

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de la culture

Entretien et restauration des  
**façades**  
des constructions traditionnelles  
dans la Vallée du M'Zab



Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab



Entretien et restauration des  
**façades**  
des constructions traditionnelles  
dans la Vallée du M'Zab

Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab

---

2011

# Contenu

Prologue .....	05
Entretien périodique des façades .....	06
Délabrement des façades (symptômes et traitement).....	08
Fissures .....	08
Gonflement et inclinaison .....	12
Détérioration des pierres.....	15
Humidité .....	16
Ouvertures.....	22
Murs de clôture .....	24
Bibliographie .....	26

# Prologue

Les constructions traditionnelles dans la Vallée du M'Zab, en fonction de leurs types et leur utilisation, offrent à leurs usagers une sérénité et un grand confort thermique, résultat de leur adaptation aux conditions climatiques grâce à l'utilisation de matériaux de construction locaux. Elles sont attractives et lient par les principes qu'elles inspirent -visibles dans l'architecture de leurs façades et de leurs espaces internes et externes - leur présent avec leur longue histoire.

Mais, l'exploitation optimale des anciennes constructions nécessite un suivi continu et un entretien régulier, en raison des changements de toutes sortes qu'elles subissent durant de longues périodes climatiques et de phénomènes naturels, outre leur vulnérabilité à l'usage excessif et les restaurations successives. Pour préserver ces constructions traditionnelles, certains usagers recourent à l'« auto-restauration », invoquant la préservation durable de leur intégrité ou l'économie dans le coût des travaux. Ces interventions dégradent les constructions traditionnelles, par le manque d'expérience des intervenants, au risque parfois de les rendre inhabitables. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de suivre les techniques éprouvées de restauration et de faire appel à une main d'œuvre qualifiée.

Ce manuel a pour objectif d'orienter les opérations de réfection des constructions traditionnelles. Les façades qui constituent le cadre extérieur des habitations, sont les plus exposées aux changements climatiques et aux facteurs d'agression externes. Leur entretien est essentiel pour préserver les structures des constructions intactes, au cas par cas.

## Entretien périodique des façades

Les façades requièrent un contrôle périodique pour diagnostiquer les dégradations qui les affectent afin d'intervenir dès leur apparition, avant qu'elles ne prennent d'importantes proportions. Ceci réduira les efforts, le coût et préservera les façades le plus longtemps possible.

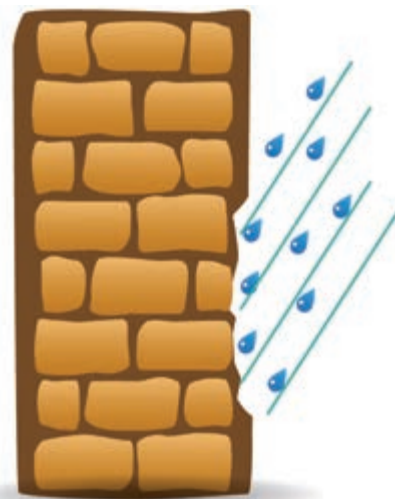
On revêt les façades d'un enduit de chaux préparé de façon traditionnelle, en utilisant des matières locales, pour une meilleure adhérence avec les matériaux utilisés. C'est une matière perméable qui assure une aération naturelle aux façades et qui « oriente » les éléments de la détérioration vers l'extérieur, spécialement les sels qui accompagnent l'humidité. La couche de revêtement doit donc être renouvelée chaque fois qu'elle est abîmée pour préserver la structure fondamentale des murs.

La détérioration du revêtement est la conséquence de défauts de construction qui provoquent son effritement et sa chute. On peut citer comme défauts : un enduit mal préparé, l'utilisation d'un sable lavé, sans particules nécessaires à la cohésion de l'enduit ou à forte teneur en sels dont la cristallisation conduit à la chute du revêtement.

La détérioration du revêtement peut également survenir suite à l'utilisation d'un mortier qui manque de plasticité et qui ne peut pas se fixer aux murs, ou alors à l'humidification exagérée des parois qui empêche la fixation de l'enduit et conduit à son glissement. L'enduit chute aussi rapidement lorsque le travail est fait sous des températures très élevées, provoquant une évaporation de l'eau qu'il contient avec pour résultat une perte de cohésion.

Avec le temps, les facteurs naturels d'érosion tels que le soleil, le vent, les précipitations, ont un impact direct sur la détérioration du revêtement. On peut ajouter le phénomène de capillarité au niveau des fondations et l'altération des murs par les frictions, les chocs ou les différentes fuites des espaces sanitaires, canalisations et eaux pluviales.

Il est également fréquent que la chute du revêtement provienne des dégradations au niveau des structures des constructions tels que le tassement différentiel des fondations (un tassement partiel des fondations et un déséquilibre dans sa stabilité) ou les fissures dues aux surcharges ou à la rupture des linteaux (le bois, les pierres horizontales qui couvrent les ouvertures et distribuent les charges descendantes sur les deux côtés). Il est donc nécessaire de procéder aux réparations des dégradations structurelles avant de commencer le nouveau revêtement.



Les façades enduites conformément aux règles de l'art et protégées des facteurs de dégradation ne nécessitent pas de maintenance particulière, sauf celles requises contre la vétusté qui les affecte au fil du temps. Les façades bien revêtues protègent durablement les murs.

Pour revêtir les façades à nouveau on suit les démarches suivantes :

- La préparation préalable du mortier de chaux à la manière traditionnelle.
- Bien décaper les couches de l'ancien revêtement dégradé.
- Purifier les espaces entre les pierres du mortier dégradé.
- Nettoyer ces écarts avec une brosse dure.
- Humidifier avec de l'eau pour laver la poussière positionnée sur les pierres et empêcher les murs d'absorber l'humidité du revêtement pour garantir une bonne cohésion de la couche du nouveau revêtement.
- Comblar les joints entre les pierres avec le mortier de chaux.
- Appliquer une première couche de revêtement pour couvrir les pierres et obtenir une face relativement plate à la surface de la façade, en donnant un toucher granuleux à la surface du revêtement pour la fixation de la couche finale.
- Réaliser la couche finale du revêtement de telle sorte qu'elle soit moins épaisse et que son aspect soit modulable par rapport à son état initial (lisse ou rude). Il convient de se contenter de remplir uniquement les joints si la façade est en pierres vues.
- Chaulage de la façade revêtue d'une première couche (lait de chaux à faible concentration) pour humidifier les murs et les laver de la poussière afin de garantir une bonne adhésion.
- Chaulage avec une deuxième couche (lait de chaux blanc ou coloré d'une couleur sableuse), remuer continuellement pour garder l'homogénéité du mélange. Il est possible d'ajouter quelques additifs afin d'améliorer sa qualité tel que le sel, l'alun, etc. Il convient d'éviter l'utilisation de substances isolantes telle que la colle qui lui fait perdre sa perméabilité et empêche la respiration naturelle des murs, entraînant l'effritement du chaulage et sa chute en temps humide.



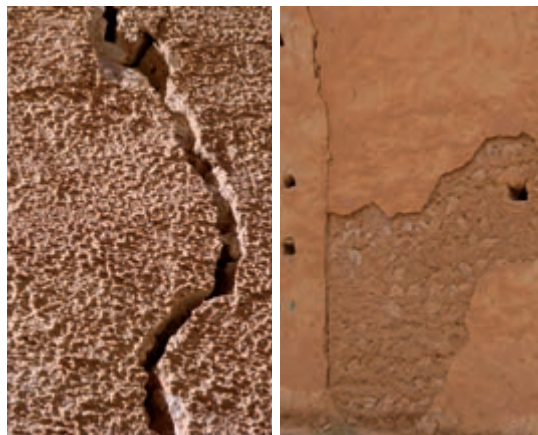
# Dégradation des façades (symptômes et traitement)

## Les fissures :

### Description du phénomène

Des fissures de différentes formes et directions, avec des degrés de gravité variables, apparaissent sur les façades. Il y a ceux qui affectent les surfaces, provoquant la fissuration du revêtement qui finira par chuter. D'autres atteignent le fond du mur causant ainsi des fissures profondes apparentes sur les façades.

Certaines fissures sont la conséquence de la rupture des linteaux en bois ou en pierre au-dessus des ouvertures, ce qui entrave la fermeture et l'ouverture des portes et des fenêtres. Les fissurations sont la preuve de l'existence d'un défaut de stabilité dans la construction, de la mauvaise préparation des matériaux de construction ou d'une mauvaise mise en œuvre. Le suivi minutieux de l'évolution des fissures ainsi que leur analyse facilitent l'identification de la source du déséquilibre, l'évaluation du degré de menace et la détermination des méthodes pratiques pour y remédier.



### Les effets et les dégâts

Des fissures superficielles fines apparaissent dans toutes les directions sur le revêtement sous forme d'une toile d'araignée, causées par la saturation du mortier de chaux ou son utilisation sous des températures élevées, soit par une mauvaise humidification de la face du mur porteur. Le mortier perd son humidité et se fissure rapidement.

Quant aux fissures qui atteignent le fond du mur on distingue, les fissures simples qui résultent de la dilatation normale des matériaux et les fissures graves résultant d'un défaut de stabilité dans la structure de la construction, qui nécessitent prioritairement une intervention sur les causes de la dégradation puis le traitement.

Ce genre de fissures intervient sous plusieurs formes : horizontales qui indiquent le tassement du sol, verticales qui montent de la base des façades et indiquent la présence d'un tassement différentiel des fondations due à un déséquilibre du sol pour différentes raisons.

Par exemple, une surcharge exercée sur les murs, une saturation de la terre en eau à cause des inondations, des fuites ou au contraire suite à la succession des périodes de sécheresse qui fait perdre au sol sa saturation naturelle. D'autres causes peuvent être identifiées, comme les différents travaux de fouille dans les rues qui affectent la stabilité des façades, ou les travaux de raccordement aux différents réseaux sous les fondations. Quant aux fissures descendantes du haut des maisons sans atteindre les bases, elles indiquent que la construction ne dispose pas d'un chaînage au-dessus des murs.



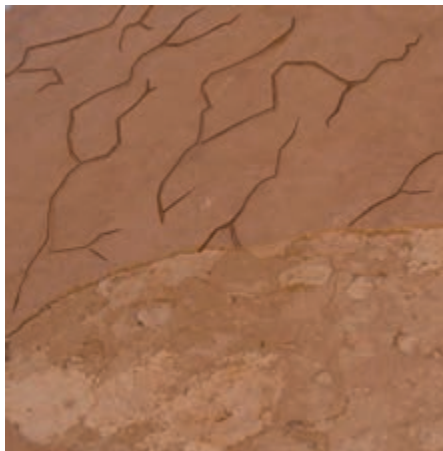
## Traitement

- Les fissures superficielles du revêtement se traitent par la pose de lait de chaux en deux couches ou plus. Si le revêtement est très détérioré, on aura recours à un nouveau revêtement selon les critères techniques (voir l'entretien périodique des façades).

- Pour les fissures superficielles isolées, un léger tapotement sur le revêtement permet leur localisation sur le mur de soutènement suite au bruit creux qu'elles produisent. Le traitement consiste à décaper les endroits dégradés et les revêtir.

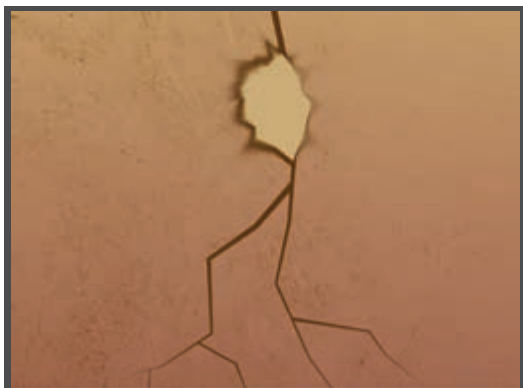
- Contrôler le tracé des fissures en utilisant plusieurs techniques telles que :

- Appliquer une couche mince en plâtre sur une partie de la fissure et la contrôler régulièrement. Si les fissures sont stables et ne manifestent aucune progression, il s'agit donc d'un mouvement naturel de la construction qui est sans danger. Piquer avec un perceur, nettoyer à l'aide d'une brosse dure et asperger avec de l'eau et remplir par le mortier de chaux. Ensuite, chaulage général de la façade. Les traces de fissures seront ainsi effacées et la façade prendra une couleur uniforme.



Cette technique risque de ne pas donner de bons résultats à cause des variations de température qui entraînent le détachement de la couche de plâtre. Il existe d'autres techniques plus précises, comme :

- La technique de mesure par la fixation horizontale de clous en parallèle à la fissure, à équidistance des deux côtés. On mesure périodiquement la distance entre eux pour déterminer la nature de l'évolution des fissures avant toute intervention.

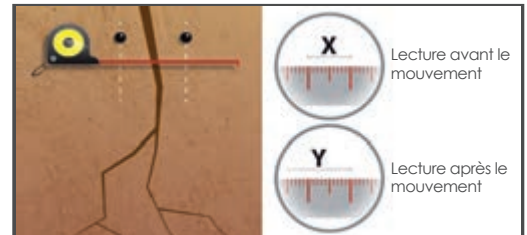


Appliquer les couches de plâtre sur les fissures

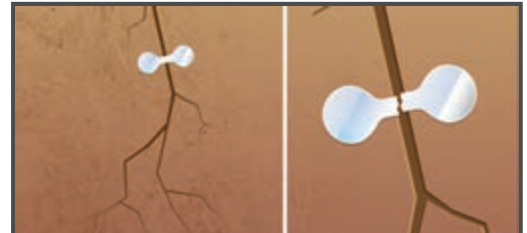


L'élargissement continu des fissures et la rupture de la couche de plâtre

- Pour obtenir des résultats précis, on fixe les repères du pied à coulisse sur les fissures et on observe les évolutions là où on peut lire le mouvement des fissures par dixième de millimètres. Si les fissures sont en expansion continue, il faut demander l'aide d'un ingénieur spécialiste pour déterminer les modalités d'intervention afin de restaurer la structure avant le traitement des fissures.
- La technique d'utilisation des plaques minces en verre : les plaques seront placées perpendiculairement aux fissures et leurs bordures fixées par le plâtre. Ces plaques se casseront et seront divisées en deux au moindre mouvement des fissures. L'observation de la direction d'éloignement des deux parties avec mesure de la distance qui les sépare rend la possibilité de déterminer avec précision la gravité de l'évolution de la fissure.

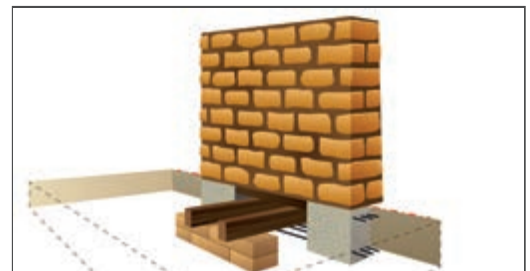


Suivi du mouvement des fissures par la technique des clous et du pied à coulisse



Élargissement continu des fissures et la cassure des plaques de verre

- Dans le cas des fissures profondes causées par un tassement différentiel des fondations, la restauration est laborieuse et coûteuse et les travaux doivent être menés par une main d'œuvre qualifiée. L'intervention doit se faire au cas par cas, selon les phases suivantes :
  - Renforcer la façade qui se trouve au dessus des parties dégradées et étaier des planchers.
  - Creuser un fossé devant la façade sur des tranchés ne dépassant pas les 02 mètres de profondeur chacune.
  - Consolidation des murs de façade dans la partie des travaux.
  - Creuser sous les fondations jusqu'au milieu de la largeur.
  - Mettre le ferrailage de la poutre sous la fondation (les mesures de la poutre et les dimensions des barres seront fixées suivant les charges à supporter).
  - Fixer le coffrage de la poutre.
  - Collage du béton.
  - Creuser du côté opposé de la même longueur.
  - Réaliser une poutre en béton armé de l'autre côté, de la même manière.
  - Le reste du mur sera renforcé sur des tranchés en suivant les mêmes phases.
  - Réaliser la technique d'évacuation des eaux de surface pour protéger la fondation de l'humidité.



Renforcement des fondations et réalisation d'une poutre en béton armé en plusieurs étapes

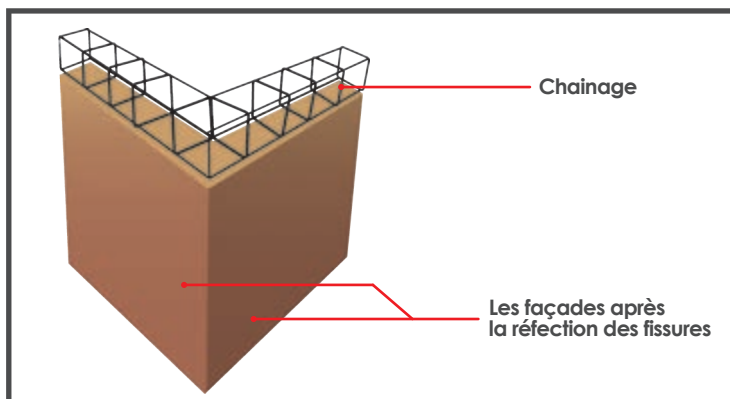


Achèvement de la base en béton armé des deux côtés le long du mur

Après le renforcement des fondations, les fissures seront élargies par l'enlèvement des pierres détériorées et l'épuration du mortier dégradé accumulé jusqu'à la profondeur. Nettoyer le creux en utilisant une brosse dure, puis l'arroser avec de l'eau et remplir le creux en utilisant les mêmes matières : pierres, mortier de chaux ou du plâtre pour leur harmonie avec les composants du mur. Il est déconseillé d'utiliser le ciment car c'est une matière dure qui ne convient pas avec les matériaux de construction locaux.



- Dans le cas des fissures descendantes des hauteurs des murs, elles seront élargies et nettoyées avec une brosse dure, puis arrosées par l'eau et traitées avec les mêmes matériaux utilisés. Un chaînage en béton armé sera fixé au-dessus des murs pour empêcher la réapparition des fissures. Le chaînage allongera un peu la façade. Pour maintenir la hauteur d'origine on défait une rangée de pierres et on la remplace par le chaînage.



## Le gonflement et l'inclinaison :

### Description du phénomène

Les murs en pierre des façades sont souvent composés de deux faces. Les surcharges appliquées peuvent provoquer la séparation des deux faces ou l'apparition de gonflements sur les façades qui sont composées d'une seule face. Les eaux qui s'infiltrent jusqu'aux creux du mur à cause des pluies, additionnées au phénomène de capillarité et aux différentes fuites risquent d'amplifier le gonflement et peut menacer de ruine.

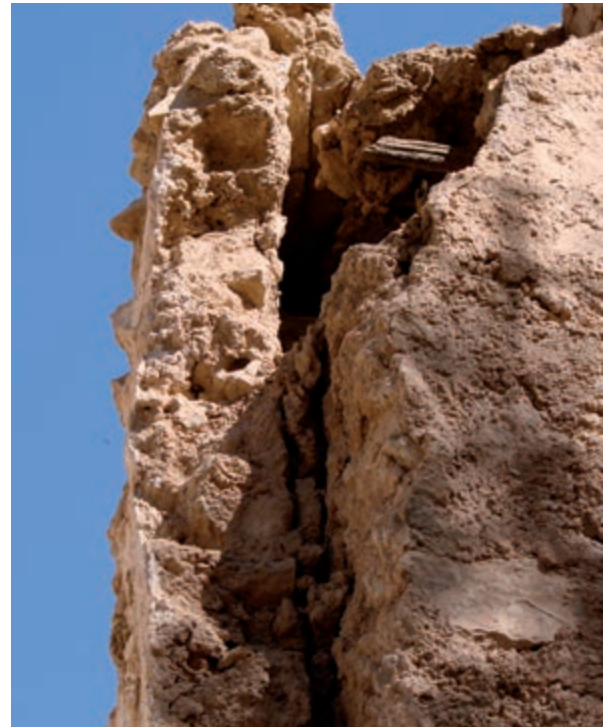


### Les effets et les dégâts

L'état du gonflement se développe très rapidement, le creux entre les deux faces s'élargit et le mortier s'accumule à l'intérieur de ce dernier, ce qui affaiblit la résistance du mur et provoque son effondrement.

Pour l'inclinaison des façades composées d'une seule face en pierre, on distingue deux types :

- Une inclinaison vers l'extérieur : c'est la plus grave, elle peut provoquer l'effondrement du mur à cause des surcharges des planchers.
- Une inclinaison vers l'intérieur : causée par le tassement du sol vers l'intérieur ou par une grande flexion des troncs de palmier implantés dans les murs des façades.

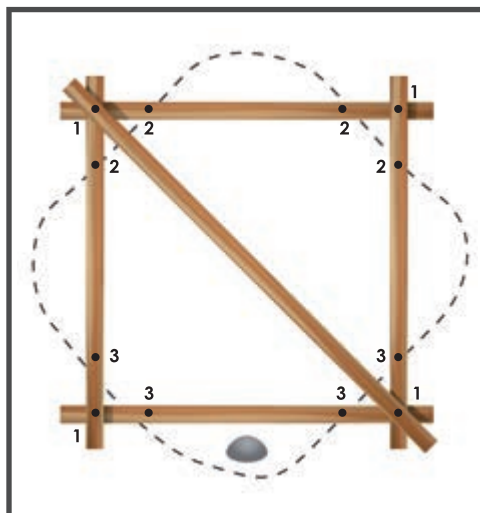


## Le traitement :

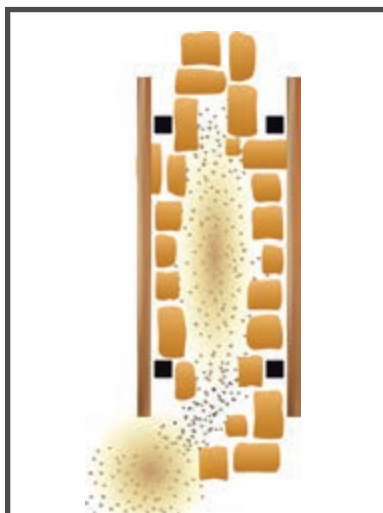
Consolidation de la façade par des tronc en bois posé sur la partie du gonflement, et enlèvement de la partie dégradée et la reconstruire.

On peut également intervenir pour réparer les parties de gonflement en suivant les démarches suivantes :

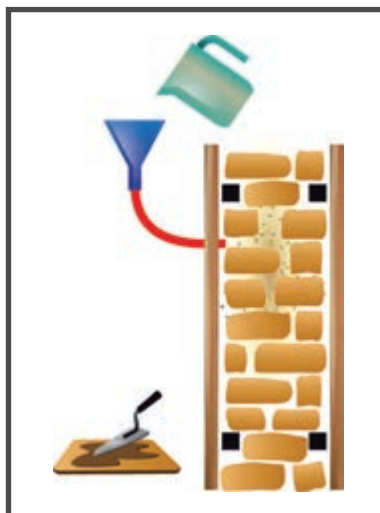
- Pour éviter l'effondrement du mur de la façade, commencer par l'étaieement des planchers et des poutres afin d'éliminer les charges exercées sur le mur.
- Encadrer et soutenir avec des planches parallèles solides, fixer les extrémités des planches au mur -avant la partie dégradée- avec des boulons (N°1).
- Ces planches permettent d'arrêter le gonflement et d'entamer les travaux de restauration.
- Alléger le gonflement en arrachant des pierres sous l'encadrement pour évacuer le mortier accumulé à la base du creux.
- Remettre les faces du mur au bon état (vertical) par l'intermédiaire de fixation des planches à l'aide des boulons (N°2 puis N°3), et si ne suffit pas on ajoute une planche en diagonale fixées par les boulons (N°1).
- Mettre les pierres de liaison ou d'association entre les deux faces pour lier et empêcher une nouvelle séparation. Il convient d'utiliser de longues pierres de la même épaisseur que le mur ou de couler des pièces en béton armé qui traverse l'épaisseur du mur de part en part. Dans ce cas les écarts entre les pierres seront comblés avec du plâtre pour éviter la fuite du béton à l'intérieur du mur. La fixation des pierres de liaison se fait par étapes afin de préserver la stabilité du mur. Ceci par la mise de deux pierres de liaison tous les 3m<sup>2</sup>, en laissant un intervalle de 80cm. Attendre une semaine pour creuser les emplacements des prochaines pierres. Après l'enlèvement du cadre de renforcement, le joint entre les pierres sera traité avec le mortier de chaux.



La fixation des planches sur le gonflement

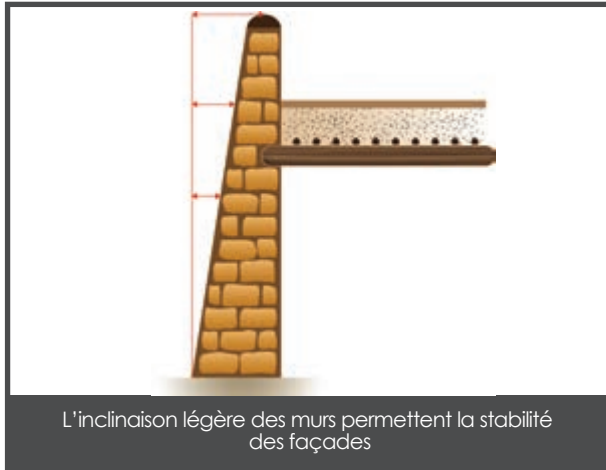


L'évacuation du mortier accumulé à l'intérieur du mur



Le remplissage des creux internes avec le mortier à l'aide d'un entonnoir

Pour éviter l'inclinaison des façades, on construit des murs légèrement inclinés vers l'intérieur, invisibles à l'œil nu, avec une diminution de l'épaisseur du mur de quelques millimètres par mètre de hauteur à condition que la face interne demeure verticale. Cette technique donne de la stabilité aux murs et les aide à résister aux charges verticales des planchers.



Dans le cas d'une petite inclinaison vers l'extérieur, soutenir les façades immédiatement, afin de stopper le danger par la réalisation des arcs traditionnels en pierres appuyés sur la façade et l'autre façade du voisin en face, d'une manière intégrée avec le cadre bâti.



Dans le cas d'une grande inclinaison, soutenir la façade inclinée par la façade opposée avec des troncs de palmiers, afin d'éviter l'effondrement et préparer le démantèlement progressif du mur de la façade, en commençant par le haut, et ce après avoir soutenu les toits. Ensuite on procédera à la reconstruction de la façade.



## La détérioration des pierres :

### Description du phénomène

Outre sa qualité climatique, la pierre se caractérise par sa rigidité et sa résistance, ce qui lui vaut d'être utilisée dans la réalisation des façades et dans les différents éléments constituant la structure des constructions.

Mais au fil du temps et sous l'influence de différents facteurs naturels, la pierre se dégrade et nécessite une maintenance périodique afin de sauvegarder les constructions.



### Les effets et les dégradations

En plus des charges de compression et l'humidité générée par les fuites ou la capillarité, la pierre est soumise aux agressions de l'érosion, du soleil, du vent, et de la pluie. Elle subit différentes lésions, notamment la cristallisation des sels, la détérioration de surface, les fissures et les cassures.

### Le traitement :

Pour réparer la détérioration des pierres, on doit :

- Déterminer les endroits détériorés et les délimiter avec soin en utilisant un marteau et un burin.
- Nettoyer l'endroit à l'aide d'une brosse dure et arroser avec de l'eau.
- Remplir le creux qui en résulte avec une première couche de mortier de chaux.
- Alléger les surcharges sur les murs de soutènement.
- Enlever le mortier des joints autour des pierres dures pour les extraire. Quant aux pierres détériorées, il convient de les casser entièrement ou partiellement selon le degré de leur détérioration. Il est conseillé de ne pas enlever plusieurs pierres d'une même rangée à la fois pour préserver la stabilité du mur.
- Choisir des pierres de même type pour le remplacement des pierres dégradées.
- Nettoyer et arroser la partie à reconstruire.
- Poser les nouvelles pierres en utilisant le mortier de chaux.
- Remplir les vides qui restent derrière les pierres par un mortier liquide à l'aide d'un entonnoir.



Réparation de la surface des pierres abîmées

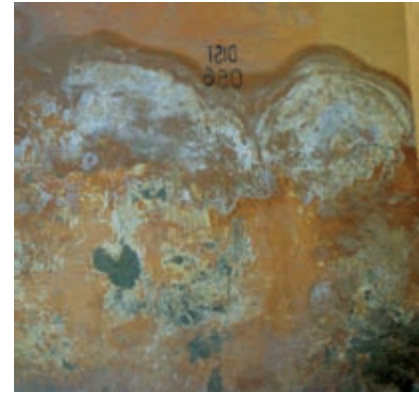


Remplacement total des pierres abîmées

## L'humidité :

### Description du phénomène

L'humidité apparaît sur les constructions suite à l'absorption par ces dernières de l'air humide contenu dans leur environnement. L'humidité provient de différentes sources et elle peut être maîtrisée par l'utilisation de différentes techniques selon chaque cas. La transmission de la vapeur à travers les murs des aires intérieures chaudes vers les aires extérieures humides, la condense et la métamorphose en eau en présence de la température adéquate pour sa saturation. Les eaux pluviales causent l'humidité des façades lorsqu'elles s'infiltrent dans les murs à travers les fissures ou les bordures effritées autour des chenaux et sur les acrotères des murs. Il est fréquent que l'humidité apparaisse à cause des fuites des espaces sanitaires et des canalisations en eau potable et des eaux usées. L'humidité causée par le phénomène de capillarité constitue le cas le plus fréquent.

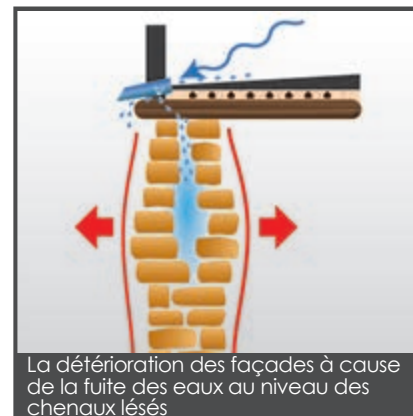


L'observation minutieuse des zones d'humidité, de ses formes et de ses conséquences sur la construction ainsi que son apparition saisonnière ou permanente facilite l'identification de ses origines et la détermination des solutions adéquates de lutte contre ce phénomène.

### Effets et dégâts

L'humidité a des impacts négatifs sur les constructions, car les espaces humides sont nocifs à la santé humaine. La gravité des lésions imputées à l'humidité dépend de son origine et de la durée pendant laquelle les constructions y sont exposées. Il y a l'humidité qui survient pendant la construction, à cause de l'eau utilisée dans le brassage, il s'agit là d'une humidité circonstancielle qui disparaîtra rapidement. Quant à l'humidité dense, qui apparaît sous forme de taches ou de traces de moisissures sur les murs, si elle n'est pas traitée dès son apparition, elle se propagera et causera aux structures des constructions de graves lésions, telles que gonflement des murs porteurs et détérioration du mortier et de la pierre ce qui réduit leur résistance et leurs caractéristiques mécaniques. L'humidité pourrait aussi être à l'origine de la cristallisation des sels sur les façades, conduisant à la détérioration et ensuite à l'érosion de la surface des matériaux. On notera aussi quelques cas spécifiques aux oasis, représentés par la formation de couches de parasites, et d'herbes qui plongent leurs racines au cœur des murs, provoquant leur déstabilisation.

Il est fréquent que l'humidité apparaisse sur les parties inférieures des façades à cause du phénomène de capillarité, et sur les parties supérieures à cause de la détérioration de l'étanchéité et des chenaux sous l'effet de la chute de pluies. Ceci, outre les fuites survenues et l'humidification des matériaux de construction à cause de l'humidité de l'air.



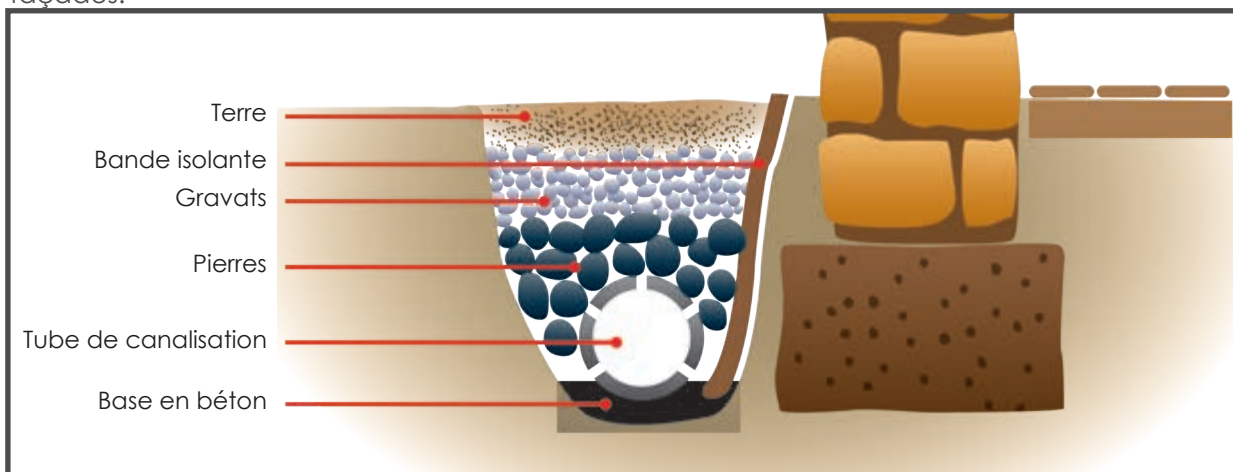
La détérioration des façades à cause de la fuite des eaux au niveau des chenaux lésés

## Traitement

### Le traitement de la capillarité

Pour se débarrasser de la remontée capillaire, il convient de réaliser le drainage des eaux profondes, en suivant les étapes suivantes :

- Creuser un fossé de 50cm le long de la façade de même profondeur que les fondations.
- Mettre un tube de canalisation perforé à une inclinaison adéquate pour acheminer l'eau loin de la construction.
- Combler le fossé avec de grandes pierres au-dessus du tube puis diminuer leurs dimensions en montant vers la surface jusqu'à en terminer ensuite avec des gravats durs et fins. Cela permet l'épuration des eaux et facilite leur écoulement dans le tube de canalisation.
- Donner au sol l'inclinaison adéquate pour évacuer les eaux de surface loin des bases des façades.



Il convient aussi d'utiliser des matières isolantes pour empêcher la remontée capillaire en sectionnant le mur horizontalement par tranches et en mettant des matières imperméables sous la largeur du mur (par ex. bitume, plastique, etc.)

Il existe d'autres méthodes moins utilisées telles que l'injection d'un enduit imperméable à l'humidité à l'intérieur du mur ou l'application de la méthode électrique.



Sectionner le mur horizontalement en étendant un film isolant pour empêcher la montée de l'humidité.

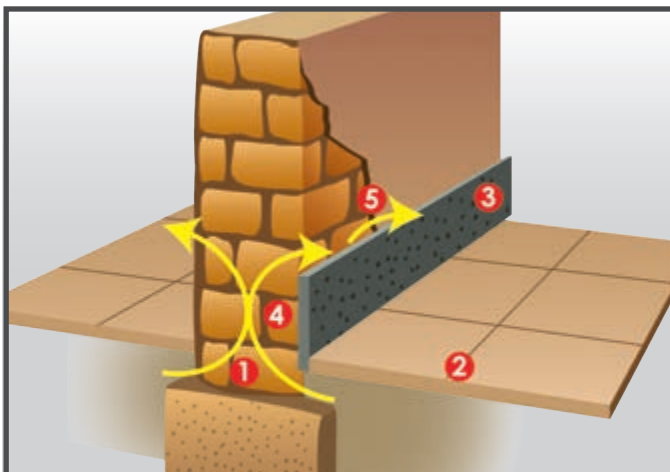
Il est possible de recourir à un nouveau revêtement des façades avec un mortier de chaux. C'est une matière perméable qui permet une aération naturelle et reçoit les différentes détériorations dues à la remontée capillaire, fuites et moisissures, etc., sur la couche de revêtement qu'on appelle aussi « couche sacrifiée ». Cette méthode est efficace si le revêtement est rénové après chaque détérioration.



Il faut faire attention à ne pas revêtir avec des matières imperméables, telles que le ciment qui ne tolère pas une aération naturelle des façades, au risque de favoriser une augmentation de l'humidité à l'intérieur du mur. Cette humidité ne s'évacuera qu'après avoir dépassé le revêtement imperméable conduisant ainsi à la détérioration des constituants du mur puis au détachement de la couche de revêtement sous forme de blocs.

Pendant le revêtement il faut suivre les démarches stipulées dans la maintenance périodique des façades : décapage, nettoyage, arrosage, etc.

Le renouvellement du revêtement peut être total ou partiel selon le degré de la détérioration.



- 1** La remontée capillaire de l'humidité.
- 2** Sol imperméable.
- 3** Revêtement imperméable.
- 4** La détérioration du mur derrière le revêtement imperméable.
- 5** L'évacuation de l'humidité suite au revêtement imperméable et la chute du revêtement sous forme de blocs.



## Réparation des joints entre les pierres

Dans le cas des façades en pierres vues (sans revêtement), l'humidité conduit à la dégradation du mortier. Pour la réparation des joints détériorés, on suit les étapes suivantes :

- Épurer les joints en utilisant des outils tels que la lame de scie pour les joints étroits ou le marteau et le burin pour les joints larges.
- Épurer les joints avec une brosse dure.
- Bien arroser les joints.
- Préparer un mortier de chaux en utilisant un sable fin pour les joints étroits et un sable moyen pour les joints larges.
- Remplir les joints en faisant gicler avec une truelle du mortier suffisamment liquide pour aller en profondeur et sans laisser de vide. On peut aussi utiliser le mortier moins liquide pour remplir les joints larges en rajoutant quelques petits morceaux de pierres pour économiser l'enduit et améliorer sa cohésion.
- Quand le mortier commence à sécher, nettoyer les bordures des pierres de l'excès de chaux à l'aide d'une brosse dure. Nettoyer les surfaces des pierres avec une éponge mouillée et régulièrement rincée.
- On peut aussi mettre en relief les pierres de la façade en creusant légèrement les joints.



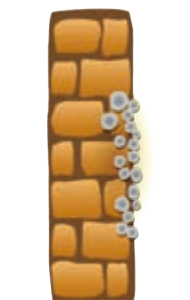
➤ Décapage et nettoyage des joints, arrosage ensuite remplissage et essuyage externes des pierres ➤



## Le traitement de la cristallisation des sels et l'évacuation des immondices

Lors du traitement de la cristallisation des sels et nettoyage on procède comme suit :

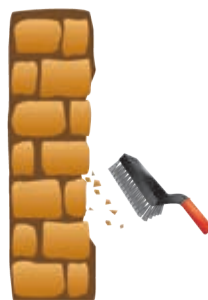
- La maîtrise préalable des sources d'humidité (la remontée capillaire, les fuites, etc.).
- Le nettoyage des sels sédimentaires sur la surface de la façade en la grattant à sec à l'aide d'une brosse dure. Ensuite nettoyer la terre de la poussière et des débris éparpillés pour éviter la fusion des sels et leur réapparition suite au phénomène de remontée capillaire.
- Le nettoyage des espaces dégradés avec une brosse dure, puis arrosage avec l'eau. Ceci en réduisant la quantité d'eau utilisée afin de ne pas permettre aux immondices et aux sels de fusionner et de s'éparpiller à nouveau sur la surface de la façade. Le nettoyage doit s'effectuer de bas en haut pour réduire l'absorption de l'eau par le mur.
- Changer les pierres dégradées et remplir les joints. Refaire le crépissage et chaulage de la façade.



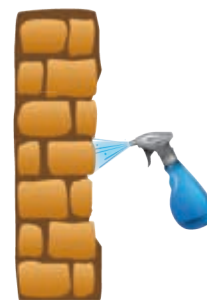
**Cristallisation des sels sur la surface**



**Formation de moisissures sur les façades**



**Nettoyer à l'aide d'une brosse dure**



**Arroser avec un peu d'eau**

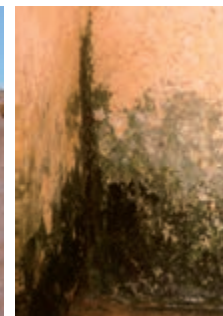


**Nouveau revêtement des façades**

Pour nettoyer les façades des immondices et parasites spécialement dans les régions humides et très polluées, il faut :

- Traiter l'humidité et lutter contre la pollution.
- Vaporiser la façade avec un pesticide et laisser agir le temps nécessaire selon le type du pesticide. Dans le cas d'un recours aux solvants chimiques il faut utiliser le produit adéquat et l'essayer dans un endroit non apparent pour s'assurer de son efficacité, car toute erreur dans le choix pourrait détériorer la peinture et le revêtement de la façade et conduire à la détérioration de la pierre.
- Gratter à l'aide d'une brosse adéquate selon le type de façade.

Nettoyer les endroits sales après lavage avec des solvants chimiques.



## Traitement des végétations sur les façades

Après la détermination des causes de l'humidité et leur élimination, on procède à l'élimination des végétations avec l'une de ces deux méthodes :

- Arrachement des herbes et des plantes. Cette action peut provoquer la lésion de la façade en arrachant avec les plantes des parties importantes du revêtement et du joint. Elles risquent cependant de repousser si l'humidité a pénétré profondément le mur.
- Asperger les herbes avec un pesticide en laissant agir le temps nécessaire, jusqu'à ce qu'elles meurent, sèchent ou s'affaiblissent pour les arracher sans risque pour le revêtement des joints. Quant aux grandes plantes, il faut couper leur tronc et injecter dessus un pesticide chimique qui tue les racines étendues au fond du mur. On peut ensuite laisser les racines sur place ou arracher quelques pierres pour les extraire du mur. Ensuite reconstruire ce qui a été détérioré et remplir le creux provoqué avec le mortier de chaux en utilisant un entonnoir.



Dans le cas des palmes et des branches d'arbres dont la friction avec les façades provoque la chute du revêtement, il faudra les couper puis renouveler le revêtement des parties détériorées.



## Ouvertures

---

### Description du phénomène

Les portes et les fenêtres traditionnelles ont été réalisées en troncs de palmier. Des planches et des troncs d'arbres sont rajoutés rarement. Le fer est utilisé dans les éléments métalliques des portes et des fenêtres, telles que les clous, les serrures, les poignées des portes, les chaînes, etc. Les coins des ouvertures consacrées aux portes et fenêtres sont construits en pierre et plafonnés par des linteaux en bois ou en pierre afin de supporter le poids des murs. Les seuils devant les portes sont construits pour protéger les espaces internes des courants d'air et des reptiles. Au fil du temps les ouvertures sont atteintes de plusieurs détériorations ; celles qui touchent le bois et éléments métalliques et celles qui attaquent la structure.

### Effets et dégâts

Quelques problèmes de réalisation affecteront l'état des ouvertures, à savoir le tassement différentiel des fondations, la rupture des linteaux en bois ou en pierre au-dessus des ouvertures. Par conséquent, le mouvement des portes et des fenêtres sera bloqué ou entravé. L'exposition de longue durée et sans protection à l'humidité et aux conditions climatiques externes rouille les parties métalliques et dégrade le bois, et permet leur infection par les insectes.



## Traitement

Les portes et fenêtres en bois doivent être entretenues pour les préserver de toute usure et ne devront être remplacées que si elles deviennent complètement inutilisables. Avant toute intervention sur les portes et les fenêtres, traiter les sources des problèmes, à savoir le renforcement des fondations ou le remplacement de linteaux rompus et la réparation des fissures. L'élimination de sources d'humidité reste la démarche la plus importante pour assurer une bonne préservation du bois.

En cas d'infection du bois par des insectes et des champignons, il faut :

- Eliminer les sources d'humidité.
- Eliminer les parties dégradées des boiseries jusqu'à la couche intacte et la nettoyer.
- Asperger les zones affectées avec le pesticide adéquat
- Peindre le bois avec des peintures de protection pour améliorer sa résistance aux champignons et aux insectes.



La détérioration des éléments métalliques ou leur cassure définitive provoque la rupture des éléments constituant les portes et les fenêtres ou limite leur mouvement. Toutefois, leur remplacement par des éléments modernes risque de ne pas s'harmoniser avec les éléments d'origine de par les matériaux, les couleurs, les formes ou les détails. Pour leur donner la forme d'origine, elles doivent souvent être façonnées par des artisans.

En cas de rupture des linteaux au-dessus des ouvertures il faut :

- Soutenir l'ossature de la construction pour alléger la charge sur les linteaux.
- Renforcer le linteau rompu.
- Supprimer les surcharges exercées sur le linteau.
- Démontér le mur détérioré et quelques rangés au-dessus.
- Remplacer le linteau en pierre ou en bois, tout en prenant en considération les descentes des charges descendantes dans le sens des pierres ou des fibres de bois.
- Reconstruire les rangées de pierre détériorées. Il est plus indiqué de réaliser un arc au-dessus du linteau pour améliorer la distribution des charges vers les côtés ensuite vers les fondations.
- Démontér le renforcement au-dessus du linteau.



## Murs de clôture

---

### Description du phénomène

Les cours des résidences d'été dans les oasis sont généralement entourées par des murs en pierre ou en argile revêtus en mortier de chaux. Les murs de clôture sont moins protégés car ils sont exposés aux facteurs naturels sur leurs deux faces contrairement aux autres murs d'habitation qui sont mieux protégés. Les murs de clôture supportent également les effets de la végétation (branches d'arbres, racines, eaux d'irrigation, etc.).



### Effets et dégâts

Les murs de clôture subissent plusieurs facteurs de dégradation, que ce soit au niveau de la structure des murs, sommet ou aux soubassements, à cause de la vétusté de la construction, des changements climatiques, de la végétation qui plongent leurs racines entre les joints. Quelques insectes trouvent aussi refuge à l'intérieur des murs. Les infiltrations des eaux de pluies, spécialement au niveau des sommets, génèrent aussi des fissurations et dégradation des revêtements et des constituants du mur (pierre, joint, etc.) La friction ajoutée au mouvement des branches qui touchent les murs, provoquent l'érosion et le décapage du revêtement.

L'exposition des murs de clôture au soleil et aux vents sur leurs deux faces favorise l'assèchement de l'humidité provenant des eaux d'irrigation. Elles sont également exposées à la forte poussée exercée par les racines des arbres qui traversent les fondations, menaçant leur stabilité. Les travaux de raccordement près des murs de clôture pour passer les canalisations vers la rue constituent aussi une menace pour leur stabilité.

Les détériorations survenues sur les sommets et les bases affectent la structure centrale du mur et causent des fissurations et des effondrements.

## Traitement

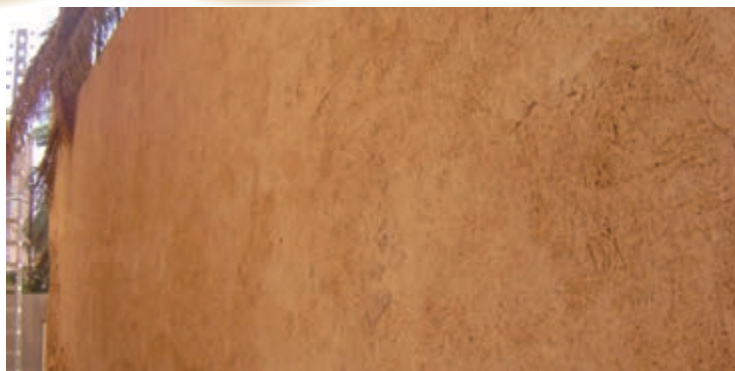
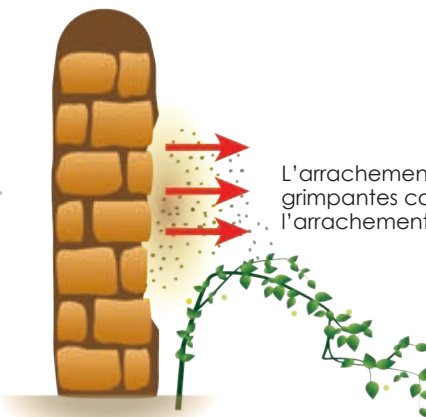
La préservation des murs de clôture nécessite un contrôle périodique pour réparer toutes les dégradations dès leur apparition avant qu'elles ne se propagent. Pour cela, il faut:

- Protéger les sommets des murs contre les eaux pluviales et les variations climatiques en traitant les fissures apparues sur la couche de protection ou en renouvelant ces dernières en respectant l'inclinaison.
- Protéger les murs de clôture des frictions en élaguant les branches qui les touchent.
- Eloigner les arbres dont les racines exercent une poussée sur les fondations.
- Empêcher l'installation de plantes grimpantes à côté des murs, qui après extraction provoquent l'arrachement du revêtement.
- Comblers les joints entre les pierres pour protéger les murs de clôture des infiltrations des eaux de pluies et de la reproduction des insectes qui creusent des refuges à l'intérieur des murs.
- Renouveler le revêtement détérioré avec les mêmes caractéristiques que le mortier déjà utilisé et éviter l'utilisation du mortier en ciment qui ne tolère pas une aération naturelle des murs, et conduit à l'affaiblissement de leur résistance et au détachement graduel du revêtement en ciment puis sa chute.

Les plantes épineuses enfoncent leurs épines dans le revêtement des façades



L'arrachement des plantes grimpantes conduit à l'arrachement du revêtement



## Bibliographie

- Les projets de restauration de l'Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab.
- Manuel de la maintenance et de la réhabilitation de la construction syrienne et libanaise - Corpus Lovant
- L'expérience locale des artisans (Al Maâlim)
- Réhabilitation, art de bâtir traditionnel « connaissances et techniques », Jean COIGNET.
- Entretien sa maison en 10 leçons, Bruno DUQUOC.
- Maçonnerie de pierre, Jean COIGNET et Laurent COIGNET.

### Elaboration et coordination

**BABANEDJAR Younes** - Architecte - Directeur de l'Office de Protection et de Promotion de la Vallée de M'zab

**MOUSSELMAL Bahmed** - Architecte

### Conception de la matière scientifique

**LALLOUT Bahmed** - Architecte

### Dessins

**HAMMOU ABDALLAH Baelhadj** - Architecte





## **Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab**

Depuis sa création en 1970 sous l'appellation de « l'Atelier des études et de restauration de la Vallée du M'Zab », et après sa promotion en 1992 en « Office de Protection et de Promotion de la Vallée du M'Zab », cette institution a travaillé et continue de travailler sous la tutelle du Ministère de la Culture, pour informer et sensibiliser l'environnement sur la nécessité de participer à la préservation de ce patrimoine de la civilisation, qui constitue un élément fondamental du développement durable. L'OPVM tente sans relâche de rapprocher le citoyen à ce patrimoine, en dévoilant ses secrets, faire prendre conscience de son importance, le faire connaître. Œuvrer ensuite pour sa préservation à travers les multiples opérations de restauration, veiller à sa valorisation et en tirer profit conformément aux textes de lois promulgués à cet effet.

**32, rue de Palestine, Ghardaïa, Algérie**

**Tél : +213 29 88 44 54**

**Fax : +213 29 88 25 48**

**E-mail : [opvm@m-culture.gov.dz](mailto:opvm@m-culture.gov.dz)**

**[www.opvm.dz](http://www.opvm.dz)**