



Crépis et maçonneries anciennes

L'architecture ancienne, en général, puise ses formes et son expression dans les matériaux issus du sol. La géologie mais également les conditions climatiques de nos régions sont des composantes essentielles de notre patrimoine bâti. L'omniprésence de la maçonnerie, l'utilisation du bois ou encore la pente et la forme des toits ont profondément conditionné notre architecture.

Dans ce cadre, l'importance des matériaux pierreux est prépondérante. Le sol nous fournit aussi bien les différentes sortes de pierres constituant les murs que les liants nécessaires à leur assemblage et à leur protection. On mesure ainsi le rôle important des mortiers et de l'application du crépi sur l'aspect de nos maisons.

Toutefois, dès la seconde moitié du XIX^e siècle, la modification fondamentale des modes de production et le développement des transports ont changé ces données de base. Des matériaux nouveaux, produits en usine, tels que les dérivés du ciment, ou encore la mécanisation de la fabrication des tuiles, apparaissent, modifiant au gré des régions les formes architecturales et le savoir-faire ancestral des artisans.

Aujourd'hui, la gamme des produits destinée au domaine du bâtiment est considérable; doublée d'une spécialisation à outrance de la main-d'œuvre, elle porte parfois atteinte à notre architecture traditionnelle par l'application de matériaux inappropriés aux maçonneries anciennes.

La conservation de notre patrimoine vise à préserver notre héritage culturel et architectural. Qu'elle soit séculaire ou récente, toute architecture doit être entretenue en respectant ses matériaux d'origine. La tech-

nologie actuelle au service de la construction doit garantir cette règle fondamentale. Ce constat, dressé à l'échelle de la Suisse romande, a incité les différents services cantonaux de conservation du patrimoine bâti à mener une réflexion commune sur la mise en œuvre et l'aspect des crépis. La publication de ce document technique concrétise une volonté de porter à la connaissance du public la mise en commun d'expériences et de situations appliquées à différents types de supports.

Afin d'assurer la diversité, l'authenticité et l'intégrité de notre patrimoine architectural, ce document a pour but de sensibiliser les acteurs de la restauration de bâtiments à l'utilisation de matériaux appropriés, à leur mise en œuvre et au respect des règles de l'art. S'il est destiné avant tout aux professionnels du bâtiment que sont les maçons, les entrepreneurs ou les architectes, ce document s'adresse également aux propriétaires et au grand public, qui manifestent un intérêt croissant envers la conservation de leur patrimoine.

Les services cantonaux, dont les représentants ont été réunis en un groupe de travail ad hoc, ont mandaté Roger Simond, expert en maçonneries anciennes, pour la rédaction de ce document. Sa précieuse expérience et ses grandes connaissances facilitent depuis de nombreuses années la réalisation de travaux de conservation et de restauration d'édifices. Des plus modestes aux plus prestigieux, ils constituent autant de références utiles au développement de pratiques s'inscrivant dans une stratégie de conservation à long terme.

Le groupe de travail
des conservateurs romands

FAÇADES

Crépis et maçonneries anciennes

HISTORIQUE

LES MATÉRIAUX ANCIENS
TRADITIONNELSCARACTÉRISTIQUES
DES CRÉPIS À LA CHAUXLES INTERVENTIONS SUR
LES FAÇADES ANCIENNES

La conservation du patrimoine bâti régional vise à préserver notre héritage culturel, architectural et matériel. La technologie actuelle, à disposition de la construction, doit participer de cette règle fondamentale.

A cet égard, la mise en œuvre d'un crépi sur le mur en maçonnerie d'un bâtiment ancien constitue un choix primordial. Dressé à l'échelle de notre région, ce constat a amené les différents services cantonaux de la conservation de Suisse romande à mener une réflexion commune sur la mise en œuvre et l'aspect des crépis.

L'expérience de Roger Simond et sa précieuse collaboration ont permis l'élaboration d'un dossier, destiné à sensibiliser tant le grand public que les différents acteurs de la restauration de notre patrimoine.

Dans ce numéro, Bâtir vous propose la découverte de sa première partie. La suite sera publiée dans le numéro d'octobre prochain.

Par Roger Simond,
expert en maçonneries anciennes



Sur ces façades, le crépi à la chaux datant de 1750 est encore en place.

Entre tradition et modernité, la réfection des crépis et maçonneries anciennes exige beaucoup d'attention et de méticulosité. En tenant compte de ce qui mérite d'être conservé et de ce qui, au contraire, peut être remplacé dans les règles de l'art. Tour d'horizon technique.

La conservation de la substance historique et la sauvegarde de témoins d'un savoir-faire ancestral doivent être des préoccupations constantes lors de toute intervention sur un bâtiment ancien. Lorsqu'il s'agit d'un bâtiment classé ou mis sous protection, les services cantonaux font généralement appel à des historiens, des archéologues, des restaurateurs d'art, des spécialistes en maçonnerie, en pierre de taille, en charpente ou encore en menuiserie. Pour les autres bâtiments, qui représentent le plus grand nombre, il est malheureusement rare que les propriétaires, les architectes et les artisans possèdent toutes les connaissances et les instruments nécessaires à l'analyse, au choix et à l'exécution de ces travaux. Le crépi est l'un des premiers éléments visibles d'un bâtiment; il souligne ou accompagne l'architecture, qu'elle soit riche ou modeste, dans une très grande variété de structures et de couleurs. Il est surtout la couche protectrice qui est appelée à s'user, à s'éroder et parfois à disparaître sur les façades les plus exposées.

Dans la pratique, s'il ne reçoit pas d'indications précises, le maçon propose aujourd'hui la réfection complète d'une façade avec l'application d'un crépi moderne en trois couches: couche d'accrochage, couche de fond talochée et «rustic» de finition. Il ne reste alors au propriétaire et à l'architecte que le choix de la couleur et du diamètre des grains.

Un risque de banalisation

Malgré la palette de couleurs proposée, ce type de mise en œuvre conduit à l'uniformité et à la banalisation de l'architecture, au détriment des particula-

HISTORIQUE

Depuis l'Antiquité et jusque vers le milieu du XIX^e siècle, les mortiers utilisés pour la construction étaient essentiellement à base de chaux. Les chaux aériennes, obtenues avec des calcaires purs, ou chaux hydrauliques, obtenues avec des calcaires argileux, ont été produites en fonction des matériaux locaux à disposition. Citons encore les mortiers dits «romains», auxquels l'apport de cendre volcanique (pouzzolane), ou plus régionalement d'argile cuite pilée, conférait des propriétés hydrauliques. Les premiers liants modernes apparaissent dès le début du XIX^e siècle. Leur utilisation se généralise grâce aux développements de l'industrie et des transports. Toutefois, ils n'apparaissent que rarement dans nos régions avant le milieu voire la fin du XIX^e siècle.

Dès cette époque, l'utilisation de la chaux hydraulique industrielle et du ciment Portland, d'abord confinée aux centres urbains, gagne peu à peu les campagnes. Ces mortiers offrent l'avantage de durcir en milieu humide et les crépis sont plus résistants au gel et aux chocs. La chaux aérienne n'est alors utilisée que pour certains crépis de finition. Par ailleurs, la chaux hydratée produite industriellement et réduite en poudre remplace peu à peu la chaux éteinte artisanalement. Si quelques fabricants produisent déjà des crépis de finition prémélangés et livrés en sac dès les années 1920, c'est à partir des années 1960 que l'industrie met au point une gamme complète de crépis prémélangés en usine, des crépis de fond aux crépis de finition. Ils contiennent généralement différents additifs et souvent des résines synthétiques. Ils sont livrés en sac ou en silo pour les crépis de fond, et prêts à l'emploi en bidon pour les crépis de finition. En corollaire, de nouveaux outils et la mécanisation de leur mise en œuvre participent au bouleversement des méthodes traditionnelles.

rismes et des savoir-faire locaux ou régionaux. Une autre manière de faire peut conduire aux mêmes résultats: la recette standard de «crépi à l'ancienne» appliquée indifféremment sur des bâtiments aussi divers qu'églises, bâtiments publics, maisons bourgeoises et maisons rurales. Ces situations peu satisfaisantes résultent généralement d'un manque de concertation et de malentendus entre le propriétaire, l'architecte et l'artisan, elles pourraient être évitées grâce à l'analyse, à la connaissance de l'objet, à la description précise des opérations et à l'utilisation des compétences de chaque intervenant.

La chaux reste incontournable

Dans toutes les maçonneries anciennes, la chaux est le liant incontournable. Utilisée pour le bâtissage, le crépissage et la peinture, elle est naturellement le matériau le mieux adapté à la restauration. Il ne s'agit pas ici d'affirmer que la chaux est en tous points meilleure que les liants modernes ou inversement, mais de veiller à ce que tous ces matériaux soient utilisés de manière appropriée. Un crépi à la chaux est aussi inadapté sur un mur en béton qu'un crépi à base de ciment l'est sur une maçonnerie ancienne. Il faut aussi veiller à ce que l'utilisation de la chaux ne soit

Façade d'un bâtiment rural du XIX^e siècle avec son crépi d'origine presque intégralement conservé.





Un nouveau crépi à la chaux et la mise en couleur respectent le décor original.

Un badigeon à la chaux permet d'intégrer les réparations récentes sur un crépi ancien appliqué au balai.

pas qu'un alibi. C'est parfois le cas lorsqu'une certaine quantité de chaux hydraulique, ajoutée à un mortier de ciment, suffit à le «qualifier» de crépi à la chaux, ou lorsqu'un crépi de finition à base de chaux, appliqué sur un crépi de fond à base de ciment, revendique la même appellation.

La tentation d'imiter l'aspect d'un crépi dégradé et érodé laissant apparaître les moellons du parement est souvent présente. Issue du romantisme de la pierre naturelle apparente et du mur en ruine, cette tendance, contraire à l'histoire, dénature l'aspect du bâtiment et pose des problèmes techniques liés à l'absence de protection du parement brut.

Comprendre l'existant

Observer, comprendre les façades et leurs revêtements appliqués depuis

l'origine sont les bases indispensables à la réussite d'une intervention en matière de conservation du patrimoine. Souvent, il est fait allusion à ces «vieux maçons qui savaient encore travailler la chaux», ou encore à des «chaux de l'époque qui étaient bien meilleures que celles d'aujourd'hui». Ce sont de fausses affirmations. Des chaux d'excellente qualité se trouvent aujourd'hui sur le marché et la plupart de ces «vieux maçons», même centenaires, ont appris leur métier à une époque où, dans nos régions, le ciment Portland avait déjà largement remplacé la chaux. Les maçons d'aujourd'hui sont tout aussi capables d'exécuter des crépis à la chaux que leurs ancêtres, à condition que les informations et les moyens nécessaires leur soient donnés. Leur motivation sera d'autant plus

grande qu'ils participent à la redécouverte d'un savoir-faire ancestral. Les observations, les analyses et les réalisations résumées ici sont le résultat de quelque trente années d'expérience acquise dans le domaine des maçonneries et des crépis anciens, avec la collaboration précieuse et indispensable de très nombreux ouvriers maçons.

Les exemples présentés dans cette publication sous la forme de fiches techniques illustrent différents types de maçonneries et de crépis que l'on rencontre dans nos régions. S'ils constituent une base pour l'analyse et l'appréciation des crépis existants et les possibilités de réfection, il serait toutefois faux de les considérer comme des «recettes» figées, faisant abstraction des nombreuses particularités liées à l'époque et à la région.

Les matériaux anciens traditionnels

En règle générale, on admet que ces matériaux s'appliquent aux ouvrages anciens construits jusque vers la fin du XIX^e siècle, soit avant l'arrivée du ciment et des techniques modernes. Les moyens de transport étant limités, on utilisait des pierres, du sable et des matériaux disponibles sur place ou à une faible distance du chantier. Ce principe n'est cependant pas applicable à la chaux, dont la roche calcaire requise pour la fabrication ne se trouve pas toujours sur le site. Ainsi, les fours à chaux se situent généralement à proximité d'une carrière où l'on exploite un calcaire de bonne qualité et sont autant que possible proches d'une forêt où se trouve le combustible nécessaire en grande quantité.

La chaux

La cuisson d'un calcaire pur (carbonate de calcium) permet d'obtenir la chaux vive (oxyde de calcium) par libération du gaz carbonique. Cette transformation est réalisée à une température de 900 à 950°C environ, le plus souvent dans des fours verticaux. La pierre calcaire est chargée par le haut et le foyer est alimenté en bois de chauffe par le bas. Dans un four d'une capacité de 30 à 40 m³, une «cuite» dure six à sept jours. 60 à 80 stères de bois y sont brûlés. On obtient de la chaux vive sous forme de blocs. Sous cette forme, elle ne peut être utilisée pour la confection de mortier. Il est nécessaire de procéder alors à son extinction par hydratation. Cette opération est réalisée généralement sur le chantier. A l'ajout d'eau, la chaux réagit sous son action par un dégagement de

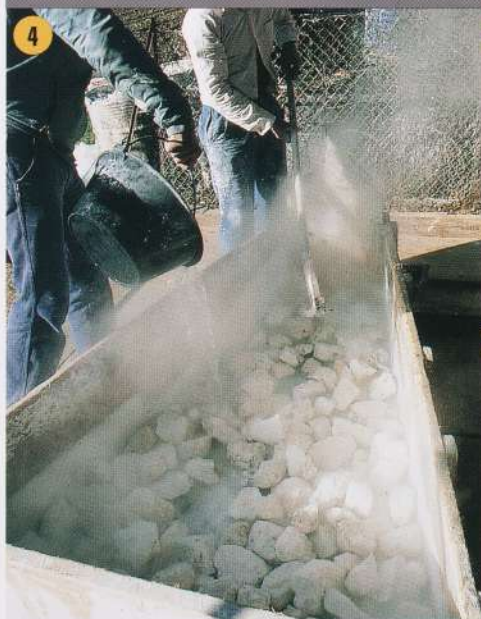
chaleur de l'ordre de 120 à 140°C, et par un important foisonnement. On obtient ainsi de la chaux en pâte (hydroxyde de calcium), appelée aussi chaux grasse.

Habituellement stockée dans des fosses creusées à même le sol, la chaux fraîchement éteinte était souvent employée pour la fabrication des mortiers utilisés pour la construction des maçonneries destinées aux fondations et aux murs. Pour la réalisation de crépis, on utilisait une chaux âgée de plusieurs mois, voire d'une année ou plus pour certains enduits de finition. On peut relever qu'à l'abri du gel et de la dessiccation, la chaux peut se conserver indéfiniment. Un calcaire pur donnera une chaux grasse de bonne qualité, alors que la présence de certaines impuretés donnera une chaux maigre de moins bonne



Production de chaux artisanale:

1. Le couronnement du four est chargé de 30 m³ de blocs de calcaire.
2. La cuite dure une semaine, sous surveillance.
3. La voûte du four supporte la charge en laissant l'espace nécessaire au foyer.
4. De l'eau est versée sur la chaux vive pour l'hydrater et l'éteindre.
5. La réaction est vive et le dégagement de chaleur est important.
6. et 7. La chaux est ensuite brassée avant d'être stockée dans la fosse où elle pourra être conservée presque indéfiniment.



voire de médiocre qualité. Si ces impuretés sont d'origine argileuse, cette chaux sera faiblement, moyennement ou hautement hydraulique selon la proportion d'argile contenue dans la roche calcaire. Elle est alors qualifiée de chaux hydraulique naturelle.

Dans nos régions, grâce à la pureté du calcaire, on produisait surtout de la chaux aérienne. Ces différentes qualités de chaux étaient aussi utilisées en fonction des besoins et surtout de la solidité que l'on voulait obtenir pour les ouvrages.

Aujourd'hui, le procédé industriel de fabrication de la chaux aérienne est effectué avec la quantité d'eau strictement nécessaire à l'hydratation de la chaux vive. La chaux hydratée (hydroxyde de calcium) ainsi obtenue est réduite en poudre et conditionnée en sacs.

Les sables

Les sables de lac et de rivière sont lavés naturellement et ne contiennent que peu de fines. Ils donnent des mortiers de bonne qualité d'une couleur généralement proche de celle de la chaux. On dit de ces sables qu'ils sont «crus», car leur manque de matières fines augmente la quantité de liant nécessaire à une bonne plasticité du mortier. Les sables de gravière, les sables de cave, que l'on trouve parfois lors de la creuse des fondations et du sous-sol, donnent par contre des mortiers de qualité très variable, d'excellente à médiocre selon la quantité et la nature des fines, parfois argileuses. Leur couleur, souvent gris-beige, beige ou brunâtre, influence beaucoup celle du crépi.

Les autres agrégats et ajouts

Les pouzzolanes, la brique pilée, appelée aussi *tuileau*, apportent au mortier une certaine hydraulicité. Ces ajouts étaient en particulier utilisés par les Romains.

La sciure, ou plus précisément les fibres de bois provenant du sciage des résineux, entrait dans la composition de très nombreux crépis dans l'Arc jurassien, où elle était parfois plus facile à trouver que le sable. Elle apportait au crépi un renforcement tridimensionnel intéressant ainsi qu'un excellent pouvoir isolant.

La terre cuite, provenant de la calcination de la terre végétale au feu de bois, remplaçait très souvent le sable pour la confection des mortiers utilisés dans la construction des chalets d'alpage.

Les pigments naturels, ou terres natu-

LES SABLES

Sable de gravière	Sable naturel à caractère régional défini par la nature, la couleur, la forme des grains et la teneur en fines. Exploités tels quels ou clayés jusqu'à la fin du XIX ^e siècle, ces sables sont aujourd'hui lavés et souvent additionnés de matériaux concassés.
Sable de carrière	Sable obtenu par concassage de roche. La couleur est déterminée par le type de roche, la teneur en fines est généralement très élevée.
Sable de rivière	Sable lavé naturel extrait au bord des cours d'eau et des lacs. Exploités aujourd'hui en grande quantité dans les lacs, ces sables ne contiennent généralement que peu ou pas de fines.
Gravillon	Mélange de grains moyens à gros ne contenant pas de sable, par exemple 3-8 mm.
Fines	Grains fins d'un diamètre inférieur à 0,08 mm.
Granulométrie	Mesure de la dimension des grains d'un sable donné, exprimée en mm du plus petit au plus gros, par exemple 0-8.
Foisonnement	Augmentation du volume d'un sable en fonction de sa teneur en eau. Pour un sable normalement humide non compacté, le foisonnement peut varier de 20 à 35% environ, selon le type de sable.

relles, étaient utilisés pour colorer les crépis. Ils représentaient également un ajout de particules fines. Les plus courants étaient la terre de Siègne naturelle, l'ocre jaune et l'ocre rouge.

Les cendres de bois, comme le noir de vigne, permettaient aussi de teinter les crépis; on les observe souvent sur les soubassements.

Les mortiers de chaux

Le mortier de chaux est obtenu par un mélange de chaux en pâte et de sable (ou autres agrégats) dans une proportion qui peut varier de 1 part de chaux pour 2 parts de sable à 1 part de chaux pour 4 parts de sable selon la qualité de la chaux, le type d'agrégat et le genre d'utilisation du mortier. Avec un sable normalement humide, le mélange s'effectue en principe sans adjonction d'eau.

Le durcissement des mortiers à base de chaux aérienne s'effectue par combinaison avec le gaz carbonique. Ce processus est appelé carbonatation. Cette réaction lente ne débute que lorsque l'eau contenue dans le mortier est éliminée par absorption du support et par évaporation à la surface. A ce moment-là, il convient de «serrer» le mortier afin d'améliorer ses qualités et d'éliminer les fissures. Lorsque la carbonatation de la chaux est complète, on obtient un carbonate de calcium semblable à celui de la roche calcaire originelle, mais beaucoup moins résistant. De nombreux facteurs déterminent le

temps nécessaire à la carbonatation d'un mortier de chaux: l'humidité du support, l'humidité et la température de l'air, l'épaisseur de la couche appliquée, la qualité du sable, le dosage, ou encore la structure à la surface du crépi. On peut estimer que la carbonatation d'un crépi à la chaux, exécuté à l'extérieur dans de bonnes conditions atmosphériques, s'effectue à raison de 5 à 10 mm d'épaisseur par mois. En revanche, en milieu très humide (par exemple à l'intérieur d'un local non ventilé), la carbonatation sera très lente, elle nécessitera parfois plusieurs mois ou même des années.

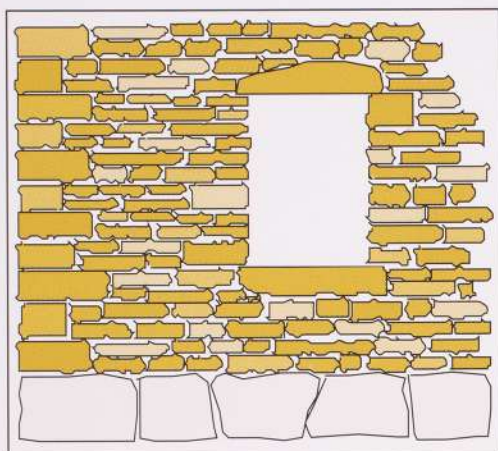
Les pierres de construction

En Suisse romande, les principales pierres utilisées pour les ouvrages en maçonnerie sont les suivantes:

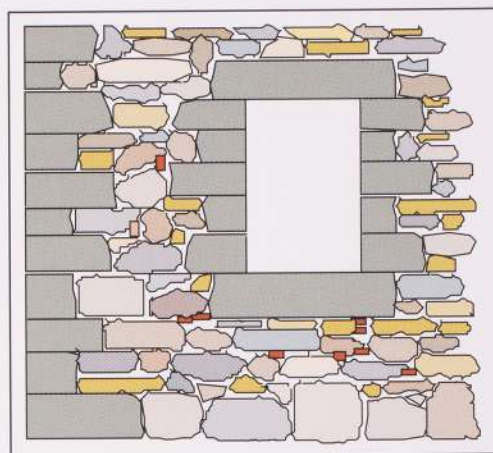
- *Les boulets ou galets*: provenant des cours d'eau et des lacs, ainsi que des terres d'alluvions.
- *La molasse et les grès divers*: Plateau suisse et Bassin lémanique. Couleur verte, vert-jaune ou vert rosé.
- *La pierre d'Hauterive*: région des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat. Couleur jaune.
- *Le calcaire*: Arc jurassien. Couleur gris-jaune.
- *Les granits, gneiss, roches schisteuses*: vallée du Rhône. Couleur gris foncé.
- *Le tuf*: régions diverses, présent en petites quantités. Couleur jaune-brun.

Les principaux types de murs

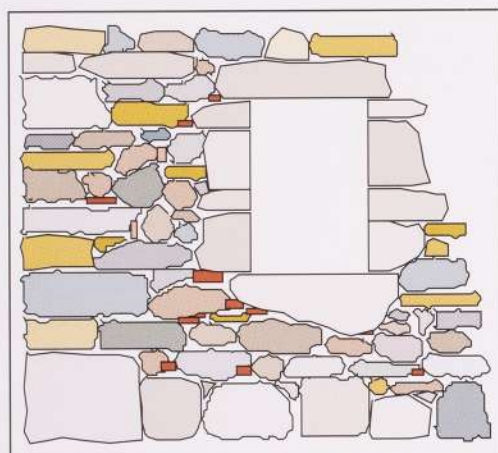
Les murs sont en général constitués de deux parements. Leur épaisseur, dans une habitation rurale, se situe généralement entre 50 et 70 cm. Pour une construction de défense, une tour ou un clocher d'église, l'épaisseur peut atteindre deux à trois mètres ou plus.



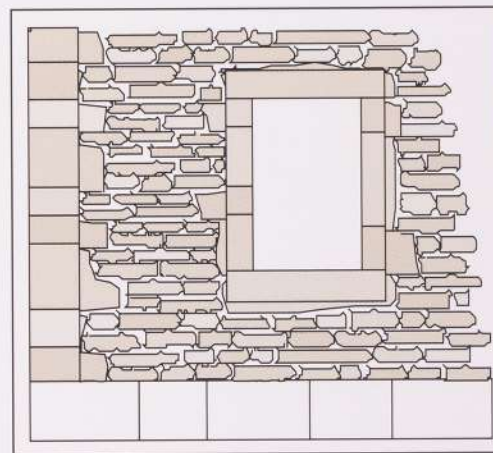
Murs en pierres brutes avec moellons équarris pour les chaînes d'angle et les encadrements.



Murs en pierres tout-venant ou peu taillées avec éléments taillés propres affleurés pour les encadrements et les chaînes d'angle.



Murs en pierres tout-venant ou peu taillées avec éléments taillés bruts pour les encadrements ou les chaînes d'angle.



Murs en moellons taillés bruts avec éléments taillés propres saillants pour les encadrements et les chaînes d'angle.

LES LIANTS

Chaux aérienne

Chaux qui fait sa prise à l'air en se combinant avec le gaz carbonique.

Chaux vive

Obtenu par cuisson d'un calcaire pur. Habituellement conditionnée en morceaux, on la trouve aussi en poudre. Oxyde de calcium.

Chaux éteinte

Chaux transformée par hydratation, s'obtient en pâte ou en poudre. Hydroxyde de calcium.

Chaux en pâte

Chaux aérienne éteinte avec excès d'eau, appelée aussi chaux grasse ou chaux de fosse.

Hydroxyde de calcium.

Chaux hydratée

Chaux aérienne éteinte industriellement sans excès d'eau, conditionnée en poudre. Appelé aussi chaux blanche. Hydroxyde de calcium.

Chaux grasse

Chaux aérienne obtenue à partir d'un calcaire pur.

Chaux maigre

Chaux en pâte obtenue à partir d'un calcaire contenant des impuretés.

Chaux hydraulique

Chaux qui fait sa prise dans l'eau. Appelé aussi chaux lourde.

Chaux hydraulique naturelle

Obtenu à partir d'un calcaire contenant 5 à 15% d'argile (pas de production en Suisse).

Chaux hydraulique artificielle

Obtenu à partir d'une roche calcaire à laquelle on ajoute environ 15% d'argile.

Chaux lourde

Appellation souvent utilisée pour distinguer la chaux hydraulique de la chaux hydratée en poudre, beaucoup plus légère.

Ciment Portland

Liant obtenu par cuisson à haute température de calcaire et d'argile.

Ciment blanc

Ciment Portland obtenu par cuisson à haute température de calcaire et d'argile sélectionnés.

Extinction

Transformation de la chaux vive en chaux hydratée par réaction avec l'eau.

Carbonatation

Durcissement, prise de la chaux aérienne.



Les principaux crépis à la chaux

- **Crépis projetés à la truelle, d'application grossière:** généralement posés en une seule couche au moyen d'un mortier à forte granulométrie, les plus gros grains pouvant atteindre 20 à 30 mm. Ils se trouvent en particulier sur les façades des châteaux médiévaux; ils sont souvent recouverts par un badigeon à la chaux.
- **Crépis projetés et tirés à la truelle:** souvent posés en une couche, ils présentent une granulométrie moyenne située généralement entre 0-4 et 0-10 mm. Cette exécution, caractérisée par une certaine économie de moyens, est la plus courante sur la plupart des constructions rurales et villageoises. Ces crépis sont généralement laissés naturels sur les constructions modestes ou badigeonnés à la chaux sur certaines maisons d'habitation.
- **Crépis lissés à la truelle:** appliqués le plus souvent sur une couche de fond, ils présentent une granulométrie généralement fine de l'ordre de 0-1 à 0-3 mm et sont presque toujours recouverts par une peinture à la chaux.
- **Crépis projetés au balai:** appliqués sur une couche de fond, ils présentent une granulométrie généralement fine de l'ordre de 0-1 à 0-2 mm et sont souvent teintés dans la masse, de couleur ocre jaune, ocre rouge ou gris-bleu. Ils se trouvent généralement sur des maisons villageoises et des demeures bourgeoises dès le milieu du XVIII^e siècle.



1. Crépi projeté à la truelle, d'application grossière.
2. Crépi projeté et tiré à la truelle, généralement laissé naturel sur les constructions modestes.
3. Il est parfois badigeonné à la chaux sur certaines constructions.
4. Crépi projeté au balai.
5. Crépi lissé à la truelle.

- **Crépis talochés fins:** appliqués sur une couche de fond, ils présentent une granulométrie généralement fine, de l'ordre de 0-1 à 0-2 mm. Ces crépis apparaissent vers la fin du XIX^e siècle sur des immeubles des centres urbains; ils sont généralement recouverts par une peinture minérale, une peinture à la chaux ou à base de silicates.

Les caractéristiques des crépis à la chaux

Les crépis à la chaux, très perméables à la vapeur d'eau, permettent une bonne élimination de l'humidité contenue

dans la maçonnerie. En outre, ils sont tendres et déformables, qualités qui leur confèrent une bonne adaptabilité, sans transmettre de tension au support. Peu sensibles aux chocs thermiques, les crépis à la chaux ne sont pas non plus sujets au «faïençage». Ils s'usent et se dégradent lentement, avec le temps, sans provoquer de dégâts à la maçonnerie. Ces caractéristiques leur assurent une grande réversibilité, facteur essentiel à la conservation des bâtiments anciens. Enfin, ils présentent une qualité esthétique incomparable. Le crépi doit être considéré comme une protection de la maçonnerie, mais en



Les crépis d'origine et leurs badigeons apparaissent sous le crépi plus récent.

même temps comme une couche d'usage destinée un jour ou l'autre à être refaite. Le même principe s'applique à un badigeon à la chaux qui protège le crépi.

L'important patrimoine bâti transmis à travers les siècles nous permet aujourd'hui d'affirmer que les crépis à la chaux sont d'excellente qualité. De nombreux exemples de crépis vieux de plusieurs siècles sont là pour témoigner de leur longévité.

L'observation d'anciennes façades nous montre que les interventions y ont été souvent nombreuses et que les crépis en bon état sont presque toujours conservés. Au cours du temps, ils ont été rhabillés, complétés et parfois protégés par un nouveau badigeon à la chaux ou encore recouverts par un nouveau crépi.

La tradition de la conservation et l'économie de moyens à laquelle les anciens étaient astreints ont heureusement contribué à préserver un grand nombre de crépis d'origine. Le décrépiage complet n'intervenait la plupart du temps que sur les façades très exposées aux intempéries.

CRÉPIS ANCIENS: CARACTÉRISTIQUES ET DÉFINITIONS

Rempochage

Remplissage des joints, des trous et des grosses irrégularités d'une maçonnerie ancienne. Remplace le mortier de bâtissage qui est éliminé lors d'une opération de piquage.

Crépi d'égalisation

Crépi destiné à régulariser une surface prête à recevoir un crépi de finition. Son épaisseur peut varier de 0 à 20 mm.

CRÉPIS DE FINITION

Projeté à la truelle

Crépis à structure plus ou moins grossière selon la granulométrie du sable.

Projeté au balai

Exécuté généralement avec des mortiers fins très liquides et teintés avec des pigments naturels. La structure est moyenne et régulière.

Projeté à la tyrolienne

Exécuté à la main avec une machine à projeter; sa structure est assez proche de l'application au balai.

Tiré à la truelle

Egalisation du crépi avec le tranchant de la truelle, «modelage» de la surface selon l'orientation, la fréquence et la force du geste.

Lissé à la truelle

Lissage du crépi avec le plat de la truelle; permet d'accompagner les mouvements d'un mur.

Frotté au sac

Egalisation d'un crépi donnant une légère structure sur un crépi frais. Exécuté après deux ou trois heures sur crépi lissé à la truelle, il permet de «serrer» le crépi et d'obtenir une surface mate.

Les interventions sur les façades anciennes

Le diagnostic

La conservation des anciens crépis est un élément essentiel à prendre en compte lors d'une intervention. Le choix de la méthode d'intervention revêt une importance capitale. Les techniques qui peuvent être mises en œuvre avec succès sont souvent plus simples qu'on ne le pense. Le premier travail consiste à établir un diagnostic de l'état de conservation des crépis, complété d'un inventaire des dégradations. Les surfaces de crépi à conserver doivent être ensuite délimitées; cette opération se fait dans la plupart des cas en deux phases, le tracé définitif étant établi après un premier piquage.

La conservation de témoins

Une conservation respectueuse des anciens crépis et badigeons à la chaux doit être pratiquée de manière systématique si l'on veut maintenir les modèles historiques et caractéristiques d'un type d'architecture ou d'une région.

A titre de témoins, des plages même réduites de crépis préservés peuvent rester visibles sur une façade ou être recouvertes par un nouvel enduit ou un badigeon. Dans ce cas, l'intégration est grandement facilitée par le fait que les différences d'aspect entre l'ancien et le nouveau crépis sont peu perceptibles. Lors de la conservation de grandes surfaces de crépi ancien, lorsqu'il s'agit d'un crépi naturel ou teinté dans la masse, le nouveau revêtement doit être adapté à la couleur et à la structure environnante ou encore recouvrir toute la façade. Dans tous les cas, une phase d'essais et la présentation d'échantillons sont indispensables pour parvenir au meilleur résultat. Il est évident que ces opérations doivent être menées en concertation avec l'ensemble des intervenants, le maître de l'ouvrage, l'architecte, les Monuments historiques, les mandataires spécialisés.

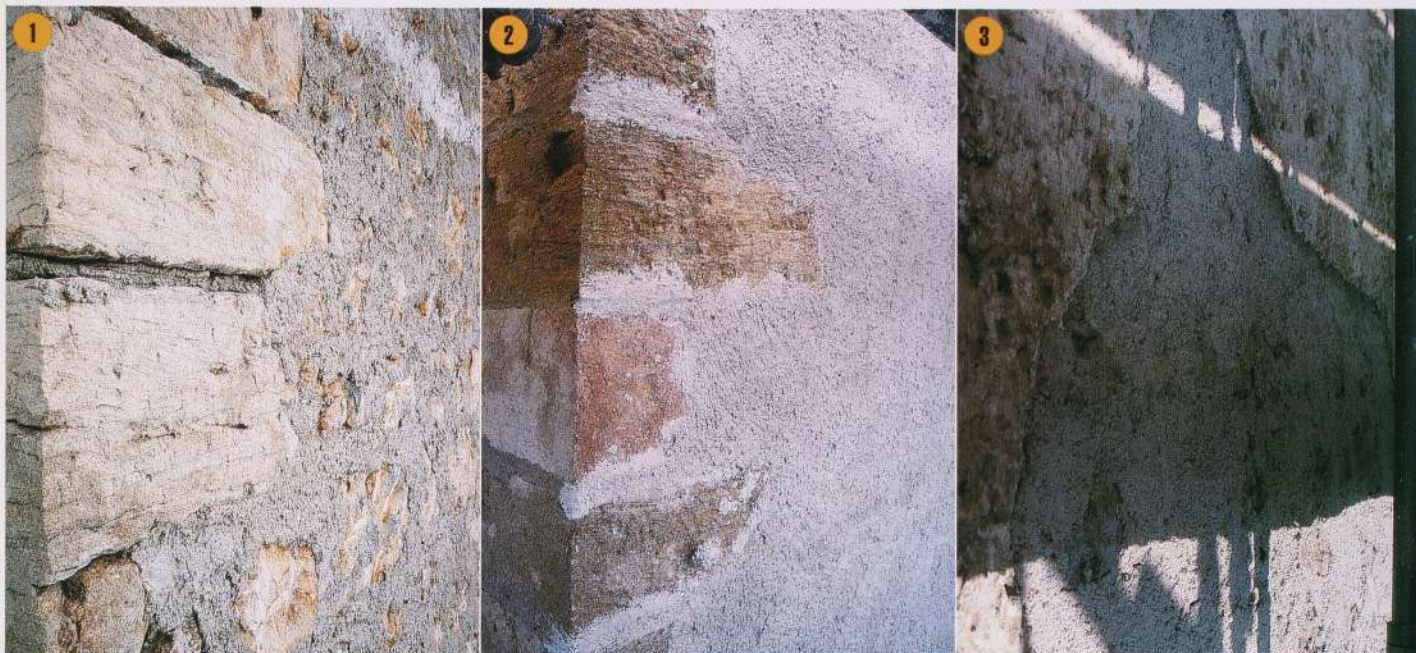
Le choix du nouveau crépi

Il s'agit ensuite de déterminer la composition et le mode d'application du nouveau crépi en fonction de la nature du support, du résultat recherché et des caractéristiques des crépis conservés. Ces derniers serviront alors de modèles pour la structure, la granulométrie et l'épaisseur du nouveau crépi.

On veillera surtout à ce qu'il ait une dureté plus faible que le support et à ce que celle-ci soit proche de celle du crépi



Façade d'une maison villageoise du XVIII^e siècle avec de larges plages conservées de son crépi d'origine.

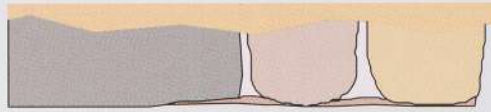


1. Rempochage à pierre vue laissant une épaisseur suffisante pour le raccord affleuré du crépi de finition (2).
- 3, 4, 5 et 6. Différentes phases d'une intervention visant à conserver la plus grande surface possible d'un crépi ancien.
7. Résultat final de l'opération après l'application du badigeon à la chaux.



conservé. Le choix des liants est important: chaux aérienne en pâte ou en poudre, ajout éventuel de liants hydrauliques dont les caractéristiques pourraient améliorer la qualité du mortier. Une attention particulière doit être portée au nombre et à l'épaisseur des couches. Il faut savoir que beaucoup de bâtiments de type rural ont été à l'origine crépis en une seule couche, appliquée sur un parement où le mortier de bâtissage était simplement resserré dans les joints. L'intervention sur une façade de ce type impose dès lors que le nouveau crépi soit aussi appliqué en une couche; le rempochage à pierre vue n'a alors pour fonction que le remplacement du mortier de montage original qui aurait été éliminé lors du piquage.

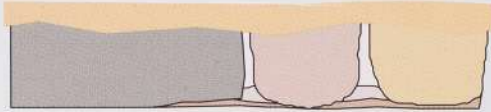
CRÉPIS À LA CHAUX À L'ANCIENNE



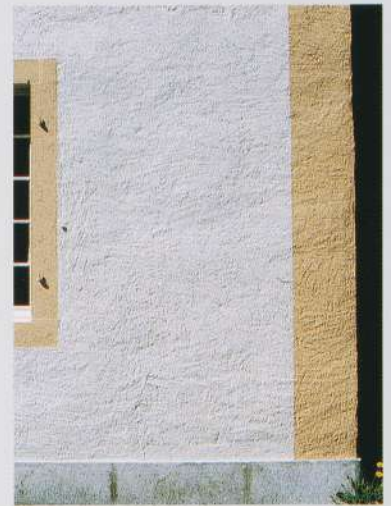
A. État d'origine, le crépi de finition vient mourir sur la pierre de taille



B. Après piquage et déjointoyage, rempochage à pierre vue



C. Crépi de finition identique à l'état d'origine



Le crépi raccordé sans surépaisseur permet la réalisation du décor peint.

Le choix du sable

La préférence doit être donnée à un sable régional, qui sera vraisemblablement le plus proche du matériau original. Cela n'est pas toujours possible, car de nombreuses petites gravières, qui fournissaient des sables particuliers à une région sont aujourd'hui fermées. En conséquence, le manque de sables dits «naturels» est général. Actuellement, la production des sables et des graviers est surtout axée sur l'industrie des bétons. Conséquence d'une certaine normalisation dans leur produc-

tion, les sables et les graviers se standardisent. Les granulats concassés, de plus en plus souvent introduits dans les sables, ne conviennent pas à l'exécution de la plupart des crépis de finition. De nos jours, les sables sont très lavés et manquent de particules fines, qui donnaient aux crépis anciens leurs couleurs typiques. Par ailleurs, cette carence provoque un manque de plasticité qui rend le mortier difficile à mettre en œuvre. Ce défaut peut toutefois être compensé par l'apport de pigments naturels tels que la terre de Siègne naturelle, l'ocre

jaune, la terre d'ombre naturelle. La recherche du mélange souhaité nécessite parfois le tamisage ou la recombinaison de la granulométrie en mélangeant des sables de différentes qualités.

L'emploi de sables constitués uniquement d'éléments concassés doit se faire avec prudence. Si leur grande teneur en fines apporte une contribution importante à la couleur, elle a une influence néfaste sur les qualités d'un crépi, notamment par l'augmentation du risque de fissures de retrait et la diminution de la résistance au gel.

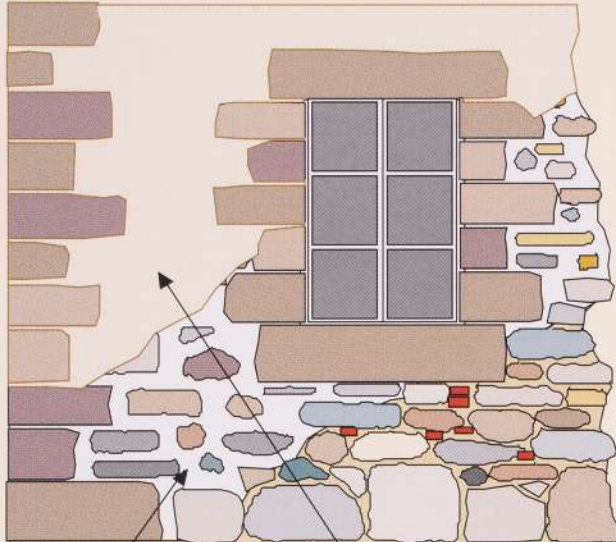


1, 2 et 3. Exemples d'interventions montrant des crépis et des décors anciens conservés sous un badigeon à la chaux ou une peinture minérale.

4. Le décor original de la chaîne d'angle, restauré et laissé visible sous l'avant-toit, a servi de modèle pour cette intervention.

Principaux cas de traitement de façade rencontrés dans nos régions

Parement de moellons bruts et boulets
Encadrement et chaîne d'angle affleurés taillés propres
Crépi en 2 mains: rempochage à pierre vue et crépi de finition tiré à la truelle
La pierre de taille reste naturelle



rempochage à pierre vue

crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement

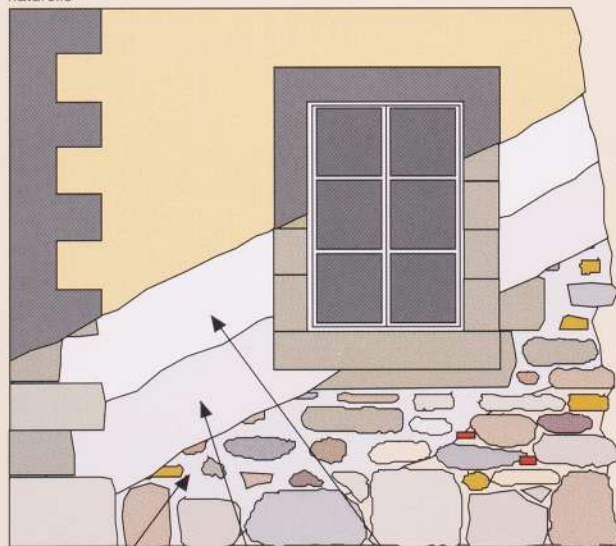


Le crépi accompagne le parement brut du mur et vient «mourir» sur le parement taillé de la pierre naturelle, sans aucune surépaisseur.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
SABLE 0-8	4	3
SABLE 0-3	10	11
CIMENT BLANC	1	-
CHAUX HYDRAULIQUE	-	1
CHAUX HYDRATÉE	4	4
Terre de Sienne naturelle	-	0,1

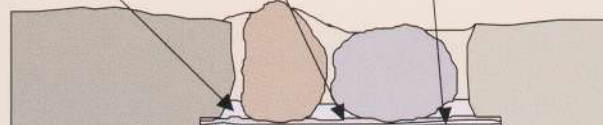
Parement de moellons bruts et boulets
Encadrement et chaîne d'angle saillants taillés propres
Crépi en 3 mains: rempochage à pierre vue, crépi d'égalisation et crépi de finition lissé à la truelle et frotté au sac. Peinture minérale sur le crépi et la pierre naturelle



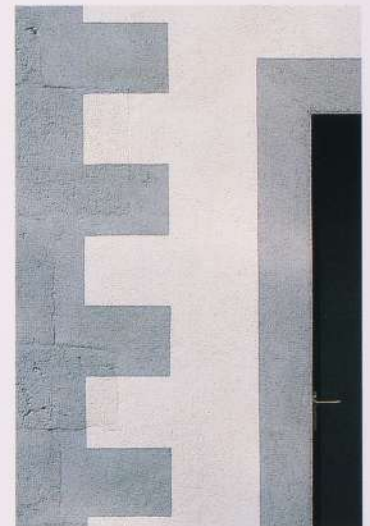
rempochage à pierre vue

crépi d'égalisation

crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement



Le décor peint recouvre indifféremment la pierre taillée ou le crépi, sans respecter la position des éléments constituant la chaîne d'angle ou l'encadrement.

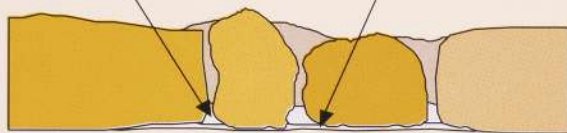
Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Accrochage sur grandes pierres lisses	Couche d'égalisation	Finition
SABLE 0-8	4	-	4	-
SABLE 0-3	8	12	8	-
SABLE 0-2	-	-	-	12
CIMENT BLANC	1,5	2	1,5	1
CHAUX HYDRATÉE	3	2	3	4

Parement de moellons taillés bruts
 Encadrement et chaîne d'angle affleurés taillés propres
 Crépi en 2 mains : rempochage à pierre vue et finition tirée à la truelle
 Peinture à la chaux sur le crépi, l'encadrement et la chaîne d'angle



rempochage à pierre vue crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement

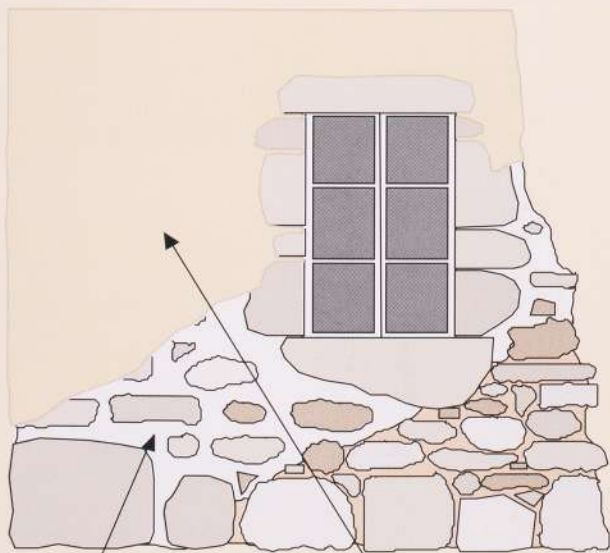


Crépi projeté et tiré à la truelle raccordé en mourant sur l'encadrement et la chaîne d'angle. Le crépi est peint à la chaux, la chaîne d'angle et l'encadrement sont régularisés par la peinture ocre jaune appliquée indifféremment sur la pierre ou le crépi.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
SABLE 0-8	4	2
SABLE 0-3	8	10
CIMENT BLANC	1	0,5
CHAUX EN PÂTE	3	3

Parement de moellons bruts
 Encadrement taillé propre, chaîne d'angle en taillée brute
 Crépi en 2 mains: rempochage à pierre vue et crépi de finition tiré à la truelle laissé naturel



rempochage à pierre vue crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement

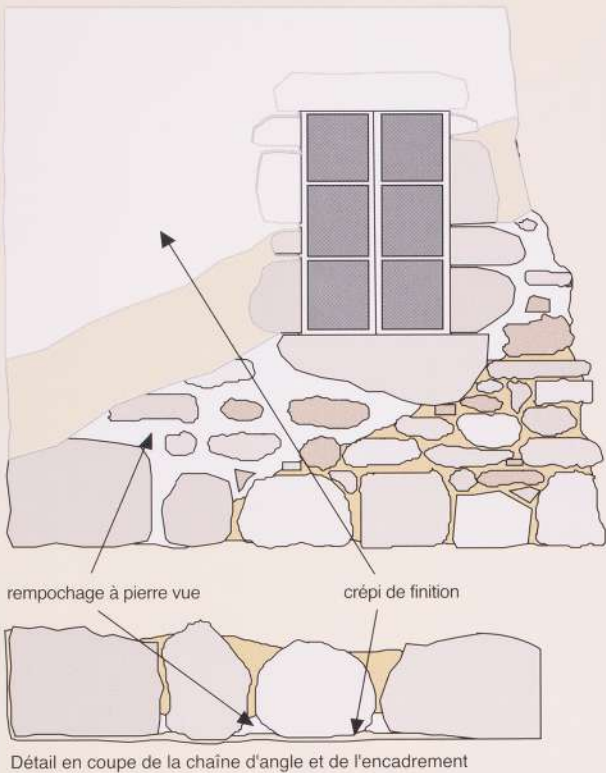


Sur cette façade rénovée, le crépi projeté et tiré à la truelle accompagne le parement brut du mur et vient se raccorder sans surépaisseur sur le parement taillé de l'encadrement. La couleur de ce crépi naturel est très proche de celle du calcaire.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
GRAVIER 0-16	2	1
SABLE 0-8	4	2
SABLE 0-3	6	8
CIMENT BLANC	1	0,5
CHAUX HYDRATÉE	3	3

Parement de moellons bruts
Encadrement taillé propre, chaîne d'angle taillée brute
Crépi en 2 mains: rempochage à pierre vue et crépi de finition lissé à la truelle
Badigeon à la chaux sur le crépi et les encadrements

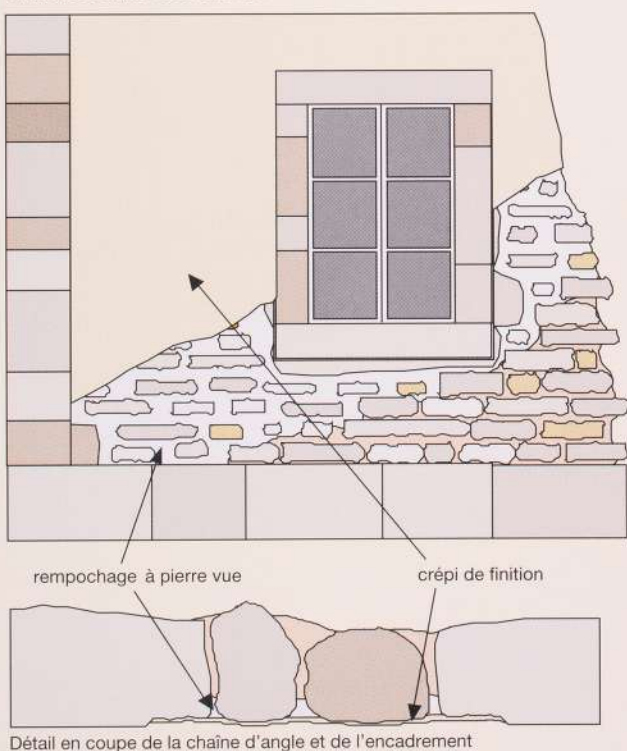


Sur cette façade rénovée, le crépi lissé à la truelle accompagne le parement brut du mur et vient se raccorder sans surépaisseur sur le parement taillé de l'encadrement.
Un badigeon à la chaux recouvre le crépi et l'encadrement.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
SABLE 0-8	2	—
SABLE 0-3	6	8
Sciure grossière	4	4
CIMENT BLANC	1	—
CHAUX EN PÂTE	3	4

Parement de moellons bruts
Encadrement et chaîne d'angle affleurés taillés propres avec biseau
Crépi en 2 mains: rempochage à pierre vue et crépi de finition naturel tiré à la truelle
La pierre de taille reste naturelle



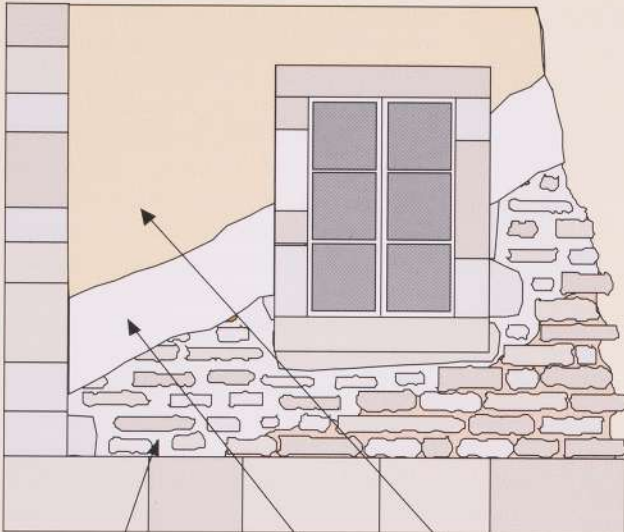
Taille fine et biseau des éléments de l'encadrement, les queues travaillées à la broche ne sont recouvertes que par le crépi de finition.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
SABLE 0-8	4	2
SABLE 0-3	8	10
CIMENT BLANC	1	0,5
CHAUX HYDRAULIQUE	—	0,5
CHAUX HYDRATÉE	3	3
Terre de Sienne naturelle	—	0,1

Parement de moellons bruts

Encadrement et chaîne d'angle saillants taillés propres
Crépi en 3 mains : rempochage à pierre vue, crépi d'égalisation et crépi de finition à la tyrolienne, teinté dans la masse
La pierre de taille reste naturelle



rempochage à pierre vue crépi d'égalisation crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement



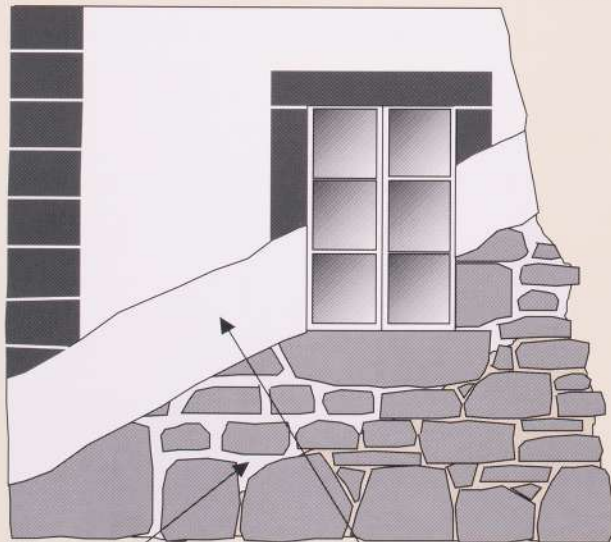
Lors de cette intervention, le crépi de finition d'origine sera en partie conservé et recouvert par un nouveau crépi de même composition.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Accrochage sur grandes pierres lisses	Couche d'égalisation	Finition
SABLE 0-8	13	-	-	-
SABLE 0-3	-	8	13	-
SABLE 0-2	-	-	-	12
CIMENT BLANC	1	2	1	0,5
CHAUX HYDRATÉE	4	1	4	4
Terre de Sienne nat.				0,2
Ocre jaune nat.				0,8

Parement de moellons bruts

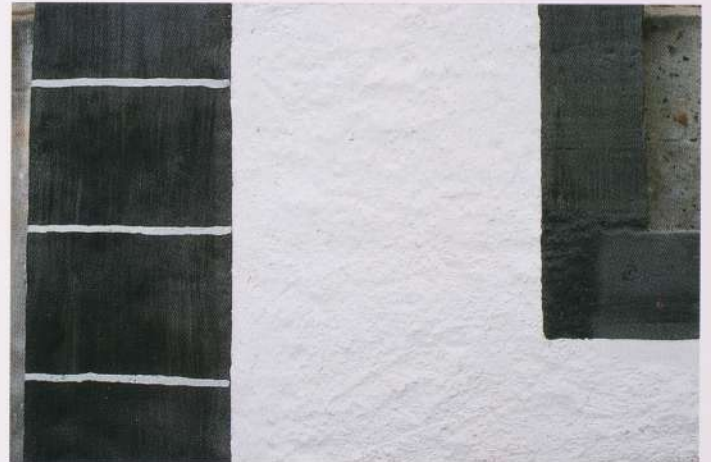
Encadrement taillé brut
Crépi en 2 mains: rempochage à pierre vue et crépi de finition tiré à la truelle.
Peinture à la chaux et décor peint de la chaîne d'angle et de l'encadrement



rempochage à pierre vue crépi de finition



Détail en coupe de la chaîne d'angle et de l'encadrement



Le décor peint simule une chaîne d'angle et un encadrement en pierre de taille.

Exemple de composition de crépi

AGRÉGATS / LIANTS en part / volume	Rempochage	Finition
SABLE 0-8	4	2
SABLE 0-3	8	10
CIMENT BLANC	1	0,5
CHAUX HYDRATÉE	3	3
CHAUX EN PÂTE	1	1

La mise en œuvre des crépis à la chaux

Les règles élémentaires à observer pour l'exécution des crépis à base de chaux aérienne sont les mêmes que pour les crépis à base de liants hydrauliques, à savoir: veiller à la qualité du malaxage, éviter les excès d'eau dans la préparation du mortier et protéger les crépis de la dessiccation rapide en assurant une hydratation suffisante. A ces règles s'ajoutent celles qui sont propres à la chaux aérienne:

La préparation du mortier

Si un mortier de chaux peut être mélangé à la main, le malaxage mécanique est le moyen le plus rapide pour obtenir un mélange homogène. Le type de malaxeur à axe rotatif vertical convient le mieux, car il permet de bien maîtriser l'homogénéité et la plasticité du mélange. Les petites bétonnières habituelles munies d'un tambour rotatif ne conviennent pas, car la chaux adhère aux parois et incite à un apport d'eau beaucoup trop important qui nuit à la qualité du mortier; avec une chaux en pâte, le mélange avec ce type de bétonnière est quasi impossible.

Un mortier à base de chaux aérienne peut être utilisé tant qu'il reste humide, même après plusieurs jours. Lorsqu'un liant hydraulique y est ajouté, il peut être employé pendant une heure et demie à trois heures selon la quantité et le type de liant.

L'application

En raison de leur grande capacité d'absorption, les mortiers de chaux contiennent une quantité d'eau importante. Pendant la phase de séchage, l'évaporation de cette eau laisse des vides; il se forme alors des fissures de retrait initial. Elles apparaissent surtout sur les crépis lissés à la truelle, généralement une à trois heures après l'application, en fonction des conditions de température, d'hygrométrie et d'absorption par le support. Il est donc nécessaire de resserrer le crépi afin de les éliminer. L'apparition de ces fissures augmente en fonction de l'épaisseur du crépi et de la quantité d'eau que contient le mortier.

L'humidification du support doit se faire en principe le jour avant l'application du crépi, avec une ou plusieurs réhumidifications, selon l'absorption par le support et la température. Le crépi doit rester humide pendant les trois à quatre premiers jours; on le réhumidifie si nécessaire au moyen d'un pinceau ou d'un engin vaporisateur.

L'outillage

Le choix de l'outillage est important, en premier lieu la qualité des truelles. Les truelles souples et arrondies sont les meilleures; les truelles dures et carrées ne sont pas adaptées au crépissage. En raison des caractéristiques propres aux maçonneries anciennes, l'utilisation de niveaux, fils à plomb et règles est à éviter absolument. L'accompagnement par le crépi d'un parement souvent irrégulier et la faible épaisseur à disposition sont les raisons essentielles pour y renoncer. La taloche n'est pas utilisée pour application mais uniquement pour y poser le mortier! Il faut se rappeler que les crépis talochés n'apparaissent que vers la fin du XIX^e siècle.

Les périodes favorables pour l'application

Pour les travaux à l'extérieur, réalisés sur un support sec et carbonaté, les crépis à la chaux peuvent être appliqués dès que le danger de gel nocturne est écarté, soit à partir d'avril ou de mai et jusqu'en septembre ou octobre, selon les régions.

Les basses températures ne sont pas favorables à l'exécution des crépis à la chaux. Au-dessous d'une température de +10°C, l'évaporation de l'eau et la carbonatation sont fortement ralenties. Or, un crépi non carbonaté sera exposé à la destruction lors du premier hiver. Pour les crépis exécutés à partir de novembre, le risque de dégradation par le gel est important. Cela concerne surtout les crépis de finition. Il est à la

rigueur envisageable d'exécuter des repochages en novembre, exceptionnellement jusqu'à la mi-décembre. Les dommages éventuels dus au gel ne porteraient pas vraiment à conséquence. Pendant les mois d'été surtout, l'application doit se faire à l'abri du soleil. Des protections, au moyen de filets ou de jute, doivent être mises en place sur les façades exposées. Pendant les grandes chaleurs et par fort vent, le risque de dessiccation est trop important, l'application est à éviter absolument. Une couche de crépi de faible épaisseur est d'autant plus sensible à la dessiccation.

Le délai d'attente moyen entre l'application des couches est de trois à quatre semaines, mais il peut varier en fonction de l'épaisseur du crépi, de l'orientation de la façade et des conditions climatiques. Pour certaines exécutions particulières, le crépi de finition peut être appliqué frais sur frais.

Les protections contre les intempéries

Il est fréquent que des murs de façades reçoivent de grandes quantités d'eau de pluie pendant les travaux. Le risque apparaît lors de la dépose de la couverture et persiste jusqu'à la pose des chéneaux et leur raccordement. Pendant cette période, l'eau peut facilement pénétrer dans le mur par son couronnement et s'infiltrer partout dans la maçonnerie. Les conséquences sont généralement fâcheuses, surtout si la maçonnerie n'a pu sécher pendant les mois d'été. Les travaux de crépissage

PEINTURES MINÉRALES*: CARACTÉRISTIQUES ET DÉFINITIONS

Badigeon de chaux

Peinture à base de chaux aérienne et d'eau pour une application à la brosse sur un crépi ou une pierre naturelle; s'appelle aussi lait de chaux lorsque la dilution est élevée.

Peinture à la chaux artisanale

Peinture à base de chaux pure ou dans laquelle ont été ajoutées une ou plusieurs substances pour en améliorer les qualités d'adhérence, de résistance à l'eau et au frottement; par exemple sels d'alun, lait, petit-lait, blanc d'œuf, jaune d'œuf, caséine, huile de lin.

Peinture à la chaux industrielle

Peinture à la chaux améliorée par l'adjonction de liants organiques, généralement des résines acryliques.

Peinture aux silicates

Peinture à deux composants à base de silicates de potasse purs, exempte de liant organique.

Peinture organosilicatée

Peinture à base de silicates de potasse, additionnée de liant organique.

Peinture minérale silicique

Peinture à base de résines silicones (siloxane) à caractère hydrophobe.

*Selon la norme, peintures ne contenant pas plus de 5% de liant organique.

ne pourront alors plus être terminés avant l'hiver, et devront être reportés au printemps ou à l'été suivants.

Pour se protéger de l'eau de pluie tombant sur les échafaudages et rejaillissant sur les façades, une «casquette» de protection partant sous l'avant-toit et couvrant la largeur de l'échafaudage doit être mise en place.

Les peintures minérales

Jusqu'à la fin du XIX^e siècle, de nombreuses façades sont peintes, celles portant un crépi lisse le sont dans la plupart des cas. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les encadrements de baies en molasse, en pierre jaune ou en tuf sont le plus souvent recouverts par une peinture ou un badigeon. La peinture avait pour fonctions de protéger les crépis et la pierre naturelle, de mettre en évidence une architecture ou de créer un décor.

Les peintures à la chaux sont les plus anciennes et celles que l'on observe le plus souvent; les peintures aux silicates apparaissent vers la fin du XIX^e siècle. A partir des années 1950, elles sont de moins en moins utilisées, car remplacées par les dispersions synthétiques, plus faciles à mettre en œuvre. Les caractéristiques de ces dernières ne conviennent pourtant pas pour une utilisation sur les crépis à la chaux et les pierres naturelles. Ces peintures sont filmogènes, transmettent des tensions au support et leur perméabilité à la vapeur d'eau est insuffisante.

Dès les années 1980, la tendance est au retour des peintures minérales, dont les versions modernes sont les organosilicates et certaines peintures siliconiques. L'indice qui permet aujourd'hui de comparer la plupart des peintures est le coefficient SD (équivalence de la couche d'air exprimée en mètre). Pour les peintures à la chaux et les silicates purs, cette valeur se situe entre 0,01 et 0,02, pour les organosilicates entre 0,02 et 0,05 et pour les siliconiques entre 0,02 et 0,08. Pour les dispersion synthétiques, ces valeurs atteignent 0,2 et plus.

Les crépis modernes

L'intervention courante moderne, constat de l'irréversibilité

Aujourd'hui, lors de la rénovation d'une façade, l'intervention habituelle consiste généralement à procéder au décrépissage complet des murs. Ensuite, il est d'usage de mettre en œuvre un crépi qui «tient», qui «croche», en somme une

LES CRÉPIS MODERNES À BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES

Les crépis modernes à base de liants hydrauliques ont été mis au point pour une application sur des constructions en béton, en plots de ciment ou en brique de terre cuite. Bien que leurs qualités ne soient pas mises en doute, ils sont toutefois inadaptés aux interventions sur les maçonneries traditionnelles, et ce pour plusieurs raisons. Examinons le système de crépi le plus utilisé depuis de très nombreuses années; mis en œuvre en trois couches, il correspond à la norme SIA 242:

1. Couche d'accrochage CP (ciment Portland) 600-800 kg/m³, épaisseur 3 à 5 mm.

Cette couche a été rendue nécessaire par le caractère lisse des supports modernes comme le béton coffré et la plupart des plots et des briques. L'extrême dureté de cette couche d'accrochage la rend irréversible sur les maçonneries anciennes. En conséquence, son piquage endommagerait gravement le parement. En outre, elle ralentit le passage de la vapeur d'eau et transmet des tensions importantes au support. Sur la pierre jaune, la molasse et le tuf par exemple, son effet est dévastateur. De surcroît, le ciment Portland à haute dose favorise le développement des sels. On peut l'observer sur de nombreuses façades d'anciennes écuries, où la mise en œuvre de ce type de crépis n'a fait qu'aggraver le problème.

2. Couche de fond CP 80-100 kg/m³ + CH (chaux hydraulique) 250-300 kg/m³, épaisseur 15 à 20 mm.

Cette couche de fond présente un inconvénient majeur: son épaisseur. En effet, celle des crépis anciens est généralement faible. Sur nombre de façades historiques, certains moellons du parement sont à peine recouverts et le crépi de finition vient affleurer les encadrements et les chaînes d'angle en pierre de taille souvent posés au même nu que le parement brut. On constate alors que l'application de cette couche, généralement talochée et dressée, engendre une surépaisseur de 2, 3 voire 4 cm par rapport aux tailles. Elle dénature ainsi de manière inacceptable l'aspect des façades.

3. Crépi de finition CP 80-150 kg/m³ + CA (chaux hydratée) 300-350 kg/m³, épaisseur 2 à 6 mm.

Ce type de finition a été peu à peu remplacé à partir des années 1960 par les crépis synthétiques, le plus souvent ribés, avec choix de grains de 1 à 3 mm. En raison surtout de leurs caractéristiques physiques, ces crépis sont totalement inadaptés et sont à bannir sur les bâtiments anciens, de surcroît lorsqu'ils sont protégés dans le cadre de la conservation du patrimoine. Si les crépis organosilicatés et les crépis siliconiques offrent aujourd'hui l'avantage d'une bonne perméabilité à la vapeur d'eau, leur aspect ne se différencie pas vraiment des crépis synthétiques. Enfin, leur utilisation a pour conséquence la banalisation et l'uniformisation, rarement recherchées dans la restauration de façades anciennes.

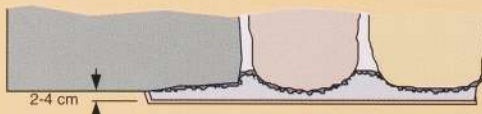
APPLICATION D'UN CRÉPI MODERNE EN 3 COUCHES



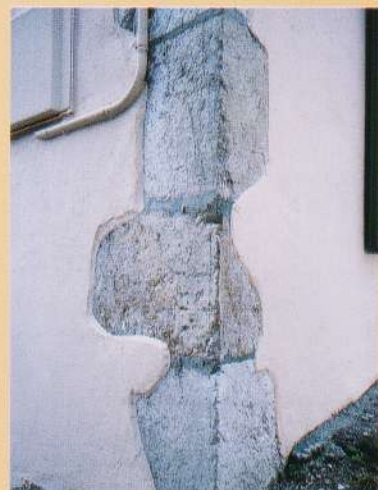
A. Etat d'origine, le crépi de finition vient mourir sur la pierre de taille



B. Après piquage et déjointoyage, couche d'accrochage ép. 3 à 5 mm



C. Rempochage, couche de fond talochée et finition ribage fin



Résultat de ce type d'application avec l'inévitable surépaisseur.



Dégâts infligés au parement lors de l'élimination d'un crépi trop dur.

intervention qui se veut définitive. Erreur, car l'expérience nous apprend qu'on y revient, parfois dans un délai relativement court, de l'ordre de vingt ou trente ans. Incompatible avec des supports tels que la molasse, la pierre jaune ou le tuf, ce type de crépi provoque des dommages tels que fissures dues à la dilatation, apparition d'humidité intérieure causée par une trop faible perméabilité à la vapeur d'eau et doit à son tour être éliminé. L'opération est difficile et coûteuse; des dégâts irréremédiables sont alors causés aux pierres de taille et aux maçonneries.

Les crépis prêts à l'emploi pour la rénovation

Des crépis prêts à l'emploi développés pour une utilisation sur les bâtiments anciens existent depuis plusieurs années et les fabricants sont aujourd'hui toujours plus nombreux à en proposer. Ils sont principalement à base de chaux aérienne et ciment blanc, ou de chaux hydraulique naturelle. La plupart de ces crépis sont fabriqués à partir de roche concassée et contiennent généralement des additifs chimiques: plastifiants, fluidifiants, rétendeurs d'eau, agents d'adhérence. Ces adjuvants ou améliorants sont destinés à permettre une application à la machine, à augmenter le pouvoir d'adhérence sur des supports relativement lisses et à faciliter une mise en œuvre standard. Les crépis de finition sont généralement prévus pour être appliqués en couche mince sur des fonds dressés, au moyen de taloches plastiques ou métalliques. A condition que les «améliorants» soient raisonnablement dosés, certains de ces crépis offrent néanmoins des solutions intéressantes pour les structures fines et lisses. Leur ouvrabilité prolongée facilite l'application et l'exé-

cution des raccords. En revanche, la plupart des autres crépis de finition s'avèrent beaucoup trop collants, ils adhèrent autant à l'outil qu'au support et ne permettent pas une application correspondant à l'aspect souhaité pour un bâtiment ancien. En comparaison, un mortier de chaux en pâte est relativement gras, il adhère bien au support mais ne colle pas à la truelle. De surcroît, pour les structures grossières, les sables concassés et la régularité de leur granulométrie ne conviennent pas à l'exécution de crépis traditionnels.

Les crépis isolants

A base de ciment, de chaux hydraulique ou de chaux aérienne, les crépis isolants contiennent des granulats lé-

gers tels que liège, vermiculite, perlite, silice expansée ou billes de polystyrène. L'amélioration du coefficient thermique apportée par ces crépis dépend évidemment de l'épaisseur à disposition. On peut estimer que l'épaisseur minimale raisonnable se situe entre 2 et 3 cm, valeur à laquelle il faut ajouter l'épaisseur du crépi de finition.

En conséquence, leur utilisation sur les bâtiments anciens doit se limiter aux façades où la modénature le permet, dans le cas d'encadrements de baies fortement saillants ou d'une façade pignon sans ouverture par exemple.

Les critères de choix

Dans les bâtiments à caractère historique, l'utilisation des crépis prémélan-

LES CRÉPIS MODERNES USUELS

Couche d'accrochage Appelée souvent «giclage», couche destinée à l'accrochage sur les supports modernes durs et lisses. Son épaisseur est de 3 à 5 mm, le dosage en ciment est très élevé (CP 600, voire plus).

Couche de fond Couche destinée à régler ou dresser une surface qui doit recevoir un crépi de finition. Généralement talochée, son épaisseur est de 15 à 20 mm.

Taloché Egalisation du crépi de fond, éventuellement du crépi de finition avec une talochée en bois ou en plastique. Occasionne une surcharge de crépi sur la plupart des maçonneries anciennes.

CRÉPIS DE FINITION

Frotté Egalisation du crépi de finition avec un frottoir en bois ou en plastique.

Ribé Application d'un crépi de finition moderne avec un frottoir en plastique ou une lisseuse. L'épaisseur est égale à celle des plus gros grains.

Raclé Opération réalisée à la truelle, au peigne ou au rabot quelques heures après l'application. Elle fait apparaître la couleur des agrégats.

Rustique Ou «rustic», terme moderne désignant un crépi de finition. Crépi à forte structure. Ce terme est défini à tort.

Exemples de mise en œuvre à proscrire



gés peut être admise à condition de respecter certains critères. Le fabricant doit en premier lieu fournir des renseignements sur la composition de ses produits.

Le crépi proposé doit être adapté aux particularités du bâtiment et représenter une alternative intéressante à un crépi artisanal.

L'humidité capillaire et les sels

Les remontées capillaires sont fréquentes dans la plupart des bâtiments anciens. Lorsqu'ils sont présents dans la maçonnerie, les sels solubles sont transportés par l'eau vers la surface du mur et se cristallisent au contact de l'air. Ces phénomènes apparaissent sous la forme d'efflorescences et provoquent des dégradations du crépi et de la peinture, le plus souvent dans la base des murs.

Il n'est pas nécessaire de se trouver en présence d'une nappe phréatique, d'une source ou autre rivière souterraine pour voir apparaître des remontées capillaires, l'humidité naturelle

d'un terrain étant suffisante pour les provoquer.

La nature des matériaux constituant le mur est déterminante. L'absorption d'eau et l'effet de mèche sont importants dans une maçonnerie de moellons hourdée à la chaux ou un parement en molasse, alors qu'ils sont faibles ou nuls avec un socle en calcaire dur.

Dans le cas particulier des bâtiments qui ont abrité du bétail, les nitrates sont généralement présents dans les murs jouxtant les écuries, indépendamment des remontées capillaires. Ils se manifestent aussi par une coloration plus foncée du crépi.

Si des traitements adéquats ne sont pas mis en œuvre lors de la rénovation, des dégâts apparaîtront assez rapidement aux mêmes endroits sur le nouveau crépi. Il est possible de résoudre totalement ou partiellement ces problèmes par des mesures d'assainissement adéquates. En premier lieu, une chemise de drainage ventilée empêche le contact avec l'humidité du terrain et favorise l'élimination de celle absorbée par la fondation du

mur. On agit ici directement à la «source» (voir schéma) du problème.

En présence de sels, l'application de crépis d'assainissement (selon WTA et norme SIA 2003) est nécessaire. Ces crépis poreux et hydrophobés empêchent le passage de l'eau capillaire tout en étant perméables à la vapeur. Les sels sont retenus dans les pores et sont empêchés d'atteindre la surface du crépi. L'efficacité de ce système dépend de la concentration de sels dans la maçonnerie, de la quantité d'eau capillaire et de l'épaisseur du crépi. Ces interventions doivent absolument être précédées d'une analyse de la situation.

Les systèmes d'assainissement faisant appel à des injections de divers produits destinés à rendre étanche la base des murs ainsi que les applications du principe de l'électro-osmose ne règlent pas tous les problèmes, notamment celui des sels. Ces systèmes doivent dans la plupart des cas être complétés par des drainages et des crépis d'assainissement.

ASSAINISSEMENT DU PIED DE MUR DANS UNE MAÇONNERIE DE MOELLONS HOURDÉS À LA CHAUX

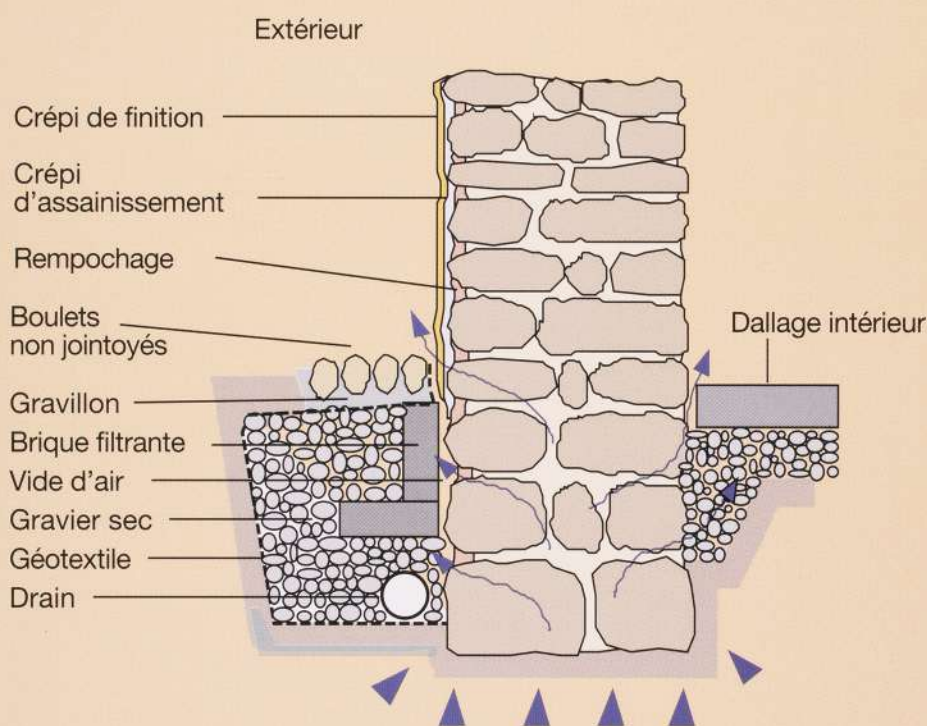
Sur la plupart des bâtiments anciens, des dégradations du crépi se manifestent à la base des murs.

Les causes

Par leur grande capacité d'absorption, les maçonneries anciennes sont soumises au passage de l'eau contenue dans le terrain. Par l'effet de mèche, l'eau capillaire monte dans la maçonnerie et transporte les sels qui cristallisent au contact de l'air et endommagent le crépi.

Principes de l'assainissement

1. Eloignement des eaux de surface et souterraines.
2. Diminution au minimum de la surface de contact avec l'humidité du terrain.
3. Abaissement de la pression hydrostatique.
4. Maintien d'une aération de la partie enterrée du mur pour favoriser l'évacuation de l'humidité absorbée par la fondation.
5. Application de crépis d'assainissement en présence de sels.



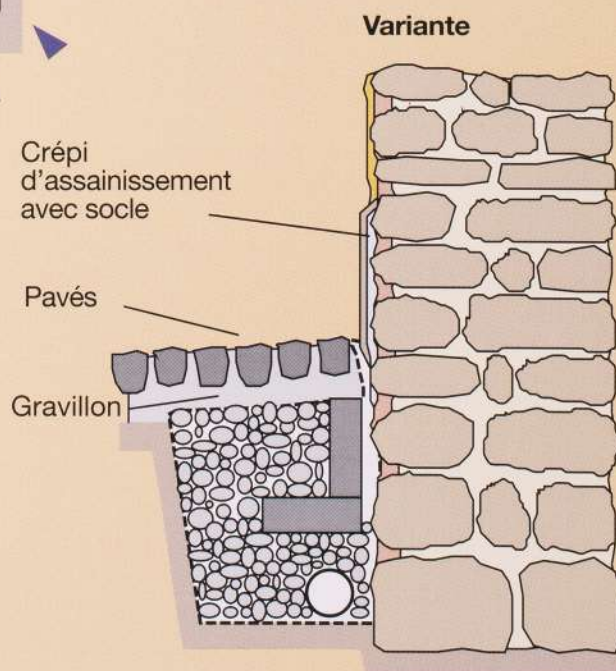
L'application d'un revêtement étanche contre le parement du mur est à éviter absolument!

Cette intervention aurait pour effet de repousser l'humidité au-dessus du niveau du sol.

Dans le cas de fortes venues d'eau, de surface ou souterraine, il est plus efficace et parfois indispensable de réaliser un drainage suffisamment en amont du mur.

Les eaux pluviales ne doivent pas être raccordées à un réseau de drainage!

De fortes arrivées d'eau peuvent faire déborder le drainage et réduire à néant un assèchement de plusieurs mois. Les pentes à disposition, généralement inférieures à 1%, conviennent pour un drain mais sont insuffisantes pour les eaux pluviales.





Exemples d'altérations provoquées par l'humidité et les sels.

Aspects économiques et garanties

Contrairement à ce que l'on entend parfois, le prix des crépis à base de chaux fabriqués artisanalement n'est pas plus élevé que celui des crépis standards prémélangés.

Comparatif du prix de revient actuel moyen de quatre types de mortiers, prêts à l'application:

- chaux en pâte et sable, mélange préparé sur le chantier: 800 à 1200 fr./m³;
- chaux hydratée, ciment blanc et sable, mélange préparé sur le chantier: 350 à 450 fr./m³;
- chaux hydratée, ciment blanc et sable, prémélangé en sac: 500 à 600 fr./m³;
- chaux hydraulique, ciment Portland et sable selon norme SIA 242, prémélangé en sac: 450 à 550 fr./m³.

Mis à part les mortiers à base de chaux en pâte, les mélanges qui sont préparés sur le chantier sont sensiblement moins chers que les produits en sac. Par ailleurs, l'incidence du prix du mortier sur le coût total du crépi est relativement modeste. Par exemple, pour une couche de finition de 1 cm d'épaisseur exécutée avec un mortier qui coûte 100 francs de plus par m³, la plus-value n'est que de 1 franc par m² de crépi. Pour un type de finition déterminé,

seuls l'épaisseur, le nombre de couches et le prix du mortier influencent le coût du crépi. Il est évident qu'un crépi selon norme SIA 242 appliqué en trois couches et de 3 cm d'épaisseur sera plus cher qu'un crépi à la chaux appliqué à l'ancienne en deux couches et de 2 cm d'épaisseur.

La notion de garantie est souvent évoquée au moment de choisir un crépi non conventionnel. Lorsqu'il est question de conserver des crépis anciens, l'entrepre-

neur fait souvent part de ses doutes et hésite à donner des garanties. Or, il ne lui est pas demandé de garanties pour un crépi ancien sur lequel il n'intervient pas. S'il s'agit d'un crépi encore bien en place et vieux d'une centaine d'années, son espérance de vie devrait sembler suffisante à notre patrimoine bâti. Il existe encore de nombreux exemples de crépis en bon état datant de plusieurs siècles. L'évolution des crépis à la chaux est différente de celle des crépis modernes. Ces derniers, adaptés aux normes actuelles, permettent d'obtenir des façades uniformes au service de la production architecturale moderne. A l'inverse, une façade crépie à l'ancienne présentera des nuances, son apparence va évoluer avec le temps et les saisons. Ces caractéristiques participent à la beauté de ces crépis et ne sont pas à mettre au compte de défauts d'exécution. Il est essentiel que tous les acteurs et en particulier le maître de l'ouvrage soient bien informés de ces différents aspects. ■

COÛT DE LA RÉFECTION D'UN CRÉPI ANCIEN

L'EXEMPLE DU CHÂTEAU DE VAULRUZ (FR)

L'état des façades du château, bien visible depuis l'autoroute Fribourg-Lausanne, nécessitait une intervention. Lors d'une première évaluation, le remplacement complet du crépi existant était envisagé. Après une seconde évaluation et une analyse précise une fois l'échafaudage monté, un programme d'assainissement et de conservation détaillé était élaboré en collaboration avec le maître de l'ouvrage, l'architecte, le Service des biens culturels du canton de Fribourg et l'expert en maçonnerie ancienne mandaté.

Problèmes techniques

Différents types de surfaces se présentaient sur ces façades:

- crépis à la chaux badigeonnés datant du XVIII^e siècle;
- jointoyages à base de ciment datant de 1930;
- crépis à base de ciment sur les soubassements du château et la totalité des murs du rempart. Sur la façade sud, une zone de dégradation du crépi avec apparition d'efflorescences s'étendait jusqu'à une hauteur variant de 2 à 4 m à proximité des anciennes latrines, où une forte teneur en sels était mesurée.

L'exécution

Pour le château, l'accent a été mis sur la conservation des crépis à la chaux. Un sondage complet des façades a permis de délimiter les zones de crépi à conserver. Sur la façade sud notamment, le crépi du XVIII^e siècle a pu être maintenu sur près de 60% de la surface. Les jointoyages et les rhabillages à base de ciment, trop durs, ont été éliminés. Des crépis à base de chaux confectionnés sur le chantier ont été appliqués. Sur les surfaces touchées par les sels, un crépi d'assainissement prémélangé a été utilisé en couche de fond.

Pour la structure et le type d'application, les crépis conservés ont servi de modèle. Les façades du château ont été badigeonnées à la chaux.

Sur le mur sud du rempart, l'intervention s'est limitée au remplacement du crépi moderne dégradé par un crépi bâtard teinté dans la masse.

Coût de l'intervention en 1998 (crépi, sans échafaudage ni peinture)

Projet initial avant analyse:	700 m ²	84 000 fr.	= env. 120 fr./m ²
Projet exécuté:	850 m ²	69 000 fr.	= env. 80 fr./m ²
Expertise et analyses:		5 000 fr.	couverts par les subventions

Conclusions

- Malgré sa complexité, cette intervention a permis de réaliser une économie considérable.
- Des crépis anciens de grande valeur ont été préservés.
- La réversibilité de l'intervention est assurée.
- La durée de vie des crépis appliqués pourrait atteindre celle des crépis anciens, à condition que le badigeon de protection soit renouvelé lorsqu'il présente des traces d'usure.
- La mise en œuvre de crépis d'assainissement garantit une bonne durée de vie de la couche de finition.
- Les petits dégâts peuvent être réparés avec des matériaux et des méthodes simples sans qu'il soit nécessaire d'intervenir sur toute la surface.
- Le coût d'un crépi à l'ancienne est souvent avantageux lorsqu'il est intégré dans un concept global.

Source: Service des biens culturels du canton de Fribourg.

Document réalisé sur mandat des Services cantonaux chargés de la protection du patrimoine.

Photographies et illustrations de l'auteur:
Roger Simond, expert en maçonneries anciennes
Route du Village 16
1295 Tannay
Tél. 022/776 15 46
Fax 022/776 71 58

© Tiré à part de BÂTIR N° 9 de septembre et N° 10 d'octobre 2001