintes moins fortes.
- Les caractéristiques du support : on prendra plutôt une chaux de même nature que celle de l'enduit.
- Les conditions de mise en oeuvre : pluie, température, vent, délai (la chaux aérienne est sensible plus longtemps aux mauvaises conditions).

Une chaux aérienne calcique (norme CL90) est conseillée dans tous les cas et impérativement, sur les supports à base de plâtre.

Sur un enduit bâtard composé de ciment et de chaux, on peut aussi appliquer directement un badigeon à la chaux hydraulique de norme NHL 3,5 ou NHL 2.

NE PAS UTILISER de chaux hydraulique "HL" ni "NHL 5" ni "NHL-Z".

5. LES PIGMENTS :

5.1. Qu'est-ce qu'un pigment ?

Ce sont des particules micrométriques qui agglutinées à la chaux, la colorent.

On distingue les pigments minéraux et les pigments organiques, déconseillés car la chaux les altèrent.

Ils peuvent être naturels ou artificiels.

5.2. Caractéristiques des pigments compatibles avec la chaux

Le pigment le plus adapté pour la chaux sera celui qui résiste le mieux aux alcalis, à la lumière, à l'action des agents atmosphériques et à l'attaque des acides pour éviter les efflorescences.

La plupart des fournisseur indique les compatibilité avec tel ou tel type de liant ou technique.

Les tarifs varient fortement de 40 € les 25 kg à 220 € les 10 g ! En général les terres sont moins chères.

5.3. Les terres et ocres

Ce sont des pigments minéraux naturels. Leur utilisation remonte à la préhistoire. Selon Anne Varichon, le premier broyage attesté d'ocre rouge remonterait à plus de 90 000 ans (Nazareth). L'emploi des terres rouges aurait en premier lieu trouvé un usage corporel.

L'emploi de terres jaunes coïnciderait avec les premières calcinations de celles-ci, destinées à les faire rougir, il y a 40 000 ans.

La qualité et la couleur du pigment variait avec l'origine géographique, jusqu'à ce que l'on identifie leur lieu traditionnel d'extraction, comme la terre de Sienne ou la terre d'ombre de Chypre.

La France était la première productrice d'ocre en 1930 avec 40 000 tonnes pour un total de 90 000 tonnes sur le globe. La consommation s'est amenuisée jusqu'à 2 000 tonnes 1970.

5.3.1. La production des terres colorantes

L'extraction peut se faire en carrière à ciel ouvert (Vaucluse) ou dans des mines à 30 m de profondeur (Bourgogne) pour trouver un minerai assez pur.

Il faut alors séparer les fines particules colorantes du sable et des impureté par lavage à l'eau courante, puis par décantation dans des rigoles en « V ».

Après évacuation de l'eau, on laisse sécher la terre (dite lavée) dans les bassins. Elle est alors prise et découpée en pains.

La terre peut être cuite pour obtenir différentes teintes.

Les terres sont alors broyées très finement. Plus les pigments sont broyés finement, moins il en faudra pour peindre.

En France, les principaux lieux de productions sont le Vaucluse, les Ardennes et la Nièvre. La production serait de moins de 2 000 tonnes en France pour 200 tonnes en Italie.

5.3.2. Les couleurs des terres :

Les terres sont le pus souvent à base d'oxyde de fer jaune ou rouge, d'argile, de quartz parfois mêlé à des oxydes de manganèse formant une couleur brune.

Les jaunes :

- l'ocre jaune: grec ôkhros : jaune. Ce sont des jaunes bruns ou orangés. C'est sûrement l'un

des pigments les plus remarquables tant par sa beauté que pour sa stabilité dans les mélanges (il est compatible avec n'importe quel pigment et la plupart des liants), sa neutralité chimique, sa permanence, son pouvoir colorant, son pouvoir couvrant et son faible coût. Leur emploi à fresque ne pose aucun problème.

- le jaune de mars ou oxyde de fer jaune : c'est également un substitut artificiel de l'ocre jaune.
- la terre de Sienne naturelle : la présence de dioxyde de manganèse lui donne une teinte jaune-brun.

les rouges

Les terres rouges s'extraient naturellement ou sont obtenues par calcination de terres jaunes.

- l'ocre rouge : ce sont des rouges bruns ou orangés plus ou moins foncés
- le rouge ercolano est plus rouge, le rouge de Pouzzoles est plus brun.
- la terre de Sienne brûlée : de couleur rouge brun
- le rouge de mars ou oxyde de fer rouge : c'est également un substitut artificiel de l'ocre rouge.

En association avec un jaune ou un blanc, elles donneront des roses saumon.

Les vert :

C'est essentiellement la terre verte, de ton vert-gris.

Les bruns :

- Terre d'ombre naturelle : elle possède des oxydes de fer et des oxydes de manganèse. Il est de teinte marron plus ou moins clair, tirant sur le bleu ou le vert.
- Terre d'ombre calcinée : elle est plus sombre que l'ombre naturelle. Les ombres sont souvent utilisées en association.
- Le brun Van Dick : elle est parfois confondue avec la terre de Cassel ou la terre de Cologne.

Les noirs :

- noir de mars : c'est un oxyde de fer (il peut être synthétique). Il est couvrant et colorant.
- Terre de Cassel : ce n'est pas une terre à proprement parler, car il s'agit d'une lignite (charbon de bois décomposé). Il est moins couvrant que le noir de Mars est permet des teintes gris-brun. Il est utilisé dans le brou de noix.
- Noir de fumée : il est utilisé depuis la préhistoire.

Avec les pigments naturels, la peinture acquière des tonalités plus mates et plus terreuses.

5.4. Les pigments artificiels :

Attention, les pigments artificiels sont des produits chimiques. Il s'agit de vérifier leur toxicité (plomb, strontium, baryum...). Certains mélanges ne font pas bon ménage entre eux !

Les marchands de couleurs vous renseigneront sur les compatibilités et les usages.

On pourra simplement se contenter d'oxydes et faire des mélanges. Les oxydes sont les oxydes de fer qui donnent du jaune de mars, du rouge de mars, du marron de mars et du noir de mars.

Pour le vert, il faudra prendre de l'oxyde de chrome.

5.4.1. Le bleu :

Il reste bien sûr le bleu !

- Le bleu outremer : au départ c'est un pigment ancien réalisé à partir de lapis-lazuli (lazurite broyée). Une synthèse a été réalisée par Guimet en 1826. C'est un bleu violacée de belle vivacité. Il ne résiste pas face aux acides.
- Le bleu de cobalt : comporte de nombreuses variétés

5.5. Autres couleurs en artificiel :

Quelques autres pigment compatibles : bleu azur (phtalocyanine), bleu de céruléum substitut, jaune azoïque, jaune cadmium véritable, jaune indien substitut, rouge cadmium véritable, rouge de Venise, vermillon français substitut, vert de cobalt (zinc-cobalt), violet cobalt foncé véritable, violet minéral.

Les pigments de chrome (jaune, rouge, vert), de zinc (blanc, jaune), de plomb et les bleus métallisés sont sérieusement endommagés par les alcalis, donc à exclure avec la chaux.

5.6. Remarques sur les pigments

Au moment de choisir la couleur adéquate, il faut se rappeler que les couleurs s'éclaircissent (parfois jusqu'à 50 %) en séchant et qu'elles n'atteindront leur tonalité définitive qu'au bout de 3 semaines environ, suivant le type de chaux.

Il est donc important de réaliser des essais et échantillons. Surtout si l'on veut l'accord d'un client.

Les essais peuvent être séchés artificiellement au sèche-cheveu pour « aller plus vite » ; le résultat ne sera cependant pas tout à fait le même qu'en laissant une carbonatation lente et peut faire apparaître des tâches blanches de chaux.

Dans le cas d'une recherche de couleur par mélange, il importe de réaliser un pourcentage de pigment en masse, par pesée, car il y a de grosses différences de masse volumique entre les pigments.

Avec une bonne expérience, une première approche du mélange peut-être réalisée en mélangeant les pigments dans un peu d'eau, et les étaler sur une feuille de papier, comme une aquarelle, pour avoir une idée de la teinte. L'incorporation de chaux modifiera considérablement la couleur, en particulier en l'affaiblissant, mais vous aurez petit à petit des références qui se construiront pour apprécier la couleur finale à partir du lavis.

Il sera nécessaire de bien noter les dosages en pigment afin de pouvoir les reproduire.

Une gamme d'échantillon sur un support comme le béton cellulaire (léger et compatible avec la chaux) pourra permettre au client de préciser ses choix.

Attention aux exigences des clients ! : Certaines couleurs seront difficiles à obtenir et la gamme de couleur propre aux laits de chaux est sensiblement différente des peintures standard (acrylique par exemple). Un mélange d'ocre jaune et de bleu outremer vous donnera un vert plutôt kaki ou olive.

6. LES BADIGEONS ET LAITS DE CHAUX

6.1. Dosage des « laits de chaux » : eau/chaux

L'eau a 3 rôles :

- donner sa plasticité au lait de chaux ;
- sert de catalyseur pour la carbonatation de la chaux aérienne : le gaz carbonique transforme l'eau en acide carbonique ; le CO₂ se fixe alors sur l'hydroxyde de calcium ;
- permette la cristallisation dans le cas d'une chaux hydraulique.

Le dosage eau/chaux dépend essentiellement de la texture que l'on souhaite obtenir.

Plus le volume d'eau sera faible, plus on obtiendra un lait de chaux épais. Cette fluidité influence directement sur l'aspect final.

Le lait de chaux sera masquant et bouche pores ou fluide et plus aquarellé.

D'après l'Ecole d'Avignon :

	Chaulage	Badigeon	Eaux Fortes	Patines
Chaux en poudre en volume	1	1	1	1
Eau en volume	1	2 à 3	4 à 6	10 à 20
Limite de saturation % de pigment maximum par rapport à la masse de chaux	10 : terres 5 : oxydes	25 : terres 15 : oxydes	65 : terres 35 : oxydes	95 : terres 55 : oxydes

6.2. Saturation des pigments

Au delà d'un certain pourcentage, l'ajout de terre ou d'oxyde ne modifie plus la teinte, la couleur. On parle de limite de saturation des couleurs. Dépasser ces limites ne permet pas de « monter » en couleur. L'ajout excessif de pigment épaissit le mélange et augmente la charge à fixer ; cela peut entraîner des problèmes (farinage, décollement, nuance de couleurs, tâches, micro-faïençage). Les valeurs limites sont différentes pour des terres ou des oxydes : voir tableau ci-dessus.

6.3. Utilisation des différents types de laits de chaux

Critères de choix

	Observations	Utilisations
Chaulage	Il avait un rôle d'entretien et antiseptique. épais, il est masquant et laisse apparaître les traces de pinceau (cordage).	Épais, aspect rustique souvent blanc, usage sanitaire technique à sec
Badigeon	Il ne corde pas mais masque la texture du support	Aspect masquant couleurs peu saturées
Eau forte	Moins épais, sa coloration sera plus transparente, laissant voir la texture du support. On peut monter en couleur.	Aspect transparent possibilités de couleurs vives, concentrées
patine	On l'utilise pour patiner, vieillir des pierres neuves ou une reprise d'enduit.	Grande transparence, privilégiant la texture du support uniformisation de zone de parement, vieillissement

6.4. Calcul de dosage

6.4.1. Chaux en poudre

On prendra la densité de la chaux aérienne à 0,5 et de la chaux hydraulique à 0,8.
Le Poids de la chaux = Densité x Volume de chaux

Il faut connaître le dosage chaux / eau réalisé.

Par exemple, on souhaite réaliser un badigeon, dosé à 2 volumes d'eau pour 1 volume de chaux.

Pour 1 L de badigeon, on aura donc 0,5 L de chaux : $1 / 2 = 0,5$
soit 0,25 kg pour de l'aérienne : $0,25 = 0,5 \times 0,5$
et 0,40 kg pour de la chaux hydraulique : $0,40 = 0,5 \times 0,8$

Si on souhaite colorer ce badigeon à 5 % d'ocre jaune, il faudra alors ajouter en poids de pigment :

pour la chaux aérienne : 12,5 g d'ocre jaune : $12,5 \text{ g} = 0,25 \times 5\%$
pour la chaux hydraulique : 20 g d'ocre jaune : $20 \text{ g} = 0,40 \times 5\%$

La limite de saturation se situe à 25 % pour une terre et 15 % pour un oxyde.

Pour la chaux aérienne, il ne faudra pas dépasser 62,5 g de terre ou 37,5 g d'oxyde

Pour la chaux hydraulique, il ne faudra pas dépasser 100 g de terre ou 60 g d'oxyde

6.4.2. Chaux en pâte

Dans le cas d'une chaux en pâte, cela dépend de la quantité d'extrait sec dans cette pâte.

En première approche, on peut prendre 0,75 kg d'extrait sec pour 1 L de pâte.

C'est-à-dire que 3 L de chaux aérienne en poudre équivaut à 2 L de chaux aérienne en pâte.

Un badigeon à la chaux en pâte nécessitera alors 3 à 4 volume d'eau (au lieu de 2 à 3 pour la chaux en poudre).

En reprenant l'exemple ci-dessus, pour 1L de badigeon, il faudrait 1/3 L de pâte ce qui équivaudrait à $0,75 \times 1/3 = 0,25$ kg d'extrait sec, donc de poids de chaux.

On retrouve alors les mêmes masses de terre et d'oxyde que précédemment !

6.5. Adjuvantation

Un adjuvant est une substance ajoutée à la chaux qui lui confère des qualités qu'elle n'a pas ou bien accroît celle qu'elle possède déjà.

L'adjuvantation a été pratiquée depuis l'Antiquité (Pline en parle dans ses écrits) avec des produits d'origine organique comme le sang de boeuf, huile, oeufs, colles animales, végétales ou minérale comme l'Alun. Elle permettait d'améliorer l'adhérence ou la lenteur de carbonatation.

L'adjuvantation moderne offre des possibilités semblables.

Cependant, aujourd'hui notre connaissance des chaux a fortement évolué ; nous comprenons mieux son fonctionnement et nous avons plusieurs matériaux de différentes qualités à disposition, bien connus. On peut considérer que les deux conditions sont enfin validés pour appliquer la maxime « les deux meilleurs adjuvants de la chaux sont sa qualité et une manipulation prudente ».

Traditionnels ou contemporains, les adjuvants, s'ils améliorent des caractéristiques, en transforme d'autres : ainsi la caséine, les résines synthétiques améliorent l'accroche en tant que liant complémentaire, mais ils réduisent les qualités de respiration en réduisant la porosité.

6.5.1. Les adjuvants

Type d'adjuvant	Utilisation	adjuvant	Inconvénients Observations	Dosage
Les agents mouillants	Meilleure dispersion des pigments favorisent le mélange supprime les « fusées » de pigment rend le badigeon plus filant et plus souple à mettre en oeuvre	Savon Teepol	Modifie le pouvoir couvrant En excès crée de la mousse	0 à 10 g par 10 L de badigeon 1 bouchon pour 50 L
Rétenteur d'eau Retardateur	Retient l'humidité du support prolonge le temps de séchage en cas de temps trop sec ou de support trop poreux améliore la stabilité mécanique	Méthyl-cellulose (colle à papier peint)	À proscrire par temps froid ou humide Perte de porosité	5 à 6 g par L de badigeon
Fixateur Liant complémentaire	Améliore le liant en cas d'excès de pigment ou de support à fond fermé	Caséine, lait (lactalbumine) oeuf (ovalbumine) sang (sérumalbumine) huile de lin résine de synthèse : latex (sikalatex, caparol...) acétate de vynil (colle blanche de menuisier, rhodocim...) résine acrylique	Perte de porosité : le badigeon est moins perméant Perte de matité (effet de brillance) Risque de jaunissement avec certains fixateurs naturels	100 g pour 10 kg de chaux 1 à 10 % du poids de charges 0 à 2 L pour 10 L de badigeon
Accélérateur Aide à la carbonatation	Aide la chaux à fixer le gaz carbonique	Sel d'alun vinaigre, bière...	Possibles efflorescences altération du pH de la chaux	2,5 à 10% du poids de chaux

7. MISE EN OEUVRE DES LAITS DE CHAUX « A SECCO »

7.1. Les supports

Les supports traditionnels de la peinture à la chaux sont les supports minéraux : la pierre, la brique, la terre, les enduits à la chaux, les enduits plâtre-chaux. Ce sont des supports à fonds ouverts (poreux, absorbant) qui laisse passer l'air (respirant) et compatible avec la chaux.

Selon la nature géologique des pierres, la tenue sera variable : les laits de chaux ont une meilleure tenue sur les pierres basiques (calcaires) possédant une bonne porosité.

Sur le plâtre le farinage et le décollement sont fréquents.

Les peintures organiques, le bois, les matériaux contemporains (PVC,...), les plâtres et placoplâtres ne conviennent pas comme support pour une peinture à la chaux.

Toutefois, une adjuvantation adaptée permettra en général de résoudre les problèmes d'accroche. Il existe dans le commerce des sous-couche d'accroche toute prête. Cependant, on perdra beaucoup de la qualité de la peinture, en particulier ses qualités respirantes et parfois jusqu'à son aspect.

Il faut également se rappeler le dicton des peintres « *le gras porte sur le maigre* » ; c'est-à-dire que lorsque la sous-couche est stabilisée par une résine (acrylique ou latex par exemple), les laits de chaux la recouvrant comporteront une adjuvantation en résine (la même) dans des proportions semblables.

7.2. Préparation des supports

Les supports devront être propres et sans parties pulvérulentes.

Ils seront nettoyés à l'eau et à la brosse plus ou moins dure suivant le support.

Ils devront présenter une granulométrie suffisante pour l'accroche : il faut éviter les surfaces trop lisses. Au besoin une accroche mécanique peut-être obtenue avec un granulats très fin dans une sous-couche d'accroche (quartz, poudre de marbre).

Le support doit être humidifié avant chaque couche. Un support sec absorberait l'eau du lait de chaux et provoquerait un farinage.

Un excès d'eau provoquerait un défaut d'accroche et une perte du pouvoir couvrant.

Une solution consiste à humidifier abondamment la veille et à ré-humidifier superficiellement (au pulvérisateur) le jour-même.

Un support à fond fermé absorbera moins d'eau qu'un support à fond ouvert

7.3. Conditions d'exécution:

Les conditions sont spécifiées par le DTU 26-1 sur les enduits à la chaux.

La température doit être comprise entre 5 °C et 30 °C et il faut éviter la période hivernal de même qu'un temps trop sec ou trop ensoleillé ; il existe la possibilité de bâcher pendant au moins 24 h. Les saisons les plus propices sont le printemps et l'automne.

7.4. Préparation de la peinture :

Il faut d'abord préparer la quantité de peinture pour l'ensemble des travaux, afin d'avoir une uniformité dans la teinte.

On considère une consommation de chaux par m² et par couche suivante :

badigeon	eau forte
60 g de CL	30 g de CL
90 g de NHL	50 g de NHL

Cette consommation dépend de la quantité d'eau et de la capacité d'absorption du support.

En premier lieu, on fabrique le lait de chaux à partir d'eau et de chaux en pâte ou en poudre selon le dosage désiré (*voir chap 6*) et éventuellement additionné d'agent mouillant pour améliorer la dispersion du pigment.

Le lait est mélangé à l'aide d'un malaxeur mécanique quelques minutes puis tamisé pour éliminer les impuretés et particules déjà carbonatées (incuits et surcuits).

Le pigment est pesé suivant le dosage désiré (voir chap 6). Il est dilué dans l'eau puis tamisé
Le lait de chaux est alors pigmenté et mélangé au malaxeur pour homogénéisation. On peut rajouter de l'eau pour obtenir la consistance souhaitée.
Il est préférable de fabriquer la peinture la veille et de la laisser reposer afin que l'eau « mouille » bien la chaux et les pigments, d'autant plus si l'on utilise de la chaux en poudre.

7.5. Mise en oeuvre:

Une couche d'uniformisation du support peut être passée à l'aide d'un badigeon blanc.
Le badigeon se passe en deux couches minimum.
Les couches sont posées croisées : horizontalement et verticalement ou en chevron. L'aspect final dépend du sens de pose. A l'extérieur la dernière couche sera posée verticalement pour faciliter l'écoulement de l'eau de pluie.
Le badigeon se pose à la brosse très large en soies naturelles. La couche est appliquée couvrante et on ne cherche pas à « tirer » le badigeon comme on le ferait avec une peinture organique.
En cours d'utilisation, il faut continuellement mélanger le badigeon pour éviter un dépôt de chaux et de pigment au fond du pot.
On commence par les rechampissages du plafond, des huisseries et autres raccord.
Toutes sortes de techniques peuvent être employé, comme l'emploi d'éponges ou de chiffons pliés pour des effets décoratifs.
Pour la conserver, il ne faut pas laisser la peinture en contact avec l'air pour éviter toute carbonatation.

8. LA TECHNIQUE « A FRESCO »

La technique à fresque ou « *a fresco* » consiste à appliquer des pigments dilués dans de l'eau de chaux sur un enduit encore frais. Les pigments s'intègrent alors dans le mur en participant au processus de carbonatation.
C'est une technique qui a prouvé sa durabilité.

Le support recevant la peinture doit être suffisamment absorbant durant le temps que durera l'étalement des pigments.
Il faut alors réaliser un enduit à la chaux dressé et taloché, puis un stuc (enduit très fin) en 3 couches de pâte maigre.
La dernière couche est appelée *l'arricio*.

L'arricio recevra le tracé de la *sinopie* ou ébauche préliminaire. Cette esquisse sert de guide pour répartir le travail en journées ou *giornate*. Elle est tracée à l'ocre rouge, couleur que l'on appelait *sinopie*.

Sur cette dernière couche de finition, le peintre applique alors, sur une zone délimitée par la *sinopie*, une couche de pâte grasse étalée au plateau : c'est *l'intonaco*.

Le peintre dispose alors de 5 à 6 heures pour réaliser son dessin.
La technique à fresque ne tolère pas de rectification ; les coups de pinceau sont définitifs et les retouches font perdre de la luminosité.
Une autre difficulté consiste à peindre plus foncé à l'avance pour éviter que le processus d'éclaircissement n'altère le résultat final ; c'est ici qu'entre en jeu l'expérience.
Les tons sont préparés à l'avance, en prévoyant 3 tons, un médian, un foncé et un clair, afin de créer des nuances.

9. BIBLIOGRAPHIE :

La peinture à l'huile, Albert Châtaigner, revue Maisons Paysannes de France N°92, 93, 94, 95 – 1989 – 1990

<http://www.dotapea.com>

Les techniques de la peinture murales, Marcel Stefanaggi, cours sur la conservation des peintures murales, université de Paris XIII, 1997

La chaux et le stuc, guide pratique, école atelier de restauration, centre historique de Léon, Eyrolles

Les chaux naturelles, Luc Nèples

Techniques et pratique de la chaux, école d'Avignon, Eyrolles

Mortiers pour enduire, peinture à la chaux, école d'Avignon, document de stage de formation

Enduits et badigeons à la chaux, Centre de Formation et de Perfectionnement de Maisons Paysannes de France, document de stage de formation

NF P 15-311 « chaux de construction », 1996

Ocres et terres, secrets d'atelier, Jean Claude Pelletier, les cahiers de terres et couleurs

Petit dictionnaire des couleurs et des matières colorantes, Annick Chauvel, Erec