

Le ravalement

Guide technique, réglementaire et juridique

François Virolleaud
Maurice Laurent

RÉFÉRENCE
TECHNIQUE

EDITIONS

LE MONITEUR

3^e édition

+ de 300 illustrations

Sommaire

Sigles et abréviations.....	9
Normes DTU en vigueur	13
Préface	15
Un guide pour les ravaleurs et les ravalés	17

Partie 1	Propreté des façades	19
-----------------	-----------------------------------	-----------

1	Une logique urbaine	21
2	Réglementation et procédures administratives	47
3	Aspects juridiques et économiques	71
4	Financement et fiscalité	89

Partie 2	Pathologie des façades	105
-----------------	-------------------------------------	------------

5	Encrassement et vieillissement des façades	107
6	Fonctionnalités des façades et pathologie des parements	167

Partie 3	Ravalement des façades	277
-----------------	-------------------------------------	------------

7	Techniques de ravalement	279
8	Mise en œuvre du ravalement	359
9	Isolation thermique par l'extérieur	453

Partie 4	Projet de ravalement	481
-----------------	-----------------------------------	------------

10	Organisation du projet en copropriété	483
11	Organisation du chantier	541
12	Échafaudages et installation de chantier	561

Partie 5	Annexes	593
A1	Carnet de ravalement	595
A2	Formulaires administratifs	607
A3	Références réglementaires thématiques	609
	Bibliographie	611
	Index	613
	Table des matières	623

5.3 Mécanisme d'encrassement des façades

Une façade en milieu urbain fonce d'un ton ou d'un demi-ton par an, du fait de la crasse qui s'y dépose. Ce n'est pas forcément l'encrassement qui rend une façade inesthétique, mais l'irrégularité de cet encrassement. Lorsque la gestion des ruissellements d'eau a été bien prévue dès sa conception, une façade, même très sale, peut présenter une teinte homogène qui ne choque pas et passera pour une patine qui s'assombrira chaque année (photo 5.21).



Photo 5.21. Façade homogène enduite au crépis tyrolien

Sur les façades bien conçues, l'encrassement se dépose uniformément.

EXEMPLE

Noël 1999 sur les Champs-Élysées

Les décorations de la célèbre avenue parisienne, devenues inesthétiques, sont retirées avant Noël pour cause de pollution. Trois semaines ont suffi pour noircir la fine gaze qui recouvrait les arbres de la célèbre avenue ! Après analyse, la teinte noirâtre s'est avérée due à une composition de calcaire, de soufre et de poussières inférieure à un millième de millimètre.

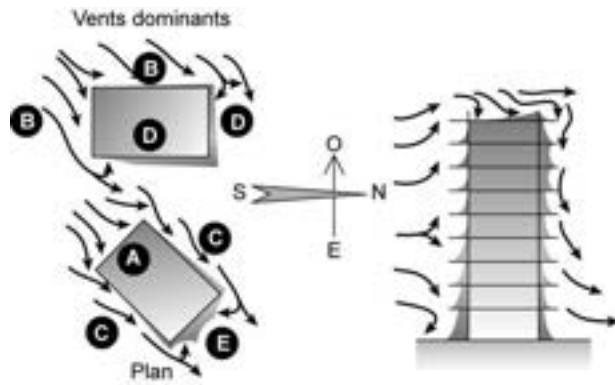
Ce qui paraît disgracieux et attire l'attention, ce sont les coulures, les moustaches, les traces des ruissellements préférentiels, les parties lavées blanches jouxtant les parties non lavées noires, ainsi que les traces noires sous les dessous de toit, des appuis de fenêtres, des corniches et des bandeaux et sur toutes les parties de la façade qui ne sont pas exposées aux pluies, où la saleté s'accumule.

Pour comprendre le processus d'encrassement, il faut savoir que les particules fines et les particules solides présentes dans l'atmosphère sont véhiculées et fixées sur les façades par l'eau de pluie. Cette transformation est réalisée à travers un mécanisme complexe où interviennent la gravité, l'attraction moléculaire et électrostatique, et la capillarité (fig. 5.6).

L'importance de l'encrassement est variable suivant :

- le degré de pollution ;
- l'exposition de la façade et ses rapports avec la pluie et les vents dominants ;
- la nature des matériaux ;
- la modénature originelle et sa détérioration au fil du temps.

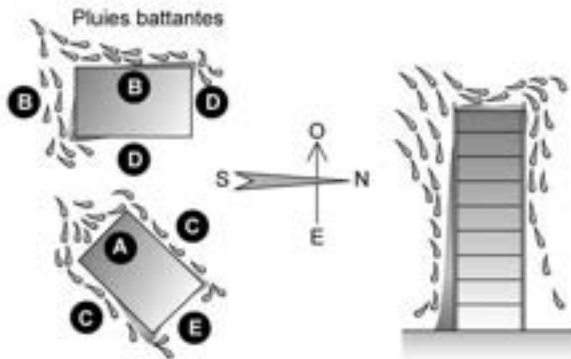
En général, une construction traditionnelle, prévue pour une durée de vie convenable d'une génération sans travaux, doit comporter un débord de toiture, des bandeaux de protection aux planchers, des couronnements de murs sous forme de corniches ou de chaperon, et des protections contre le rejaillissement au niveau du sol. Si le ravaleur constate que l'absence de ces éléments est à l'origine d'encrassements chroniques, il doit les créer, afin de pérenniser le mieux possible son ouvrage en attendant le prochain ravalement. Corriger les mauvaises dispositions à l'origine de la conception de l'ouvrage constitue un point important du projet de ravalement.



Empoussièrément en fonction du vent

Empoussièrément d'un bâtiment suivant les vents dominants de l'orientation des façades :

- A. Entièrement dépoussiéré
- B. Moyennement dépoussiéré
- C. Faiblement dépoussiéré
- D. Fortement empoussiéré
- E. Jamais dépoussiéré

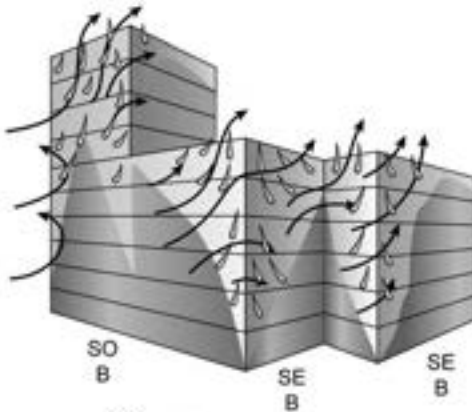


Salissures en fonction de la pluie

Lavage des façades suivant l'exposition aux pluies battantes

Le ruissellement descendant charrie et accumule les poussières en partie basse des façades exposées aux pluies battantes.

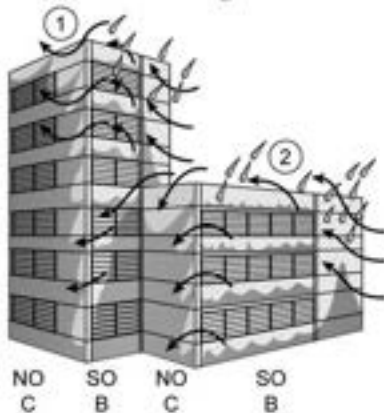
- A. Fortement lavé
- B. Moyennement lavé
- C. Faiblement lavé
- D. Lavé occasionnellement
- E. Jamais lavé



Ruissellement et transport des salissures

Effets cumulés de l'empoussièrément et du lavage des façades suivant l'exposition

Le ruissellement descendant se concentre sur les angles.



Dépôt des salissures en fonction de l'orientation

Parement B orienté SO – Très bien lavé : fixation des poussières en partie basse.

Parement C orienté NO – Faiblement lavé.

Transport et fixation des trainées de poussières sur l'angle NO par effet de tourbillon.

L'avancée SO du bâtiment bas (2) forme écran, il n'y a plus de lavage au pied de la façade du bâtiment (1).

Fig. 5.6. Prévention des salissures et des coulures

(source : Betocib, *Prescriptions techniques des bétons apparents de ciment blanc*, 1980)

Dès la conception d'un projet, le problème de l'encrassement futur de l'édifice peut être pris en compte.

Ruissellement à fort débit

La pluie dévale à grande vitesse le parement par des passages obligés, ce qui produit des jets d'eau parfois très violents. Le mur et les salissures qui s'y sont déposées subissent d'abord l'action mécanique de l'eau qui peut faire gonfler la croûte et diminuer son adhérence, la ramollir et ainsi la préparer à être charriée par les futurs courants d'eau.

Malheureusement, cette action de lavage intensif reste localisée aux points de passages préférentiels de la pluie, accusant sur la façade des coulées propres qui sont un peu le négatif de celles observées lors de l'étude sur l'encrassement. Des moustaches apparaissent ainsi en clair parfois au coin des appuis de fenêtre. Ces coulures sont d'autant plus voyantes et disgracieuses que la façade est sale.

Les bords de ces coulées sont propices à la formation d'auréoles. Ainsi en est-il de la face inférieure des saillies de façade aux franges desquelles l'eau se rassemble avant de goutter des embrasures en surplomb, des extrémités inférieures des bandeaux ou des sous-faces en saillie des dalles.

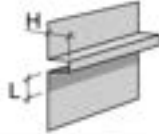
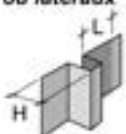
RECOMMANDATION

Attention aux soubassements

Le lavage intensif et continu des parements peut se révéler extrêmement destructeur. Jadis, les parties communes des immeubles (passages, voûtes, halls) étaient nettoyées au lave-pont et à la brosse en chiendent. Depuis quelques décennies, dans un souci d'efficacité, le lavage systématique et prolongé au jet d'eau puissant sous pression s'est installé. Cette façon de faire est à l'origine du pourrissement de nombreux soubassements d'immeubles, en particulier en pierre, et de dommages collatéraux : voûtes d'escalier disjointes et affaissées, gels, éclatements, salpêtrages, salissures et écaillages divers. Le nettoyage au jet d'eau puissant sous pression doit être énergiquement combattu.

5.3.2 Rôle du vent

L'air véhicule les poussières et les fumées. Son action est variable suivant sa vitesse et le degré de pollution. Chaque élément de construction qui fait obstacle au vent et à la pluie génère une zone d'encrassement dans la partie qu'il dérober à leur action. C'est le phénomène de masque (tab. 5.2 et fig. 5.7).

	Rapport L/H							
	Masques verticaux				Masques horizontaux ou latéraux			
								
Niveaux	Rdc	1 à 2	3 à 5	5	Rdc	1 à 2	3 à 5	5
Exposition B	1 à 5	Négligeable			Négligeable			
Exposition C	15 à 20	10 à 20	5 à 10	1 à 5	1 à 5	Négligeable		
Exposition D	25 à 30	20 à 25	10 à 20	5 à 10	5 à 10	1 à 5		

Tab. 5.2. Largeur du masque en fonction de la hauteur du relief

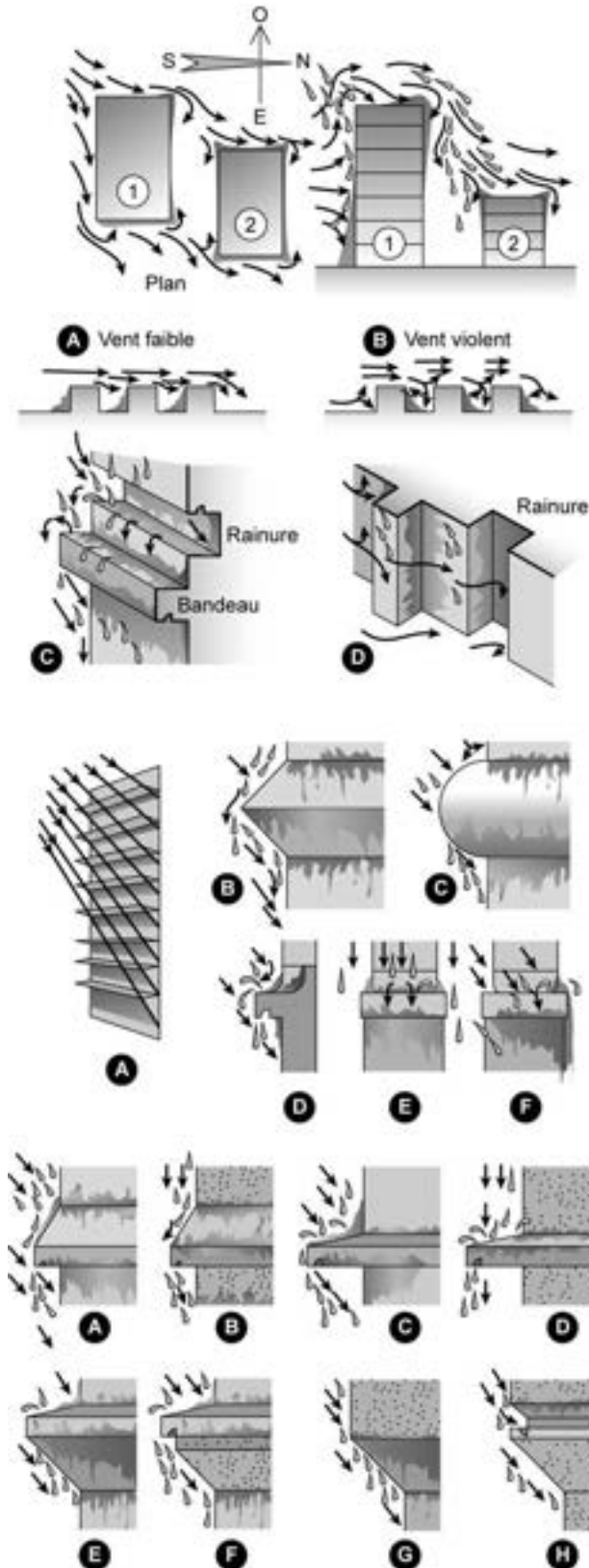
(source : Carrié [Claude] et Morel [Daniel], *Salissures de façades*, Eyrolles, 1975)

La proportion de la largeur du masque par rapport au relief varie selon l'exposition : les classes d'exposition sont données pour une orientation à Paris sud à ouest (B, façades bien lavées), sud à sud-est et ouest à nord (C, façades peu lavées) et nord à sud-est (D, façades mal lavées).

5.3.2.1 Vent faible

Lorsque la pollution est élevée, si la présence de suies et de poussières est importante, mais que la vitesse du vent est faible et que les façades concernées sont à l'abri de la pluie, les éléments polluants solides se déposent plus ou moins rapidement et se fixent sur toutes les surfaces, sauf dans les zones inaccessibles. Ce sont les effets de masque par rapport au vent.

Ces phénomènes dus à l'action du vent se démarquent par rapport à l'action de la pluie. Les exemples de cette action sont les parties propres sous les bandeaux, appuis et balcons, ainsi que les dessins des lames de volets en négatif sur les murs, produits par le passage de la poussière entre les lames (photos 5.25 à 5.27).



Influence d'un bâtiment faisant écran

Le bâtiment (1) fait écran sur le bâtiment (2) et perturbe le lavage des façades du (2).
Les salissures se fixent à proximité des angles par trainées.

Dépôt des salissures en fonction du relief

A. Par vent faible, les poussières se déposent face au vent.
B. Par vent violent, les turbulences déplacent les poussières à l'abri du vent.
C. Les rainures et bandeaux horizontaux régularisent les ruissellements. L'empoussièrement accuse l'effet d'ombre pour les parements bien lavés.
D. Les nervures et les rainures verticales canalisent le ruissellement. L'effet d'ombre est accusé pour les parements lavés latéralement.

Influence positive ou négative de la forme et de la position d'un relief

A. Pour les façades bien ou moyennement lavées, le phénomène de visière (ombre portée) diminue des étages bas vers les étages hauts.
B. Les poussières déposées sur la face inclinée supérieure sont entraînées par les lavages de pluie battante qui encrassent la surface et fixent les salissures à la rencontre avec le parement vertical.
C. Le bandeau en saillie courbe définit une ombre portée de salissures correspondant à son ombre propre.
D. Ombre portée par un appui de baie discontinu.
E. Moustaches par pluie verticale.
F. Moustaches dissymétriques par pluie oblique.

Influence de l'orientation du parement sur les salissures positives ou négatives d'un relief

A. C. Les parements orientés O-SO/S-SE bien ou moyennement lavés ne doivent pas comporter de bandeaux ou corniches trop saillants qui provoquent un phénomène de visière et d'ombre portée.
B. D. Les parements orientés NO-N/NE-E peu lavés occasionnellement doivent comporter des bandeaux ou corniches saillants qui protègent un empoussièrement régulier de parements verticaux.
E. F. Un larmier arrête le ruissellement déposant les salissures sur les parements inclinés.
G. H. Une rigole entaillée récupère les ruissellements, évitant le dépôt des salissures en sous-face de la saillie, qui conserve un empoussièrement régulier.

Fig. 5.7. Phénomènes de masque

(source : Betocib, *Prescriptions techniques des bétons apparents de ciment blanc*, 1980)

6.11.2.10 Supports

Les supports sont repris du DTU de 1990, à l'exclusion des panneaux en fibraglo et des supports en terre crue (adobe, pisé, torchis). Le document définit des classes de supports selon la résistance à l'arrachement des éléments de maçonnerie à enduire et balise les limites d'emploi. La norme NF DTU 26.1 introduit le principe de compatibilité : à chaque classe de résistance des supports correspondent des enduits monocouches ou multicouches définis.

REMARQUE

Brique silicocalcaire

La brique silicocalcaire n'est pas répertoriée dans les supports, bien qu'elle constitue le parement des façades arrière du patrimoine haussmannien et d'une grande partie du parc des immeubles du début du ^{xx}e siècle. Il est vrai que cette brique est rarement enduite.

6.11.3 Pathologie générale des enduits

Dans son annexe A (informative), « Comportement des enduits minéraux », la norme NF DTU 26.1 P1-2 d'avril 2008 donne des bases de diagnostic pour les enduits visés dans son domaine d'application (fig. 6.35). Dans leur grande majorité, les enduits à base de liants hydrauliques et/ou aériens d'imperméabilisation assurent également la fonction décorative. La plupart des problèmes rencontrés sur ces enduits sont liés à l'aspect et n'ont par ailleurs aucune incidence sur les caractéristiques physiques concernant la durabilité de l'enduit.

6.11.3.1 Nuançage

Ce terme désigne des variations de couleur ou d'aspect sur une même façade. Sensible surtout sur les enduits laissés bruts de projection ou talochés, ce phénomène est essentiellement dû à deux causes :

- la préparation du mélange : de légères variations dans la quantité d'eau de gâchage et dans le mode de préparation du mélange (dosages irréguliers sur chantier, nombre de sacs introduits dans le malaxeur, temps de malaxage) provoquent des variations de couleur et de texture. C'est pourquoi il est nécessaire de toujours gâcher le mortier dans les mêmes conditions. De plus, l'utilisation d'adjuvant, dosé sur le chantier, peut modifier légèrement la teinte finale de l'enduit ;
- l'application : réalisée en projection à l'aide d'une pompe à mortier, la pression d'air utilisée ainsi que l'angle de projection et la distance de la buse de projection au mur déterminent la texture du grain obtenu en finition. Un excès de pression d'air à la buse de projection peut entraîner des poches d'air dans le mortier frais qui se traduiront par du bullage (cratères) dans l'enduit durci. Les reprises de projection aux différents niveaux de l'échafaudage peuvent provoquer des nuançages. Un fractionnement des surfaces à enduire permet de les éviter.

En finition grattée, des nuances peuvent être liées à des différences d'épaisseur d'application, soit avant grattage à la suite d'un mauvais dressage de l'enduit, soit du fait d'irrégularités du support. En finition talochée, les nuances d'aspect et/ou de couleur sont directement liées :

- au talochage plus ou moins uniforme ;
- à l'épaisseur de la couche qui peut être irrégulière ;
- à une humification insuffisante de la sous-couche ;
- à l'absorption variable du support.

RECOMMANDATION

Monocouches en deux couches

Pour les enduits monocouches, il est toujours recommandé d'appliquer l'enduit décoratif en deux passes, en particulier sur les maçonneries hétérogènes aux surfaces irrégulières.

En cas d'arrêt de l'application, des différences de teinte peuvent également résulter de conditions différentes de prise de l'enduit (température, humidité). Ce phénomène est d'autant plus prononcé que la teinte de l'enduit est plus soutenue et qu'elle a tendance à s'atténuer avec le vieillissement de l'enduit.

6.11.3.2 Spectres

Le terme de « spectre » ou de « fantôme » désigne généralement la réapparition des joints de la maçonnerie au travers de l'enduit. Ce phénomène peut être permanent ou visible uniquement lorsque l'enduit est mouillé. Il provient du fait que, après application, l'enduit ne tire pas uniformément en partie courante et au niveau du joint, ce qui est dû :

- soit à une différence d'épaisseur (joints en creux, mal bourrés ou en surépaisseur) ;
- soit à une absorption différentielle du support avant prise de l'enduit, la porosité des éléments de maçonnerie et celle du mortier de joint étant différentes (en particulier pour des joints réalisés avec des mortiers mal dosés ou trop poreux).

Il peut en résulter un phénomène de fluage de l'enduit après réglage de la première passe ; cette variation d'épaisseur reste ainsi visible après application du grain, qui recouvre uniformément l'ensemble de la surface. Il peut en résulter aussi une vitesse de prise différente, qui provoque une différence de teinte et éventuellement une modification des caractéristiques de l'enduit. Ces phénomènes sont d'autant plus prononcés que les joints de maçonnerie sont plus épais et que l'épaisseur de l'enduit est plus faible.

Les risques d'apparition de spectres des éléments de maçonnerie sont réduits par une réalisation de l'enduit multicouche en respectant les délais de durcissement de chaque couche ou par l'application systématique de l'enduit monocouche en deux passes. Dans tous les cas, les épaisseurs minimales d'application sur maçonnerie courante ou soignée doivent être respectées.

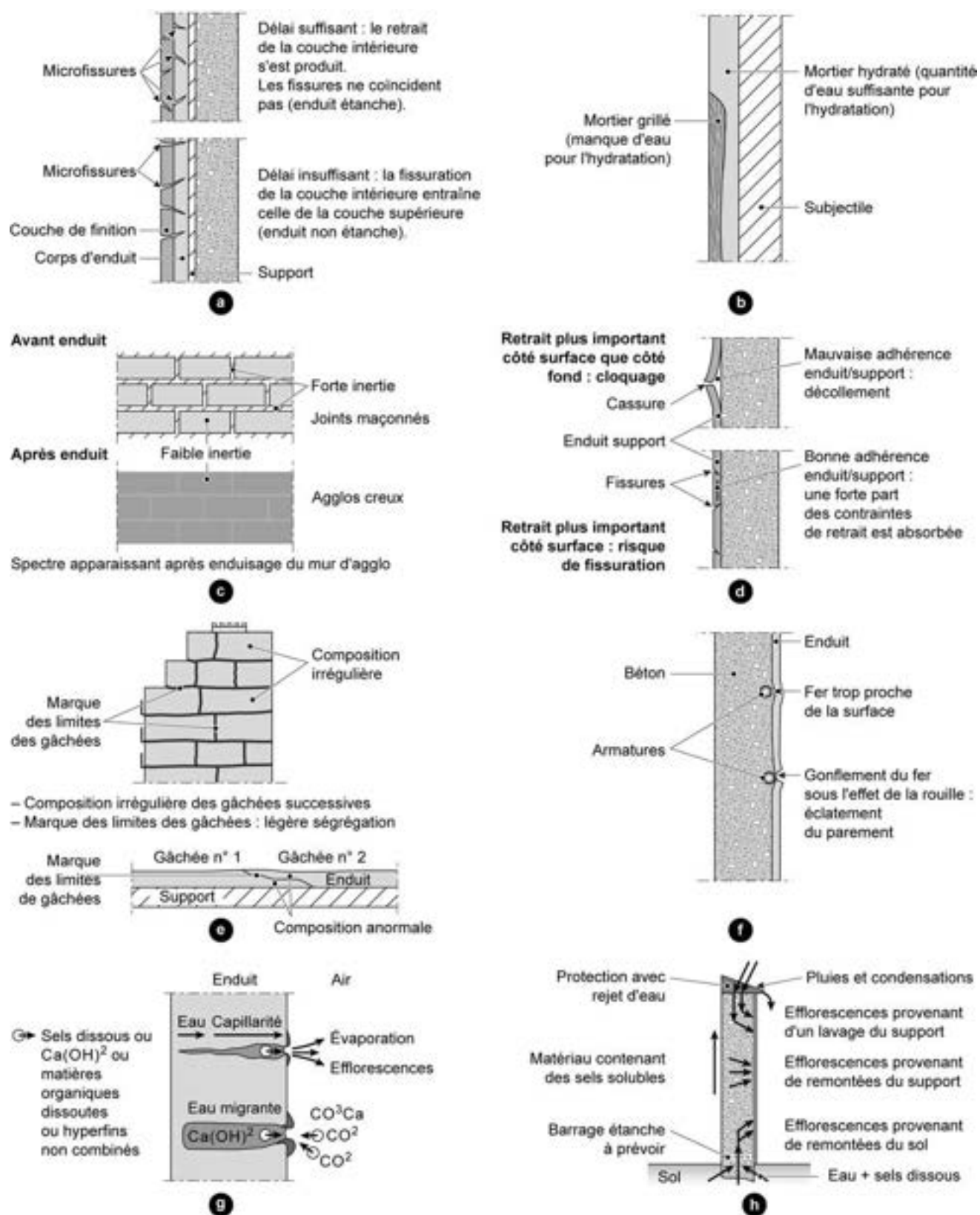


Fig. 6.35. Principaux désordres les plus courants

Techniques de ravalement

7.1 Définitions et règles de l'art

La technique du ravalement a commencé à changer lorsque l'entretien des façades a été envisagé non plus sous l'angle unique de la mise en propreté, mais en incluant la notion de pérennité du bâti. Insensiblement, au fur et à mesure que la maîtrise technique s'élaborait, que la réglementation des villes se structurait et que les campagnes de ravalement se multipliaient dans les villes et les villages de France, une réflexion beaucoup plus globale sur l'entretien des façades a alors été menée. L'aboutissement ultime de cette réflexion débouche aujourd'hui sur la mise en avant des systèmes d'isolation par l'extérieur (ITE).

Cette évolution a eu pour conséquence d'éveiller chez les usagers un goût pour l'entretien qui était resté en jachère jusqu'à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Compte tenu de l'investissement consenti et de l'opportunité de la présence d'un échafaudage sur la façade, il a semblé naturel de traiter non seulement l'encrassement, mais aussi le vieillissement des matériaux qui composent la façade, puis d'essayer de gérer l'ensemble des problèmes qui, de près ou de loin, participent à son bon fonctionnement. Les textes officiels donnent ainsi aux élus locaux – notamment du point de vue du développement durable – les moyens d'imposer leur vision du ravalement (voir chapitres 2 et 3), tout en enrichissant considérablement la boîte à outils des gestionnaires.

Le PLU, dont la vocation est de réguler l'usage du droit des sols et de préciser les règles du jeu de l'aménagement de l'espace, donne toute latitude aux communes d'imposer des mesures de protection architecturale. L'article 11 du PLU, notamment, définit pour chaque zone l'emploi des matériaux et des teintes à respecter pour conserver l'unité d'un ensemble bâti, ou le caractère régional et traditionnel d'une zone. Cet article émet parfois un avis sur l'utilisation de certaines techniques.

Les opérations programmées pour l'amélioration de l'habitat (Opah) d'un secteur sauvegardé donnent la possibilité de mettre en place des moyens financiers d'aide publique et d'accompagnement pour favoriser la réalisation des travaux et les encadrer par un cahier des charges.

Le ravalement est progressivement devenu un acteur privilégié et original de l'aménagement. En partant du traitement attentif du détail et du particulier, le ravalement parvient, par addition de petites tâches et de chantiers juxtaposés, à produire une action globale et à modeler ainsi le paysage des villes. Cette démarche va à l'inverse de celle de l'urbanisme, qui part du général pour améliorer l'espace de vie de chacun.

L'ampleur du mouvement en France a également mis en évidence que l'addition de ces petites interventions constituait un moteur d'activité et de développement essentiel pour les PME locales. Encore fallait-il pouvoir répondre techniquement à la pérennité des ouvrages : si la périodicité légale affichée est en effet de 10 ans, elle est en revanche estimée en moyenne entre 20 à 25 ans dans les villes. Aujourd'hui, il est possible d'affirmer que, dans son ensemble, la réponse apportée a été positive. Les techniques de ravalement pour le nettoyage, la réparation, la peinture, l'imperméabilité, la protection et l'isolation par l'extérieur ont ainsi progressé en qualité et en fiabilité. En outre, les DTU sont de plus en plus exigeants ; ils ont tous été revisités au cours des 10 dernières années en intégrant les expériences acquises sur le terrain.

Même si le vieillissement et l'encrassement représentent une finalité inéluctable, il est certain que les décrépitudes d'antan seront de moins en moins fréquentes (sauf causes particulières de type sinistres, catastrophes naturelles, terrorisme...) si les règles de l'art sont appliquées strictement, si de bons produits sont utilisés, et enfin si un soin particulier est porté à l'entretien du bien livré.

TEXTE OFFICIEL

Le DTU historique de 1959

Le DTU 81.2 d'octobre 1959, intitulé « Cahier des charges applicable aux travaux de ravalement-peinture » (photo 7.1), donnait dans son introduction cette définition : « On nomme généralement ravalement les travaux d'entretien des façades d'immeubles et constructions diverses et des parties communes.

Il convient de prévoir, avant toute intervention du peintre, la remise en état de toutes les parties de l'immeuble à ravalier, c'est-à-dire :

– tous les éléments de construction susceptibles de salir ou user les subjectiles, toitures, chéneaux, descentes d'eau, corniches, bandeaux,

souches, dispositifs d'évacuation de fumées, recouvrements métalliques, etc. ;

– les subjectiles proprement dits : pierre de taille, maçonneries, enduits, menuiseries en bois, menuiseries métalliques, vitrerie, miroiterie, ferronnerie, serrureries, etc. »

Ce DTU historique, aujourd'hui obsolète, n'a plus de valeur juridique et ne peut donc plus être utilisé dans le cadre d'une expertise. Il convient toutefois de rendre hommage à ce texte liminaire dans lequel tout, ou presque, était déjà dit.



Photo 7.1. Le DTU de 1959

7.1.1 Trois conceptions du ravalement

En fonction de cette évolution, une approche plus exhaustive que celle décrite dans le DTU 81.2 de 1959 peut être envisagée. Le ravalement reste aujourd'hui une opération éphémère qui vise à remettre en état une façade pour un temps déterminé, en fonction des possibilités économiques de son propriétaire (propriétaire unique ou syndicat de copropriété). En cela, cette opération se différencie de la restauration, opération lourde visant à restituer la façade dans son état d'origine. En résumé, le ravalement répare, tandis que la restauration fait du neuf. Par rapport à 1959, en matière de ravalement, la

simple opération de nettoyage des façades est désormais complétée par une réparation des supports et une révision complète des éléments secondaires.

Sur le fond, trois philosophies s'affrontent :

– la première, qui va plus dans le sens de la restauration, estime qu'une réparation structurelle des parements en profondeur peut éradiquer les fissures. Elle préconise donc une réparation lourde du parement associée à des moyens légers de protection. En Allemagne, par exemple, le béton est réparé en profondeur et protégé par une peinture de décor anticarbonatation. Concernant le parement pierre, la restauration inclut dans cette option des remplacements de pierre très coûteux ;

– la seconde estime quant à elle que les fissures sont toujours appelées à revenir. Les désordres apparents du parement sont donc réparés, et une peau élastique est appliquée pour les protéger. Cette peau est calculée pour encaisser le mouvement des fissures (faïencage, microfissures, fissures, lézardes...) en fonction de leur typologie, selon le DTU 42.1 « Produits d'imperméabilité I1, I2, I3, I4 ». Pour le parement pierre, on se limite alors à l'utilisation de produits de réparations ;

– enfin, la dernière conception – l'isolation par l'extérieur – privilégie une amélioration des qualités thermiques du bâtiment. Cette technique consiste, après avoir contrôlé la pérennité du parement et procédé à sa réparation et sa décontamination, à encapsuler la façade dans une enveloppe isolante. Toutefois, il est important de préciser que l'ITE ne peut être posée que sur une façade propre, saine, réparée et pérenne. L'encapsulage de la façade par une coque isolante doit donc être nécessairement précédé de travaux de nettoyage ou de décapage, de réparation, de protection et d'amélioration traditionnels.

IMPORTANT

Fissures mortes, fissures vivantes

Il faut bien noter que :

- la distinction entre fissure morte et fissure vivante semble illusoire ; il est en effet rare qu'une fissure ne se manifeste pas de nouveau ;
- toute fissure doit être considérée comme infiltrante ;
- l'une des principales causes de fissuration structurelle est le tassement différentiel des constructions, qui se manifeste par des fissures verticales ou en escalier à 45°. Dans les bâtiments en pierre ou en brique, les fissures suivent le maillon faible, qui est le joint ;
- la fissure classique à 45°, fréquemment observée aux angles inférieurs des baies, a généralement pour origine la variation dimensionnelle de l'appui de baie réalisé dans un matériau différent (béton) de celui de la façade (maçonnerie).

7.1.2 Quatre phases du ravalement

Si un chantier de ravalement n'est pas aussi complexe que celui d'une fusée spatiale (fig. 7.1), il lui ressemble cependant beaucoup. Il comporte en effet, tout comme elle, des étages et des échafaudages empruntés par de nombreux spécialistes (ravaleurs, maçons, pierreux, endui-

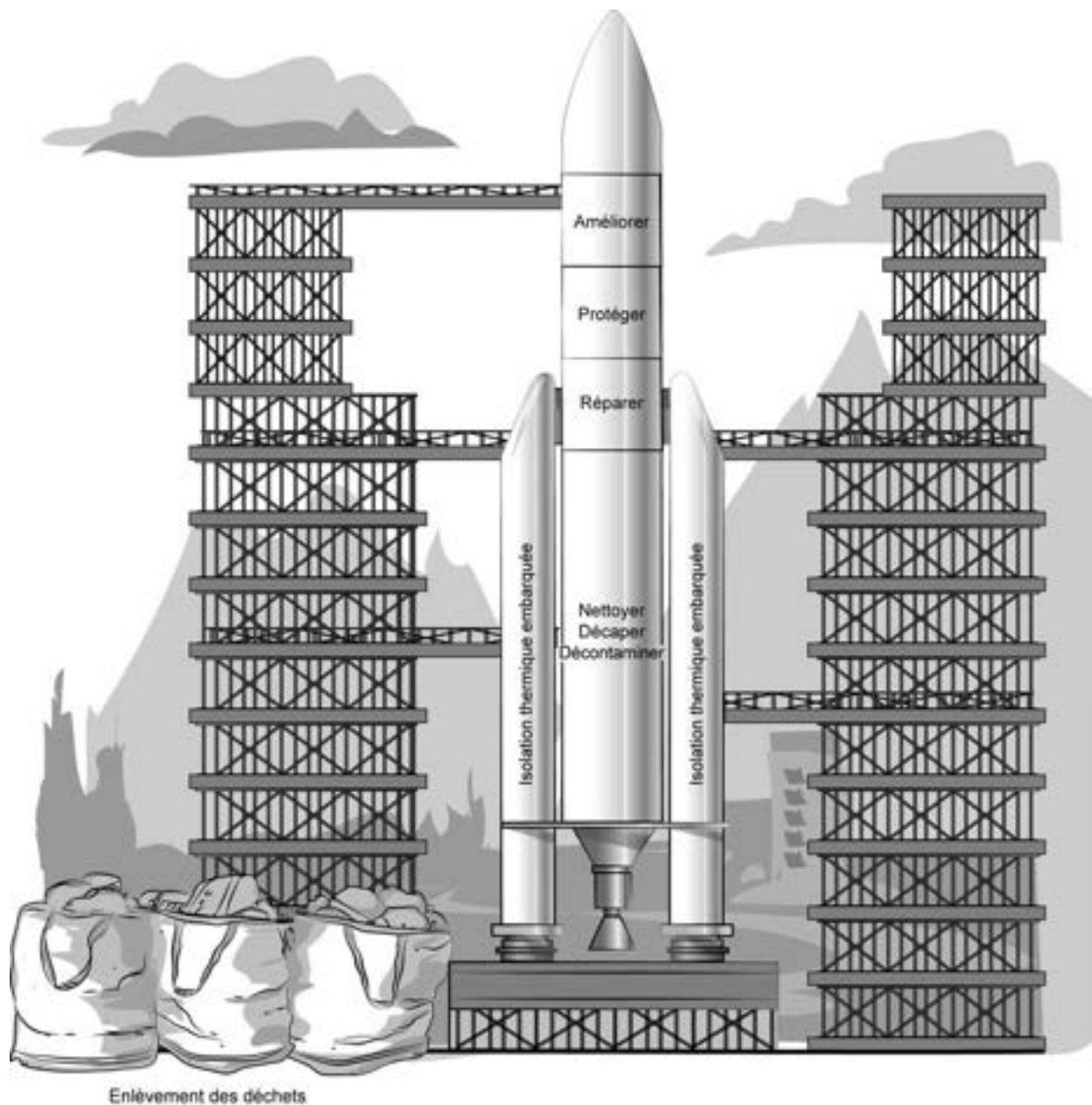


Fig. 7.1. Les nouvelles étapes d'un projet de ravalement

Chaque étage représente un projet spécifique dont la mise en œuvre fait appel à des techniques différentes. Pour que la fusée puisse décoller, les étages doivent être terminés et compatibles entre eux. Même si, avec l'avènement de l'ITE, la finalité du 3^e étage (« protéger ») change, l'encapsulage de la façade par une coque isolante ne peut s'effectuer qu'après le complet achèvement des deux premiers niveaux ; autrement dit, la pose d'une isolation thermique importée se pratique toujours sur une façade, propre, saine et réparée.

seurs, sculpteurs, peintres, serruriers, zingueurs, électriciens, étancheurs...). Chaque étage représente un projet spécifique dont la mise en œuvre fait appel à des techniques différentes. Or, pour que la fusée puisse décoller et pour que le chantier puisse fonctionner, tous les étages doivent être terminés et compatibles entre eux.

Le contrat à remplir pour réaliser un ravalement dans les règles de l'art consiste à parcourir quatre étapes distinctes. Ces quatre phases font appel chacune à des techniques indépendantes, qui emploient des produits différents et qui sont mises en œuvre par des corps d'état spécialisés.



Sciage du logement



Décollage



Vidage à l'outil



Finition de la niche

Photo 8.9. Extraction d'une pierre pour un remplacement en tiroir

Vade-mecum de réparation du parement pierre

Préparation du support

- Éliminer toutes les parties non (ou mal) adhérentes.
- Sur support pulvérulent ou déminéralisé, prévoir un reminéralisant (consolidant).
- Obtenir un support sain, sec et dépoussiéré.
- Éliminer toute trace de peinture, patine ou laits.
- Sur les parements trop tendres (souvent attiques) ou très poreux, possibilité d'appliquer un bouche-pores.
- Veiller à ce que la préparation présente des bords francs et nets (d'environ 8 mm), l'idéal étant une forme de queue-d'aronde.

Température d'application

- Ne pas travailler en dessous de 5 °C.

- Pour les produits à base de sels métalliques, se méfier des supports trop chauds (30 °C) et ne pas appliquer par temps de pluie.

Épaisseur

- Utiliser des armatures pour toutes les épaisseurs supérieures à 20 cm, de préférence en acier inoxydable.

Teintes

- Ne pas employer de colorants chimiques.
- Utiliser un mélange de pigments naturels dans les poudres à sec.

Application

- Prévoir une assistance technique.
- Prévoir un temps ouvert pour les produits à base de sels métalliques de 8 à 10 min.

- Prévoir un temps ouvert lent pour les produits à base de chaux (jusqu'à 45 min).
- Ne pas utiliser les produits à base de sels métalliques sur un support plâtre et chaux.

Joints

- Disposer ces joints en parallèle ou, mieux, en queue-d'aronde ouverts vers l'intérieur.
- Prévoir une profondeur de 20 mm minimum pour une ouverture de 15 mm maximum.
- Si la section d'ouverture est supérieure, majorer la profondeur en proportion.
- Utiliser les produits spécial joints, ne pas utiliser les produits destinés aux volumes pour les joints.

Réception

- Contrôler la préparation des supports.
- Contrôler la purge.
- Veiller à ce que la planitude et l'aplomb de la réparation respectent la norme NF DTU 26.1.

Technique du brochage

Le brochage est un terme de chantier employé depuis quelques années par les pierreaux, bien qu'il n'existe sous cette forme dans aucun dictionnaire ni glossaire de métier. Brocher, ou poser une broche, est une action qui consiste à rattacher les deux fragments d'une pierre en œuvre cassée en y introduisant une tige en acier inoxydable ou en fibre de verre et en injectant de la résine ou un coulis de mortier (photo 8.10).



Photo 8.10. Élément disjoint à consolider par brochage

Cette technique est utilisée pour réparer par exemple des consoles ou des linteaux fissurés. Dans les ravalements modernes, elle a supplanté l'agrafage traditionnel. L'agrafe était une pièce métallique destinée à unir deux pierres voisines pour empêcher qu'elles s'écartent l'une de l'autre.

8.1.3.2 Réparation des joints

Les joints existants peuvent être dégradés au moyen d'un poinçon, en prenant garde à ne pas endommager les arêtes de la pierre.

Sur un parement en pierre, deux types de joints sont présents :

- le joint de pose : obtenu par fichage, coulage ou bain de mortier (voir chapitre 6), il est réalisé au moment de la construction ; le ravaleur n'y touche en principe pas ;
- le joint de finition : il peut être beurré, tiré ou bouché (fig. 8.1).

Le joint beurré consiste en un remplissage des parties dégradées qui épouse les irrégularités des bords de la pierre. Il doit être de la même couleur que la pierre afin de se fondre avec elle.

Lorsque le ravaleur veut faire apparaître un dessin plus rigoureux d'appareillage, il revient sur le joint beurré encore frais en y traçant un sillon avec un noir de 8 mm (un petit chemin de fer étroit). Lorsque le sillon est laissé tel quel sans remplissage (joint en creux), le joint est tiré.

Lorsqu'il est rempli, le joint est bouché. En général, la teinte du joint bouché est calculée à un demi-ton plus foncé ou plus clair que la couleur de la pierre ; il peut néanmoins être blanc, rouge, noir, suivant l'effet désiré. Un joint dissimulé est un joint bouché de la couleur de la pierre.

REMARQUE

Joints colorés d'autrefois

Dans toutes les villes de France, on trouve parfois des joints d'origine colorés, noirs, rouges ou verts (photo 8.11).

Dans la méthode traditionnelle, que certains compagnons pierreaux pratiquent encore, on réalise un joint creux au noir (petit rabot de pierreaux d'environ 1 cm de large), puis on garnit ce sillon à l'aide d'une poche souple fabriquée sur place avec du polyane ou un sac plastique. L'un appuie sur cette seringue improvisée tandis que l'autre étale derrière.

Quant au mélange, les poudres minérales (ardoise pilée) peuvent convenir, avec un liant gris pour le noir ou des colorants minéraux pour les autres couleurs. Il est nécessaire de faire des essais. Le dosage ne doit pas en général dépasser un certain pourcentage du mélange de base. L'école d'Avignon avait mis au point en 1992 la recette suivante, qui donne un noir profond : 3 couches d'une eau-forte (5 volumes d'eau et 1 volume de Caeb), à saturation de 65 % de noir minéral, et une poudre pour colle. On trouve sur le marché des pigments noirs écologiques à base de noir de fumée.

8.1.3.3 Réparation des modénatures et des sculptures

Exposées aux intempéries et particulièrement fragiles (car réalisées généralement à l'aide de pierres plus tendres qu'en parties courantes), les sculptures et les modénatures sont souvent le maillon faible de la façade. Elles

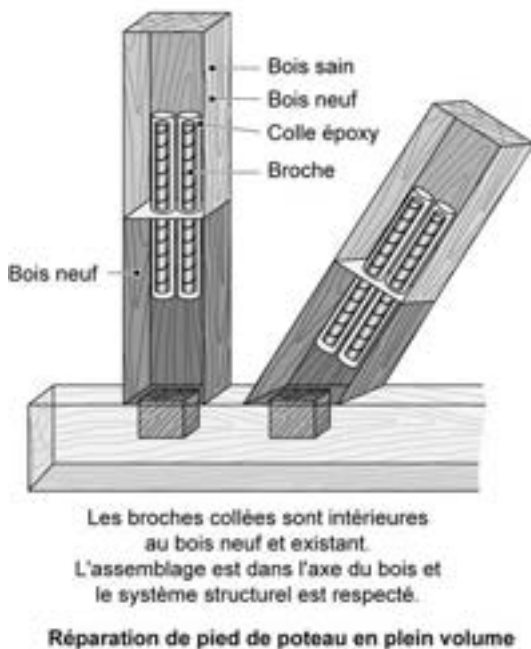
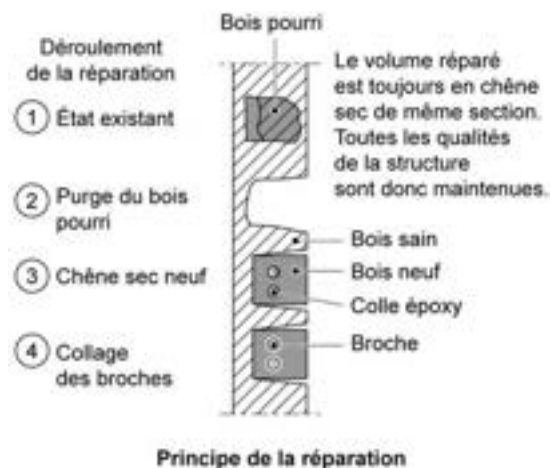


Fig. 8.7. Technique de réparation utilisant des pièces de chêne renforcées par des armatures en fibre de verre

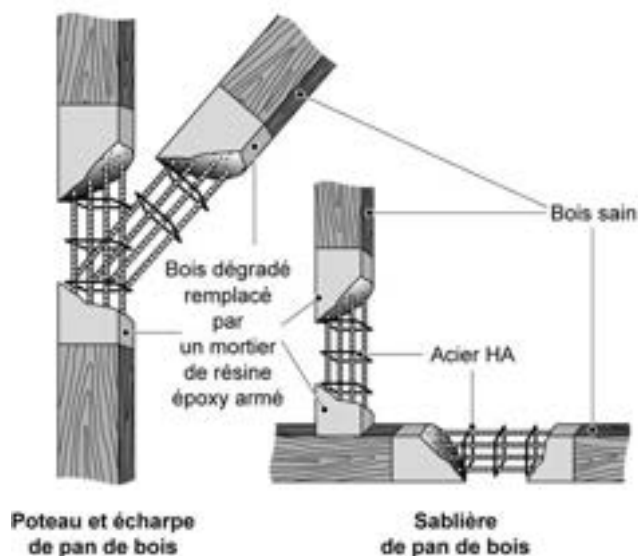


Fig. 8.8. Technique de réparation utilisant un mortier de résine renforcé par des armatures métalliques

REMARQUE

Stabilité et descentes de charges

L'entrepreneur doit pouvoir en permanence justifier de l'efficacité des méthodes proposées pour éviter les tassements ultérieurs dans l'ossature réparée. Dans le cadre d'une réparation partielle, il doit signaler les zones non terminées ou inconnues, susceptibles de tassement.

8.5.4.2 Remplacement et renforcement

Il existe plusieurs procédés, basés sur le même principe, mais dont les ingrédients diffèrent :

- le bois sain est éliminé jusqu'à la partie vermoulue ou pourrie (photo 8.23) ;
- des trous sont percés dans la section de bois sain ainsi révélée ;
- des armatures sont enfilées dans les trous, qui reprennent les efforts de traction. Dans certains procédés, les armatures sont en fibre de verre, dans d'autres en métal (fers à béton) ;
- le volume de l'élément est reconstitué en bois soit avec du chêne, soit avec de la résine.

Pour le traitement avant livraison, les bois restés en place sont traités par injection et pulvérisation, selon les prescriptions propres à la certification du FCBA et de Qualibat.



Test du tournevis pour vérifier le cœur du bois



Pièce de bois détruite



Renforcement par armatures métalliques



Les pièces de bois sont recouvertes d'un feutre avant enduisage (DTU 26.1)

Photo 8.23. Techniques de réparation

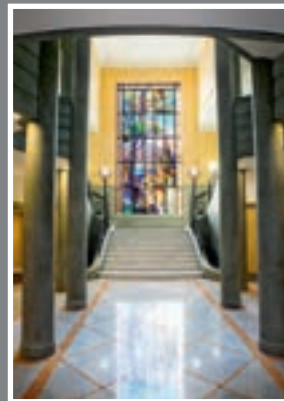
8.5.4.3 Choix de l'enduit de remplissage des pans de bois

Si le professionnel suit le DTU 26.1, il va sélectionner l'enduit selon la nature du hourdage, qui, dans un pan de bois, peut être en tout-venant, en plâtras, brique, terre, etc. Toutefois, s'il veut répondre aux mouvements inhérents à ce type de structure, l'enduit le plus souple possible doit être choisi : mortier de plâtre, plâtre et chaux ou chaux aérienne. De plus, la sélection de l'enduit est liée également à la présence ou l'absence de modénature de recouvrement (bandeaux, corniches).

Il faut noter que le DTU 26.1 considère que les pièces de bois limitées à 15 cm doivent être recouvertes avant enduisage par une feuille de désolidarisation. Les revêtements I1 et I2 ne sont pas adaptés sur supports en mortier de plâtre.

8.5.5 Protection des pans de bois

Les peintures à disposition sont les lasures, les laques microporeuses, etc. La peinture pour le bois doit avoir une consistance particulière, car il s'agit d'un matériau vivant qui travaille en fonction des variations hygrométriques. S'il est recouvert d'une peinture qui ne respire pas, celle-ci va se craqueler sous l'effet continu du phénomène dilatation-rétraction. Une peinture microporeuse, au contraire, suit le mouvement : sa texture particulière imperméabilise le bois tout en le laissant respirer. Cependant, les réglementations locales imposent des choix parfois drastiques. Le patrimoine à pans de bois (ou à colombages, comme on le nomme dans certaines régions) représente un trésor touristique très protégé. Aussi, lorsqu'on aborde la finition extérieure, le ravaleur n'est plus tout à fait maître de son



Respect de l'écriture d'origine : brique et béton

L'immeuble en brique apporte gaieté et couleurs dans la ville. La restitution de la grande variété des produits et des méthodes de pose dans chaque région est une gageure pour le ravaleur.

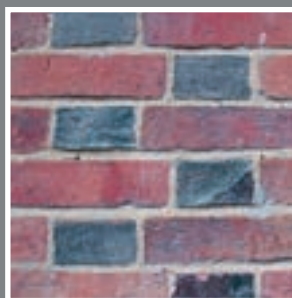
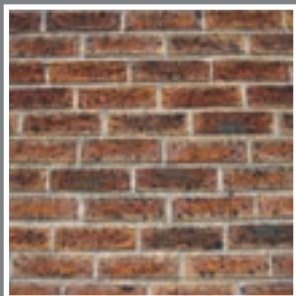
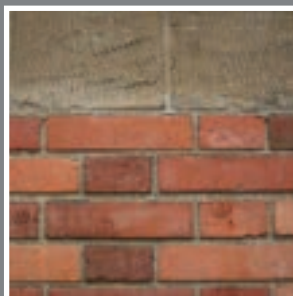
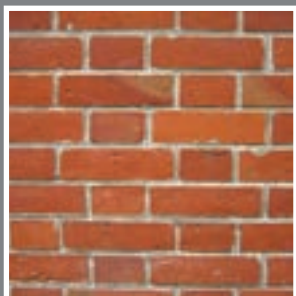
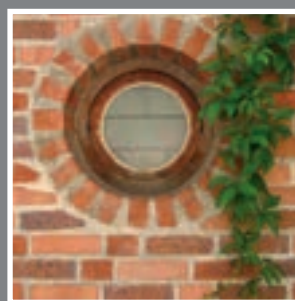
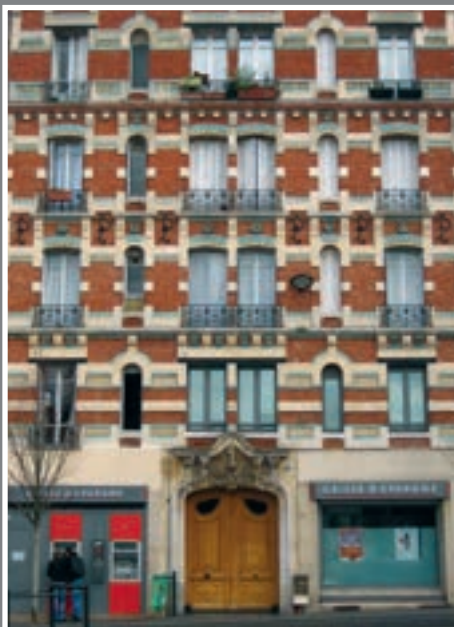


Table des matières

Sommaire	7
Sigles et abréviations.....	9
Normes DTU en vigueur	13
Préface	15
Un guide pour les ravaleurs et les ravalés	17

Partie 1

Propreté des façades	19
-----------------------------------	----

1 Une logique urbaine	21
------------------------------------	----

1.1 Historique des façades	22
---	----

1.1.1 De la reconstruction d'après-guerre à la sensibilisation des années 1960	22
--	----

1.1.2 Émergence d'un nouveau métier	23
---	----

1.1.3 Volonté politique d'un ravalement harmonieux	23
--	----

1.1.4 Les contraintes du futur	24
--------------------------------------	----

1.2 Objectifs de la propreté des façades	24
---	----

1.2.1 Médium de la ville	24
--------------------------------	----

1.2.1.1 Aspect public	24
-----------------------------	----

1.2.1.2 Marques de la destination du bâtiment	24
---	----

1.2.1.3 Problématiques de l'apparence	25
---	----

1.2.2 Ravaler : une définition en marche	26
--	----

1.2.2.1 Rapproper un héritage : doctrine intermédiaire	27
--	----

1.2.2.2 Nouvelle approche du ravalement	27
---	----

1.3 Couleurs du patrimoine	28
---	----

1.3.1 Origines des couleurs	28
-----------------------------------	----

1.3.1.1 Couleurs liées aux matériaux	28
--	----

1.3.1.2 Volonté d'ostentation	29
-------------------------------------	----

1.3.1.3 Harmonisation des nuances	29
---	----

1.3.1.4 Couleur planifiée	30
---------------------------------	----

1.3.2 Approche globale de la couleur	30
--	----

1.3.2.1 Étude chromatique	30
---------------------------------	----

1.3.2.2 Assistance aux particuliers et conseil couleur	30
--	----

1.3.3 Mission de coloriste et de traitement des façades	31
---	----

1.3.3.1 Méthodologie	31
----------------------------	----

1.3.3.2 Standards de la couleur	31
---------------------------------------	----

1.3.3.3	La lumière, nouveau matériau de mise en valeur des ravalements	32
1.3.3.4	La lumière, limites et nuisances	32
1.4	Professions du ravalement	33
1.4.1	Succès d'une niche industrielle	33
1.4.2	Enjeux	33
1.4.2.1	Contrôle de l'ensemble des techniques de remise en état des façades	33
1.4.2.2	Maîtrise des coûts d'entretien des bâtiments	34
1.4.3	Un professionnalisme accru	34
1.4.4	Diversité du patrimoine français	34
1.5	Principaux acteurs du ravalement	34
1.5.1	Architectes des bâtiments de France (ABF)	34
1.5.2	Conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement (CAUE)	35
1.5.3	Réseau SOLiHA (Solidaires pour l'habitat)	36
1.5.3.1	Amélioration de l'habitat et de son environnement	36
1.5.3.2	Conduite de projets de territoire en matière d'habitat	36
1.5.4	Autre acteur	37
1.5.5	École d'Avignon	37
1.6	Campagnes en région, une ampleur nationale	38
1.6.1	Moyens	38
1.6.2	Enjeux	39
1.6.3	Organisation	39
1.6.4	Politiques locales	40
1.6.4.1	École de l'Est, le modèle germanique	40
1.6.4.2	École de l'Ouest, la Bretagne, l'une des premières régions en pointe	40
1.6.4.3	Bordeaux, un exemple de gestion globale	41
1.6.4.4	Lyon, la ville qui peaufine son image depuis plus d'un siècle	41
1.6.4.5	Sud-Est, la carte méditerranéenne	42
1.6.4.6	Exception parisienne, le ravalement perpétuel	42
1.7	Mouvement européen	43
1.7.1	Rome, la couleur disparue	44
1.7.2	Barcelone, <i>la Guapa</i>	44
1.7.2.1	Une gestion exemplaire	44
1.7.2.2	Bilan actuel	45
2	Réglementation et procédures administratives	47
2.1	Évolutions récentes de la réglementation	47
2.1.1	Urbanisme	47
2.1.2	Copropriété	48
2.1.3	Sécurité des travailleurs	48
2.1.4	Perspectives ultérieures	48
2.2	Cadre législatif et réglementaire	49
2.2.1	Rappel historique	49
2.2.2	Législation et réglementation actuelles	49

2.3	Protection du patrimoine	50
2.3.1	Monuments historiques	50
2.3.1.1	Abords	50
2.3.2	Sites protégés	50
2.3.2.1	Sites inscrits	50
2.3.2.2	Sites classés	50
2.3.2.3	Patrimoine mondial de l'UNESCO	50
2.3.3	Sites patrimoniaux remarquables (SPR)	51
2.3.4	Affichage publicitaire et enseignes	51
2.4	Contrôle de l'urbanisme	52
2.4.1	Code de l'urbanisme	52
2.4.2	Planification et réglementation	52
2.4.3	Protections patrimoniales spécifiques des PLU	52
2.4.3.1	Autonomie de la collectivité locale	52
2.4.3.2	Exemples parisiens de protection patrimoniale	53
2.4.4	Plan de sauvegarde et de mise en valeur (PSMV)	55
2.4.5	Procédures d'autorisation d'urbanisme préalables à un ravalement	56
2.4.5.1	Déclaration préalable (DP)	56
2.4.5.2	Permis de construire (PC)	57
2.4.5.3	Exception des monuments historiques classés (MH)	57
2.4.5.4	Démolitions	57
2.5	Prévention des risques : hygiène, sécurité, santé	57
2.5.1	Lutte contre le travail clandestin	57
2.5.2	Hygiène et sécurité des travailleurs	57
2.5.2.1	Sanitaires	57
2.5.2.2	Échafaudages	58
2.5.2.3	Coordonnateur SPS	58
2.5.2.4	Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO)	58
2.5.2.5	Travaux en milieu occupé : immeubles d'habitation, ERP et IGH	58
2.5.3	Prévention des risques de santé	60
2.5.4	Normalisation européenne	60
2.5.5	Règlement sanitaire	60
2.6	Domanialité publique	61
2.6.1	Alignement	61
2.6.2	Saillies	61
2.6.3	Occupations temporaires	61
2.7	Règles d'urbanisme et de construction	61
2.7.1	Évolution de référentiel et de terminologie	61
2.7.1.1	Surface de plancher (SDP)	62
2.7.1.2	Normes et DTU	62
2.7.2	Travaux embarqués, amélioration de la performance énergétique du bâti existant	62
2.7.3	Diagnostics réglementairement obligatoires	62
2.8	Statut et responsabilités des constructeurs, assurances	62
2.8.1	Marchés de travaux privés	63

2.8.2	Responsabilités et garanties des constructeurs.....	63
2.8.2.1	Responsabilités.....	63
2.8.2.2	Garanties légales et contractuelles.....	63
2.8.3	Assurances.....	63
2.8.3.1	Cas général.....	63
2.8.3.2	Cas de l'ITE.....	64
2.9	Nécessité de préservation du patrimoine bâti.....	64
2.9.1	Engagement d'une campagne.....	64
2.9.2	Organisation d'une campagne de ravalement obligatoire.....	65
2.9.2.1	Suivi et contrôle.....	65
2.9.2.2	Voies et moyens coercitifs.....	65
2.10	Procédures administratives à accomplir.....	65
2.10.1	Déclaration préalable (DP).....	65
2.10.1.1	Réforme de 2007.....	65
2.10.1.2	Établissement et dépôt.....	66
2.10.1.3	Éléments du dossier.....	66
2.10.1.4	Instruction de la déclaration.....	67
2.10.1.5	Décision.....	67
2.10.1.6	Formalités et délai de validité.....	67
2.10.2	Cas particuliers.....	68
2.10.3	Autorisations annexes.....	68
2.10.3.1	Autorisations de voirie.....	68
2.10.3.2	Concessionnaires de la voie publique, réseaux.....	68
2.10.3.3	Bâches publicitaires de chantier.....	69
3	Aspects juridiques et économiques.....	71
3.1	Propriété et mitoyenneté.....	71
3.1.1	Réparation du mur mitoyen.....	71
3.1.2	Mitoyenneté partielle.....	71
3.1.3	Servitudes par destination du père de famille.....	72
3.1.4	Modifications d'un mur mitoyen.....	73
3.1.5	Mise à l'alignement et retrait volontaire.....	73
3.1.5.1	Mise à l'alignement.....	73
3.1.5.2	Mise en retrait volontaire d'une construction par rapport à l'autre.....	73
3.1.6	Abandon de mitoyenneté.....	73
3.1.7	Prescription acquisitive.....	73
3.1.8	Isolation thermique par l'extérieur.....	73
3.1.9	Végétalisation des façades, pignons et toitures.....	74
3.2	Cas particuliers des harpes.....	74
3.3	Inconvénients normaux et troubles de voisinage.....	75
3.3.1	Tour d'échelle.....	75
3.3.2	Trouble commercial.....	76
3.3.3	Trouble sécuritaire.....	76
3.4	Immeubles en copropriété.....	76

3.4.1	Parties communes et parties privatives	77
3.4.2	Répartition des charges de ravalement	77
3.4.3	Locaux commerciaux à rez-de-chaussée et devantures commerciales	78
3.4.4	Parties privatives et harmonie générale de l'immeuble	78
3.4.5	Processus de décision des travaux de ravalement dans un immeuble en copropriété	79
3.4.5.1	Majorités requises	79
3.4.5.2	Éléments d'information à joindre à la convocation	80
3.4.5.3	Mise en œuvre de la décision des travaux	80
3.5	Démembrement de propriété	80
3.5.1	Usufruit et nue-propriété	81
3.5.2	Indivision	81
3.5.3	Bail à construction et emphytéose	81
3.6	Propriétaires et locataires	81
3.6.1	Locataires d'habitation et professionnels	81
3.6.1.1	Droit commun	81
3.6.1.2	Régime de la loi n° 48-1360 du 1 ^{er} septembre 1948	82
3.6.1.3	Régime de la loi n° 86-1290 du 23 décembre 1986 modifiée	82
3.6.1.4	Locataires d'immeubles sociaux	82
3.6.2	Locataires commerciaux	82
3.7	Travaux complémentaires au ravalement	83
3.7.1	Travaux directement liés au ravalement	83
3.7.1.1	Travaux embarqués	83
3.7.2	Travaux d'entretien non liés directement au ravalement	83
3.7.3	Travaux complémentaires selon les différents types de propriétés	84
3.7.3.1	Mitoyenneté (entre voisins)	84
3.7.3.2	Copropriété	84
3.7.4	Garde-corps et sécurité des personnes	85
3.7.4.1	Dimensions	85
3.7.4.2	Procédures préalables d'urbanisme	85
3.7.4.3	Gabarit hexagonal de sécurité	86
3.8	Garanties	88
3.8.1	Ouvrages de ravalement	88
3.8.2	Chantier	88
4	Financement et fiscalité	89
4.1	Projet de financement	89
4.1.1	Budget de ravalement	89
4.1.2	Étapes clés du projet de financement	89
4.1.2.1	Pour une maison individuelle	89
4.1.2.2	Pour une copropriété	90
4.2	Subventions	90
4.2.1	Politique incitative	90
4.2.2	Opérations programmées	91
4.2.3	Outils de la rénovation urbaine	91

4.2.3.1	Opah.....	92
4.2.3.2	Opah de renouvellement urbain (Opah-RU).....	92
4.2.3.3	Opah copropriété et plan de sauvegarde.....	93
4.2.3.4	Opération programmée d'amélioration thermique des bâtiments (OPATB).....	94
4.3	Financements et prêts	94
4.3.1	Réduction de TVA.....	95
4.3.1.1	Bâtiments et ouvrages concernés.....	95
4.3.1.2	Répartition des rôles.....	95
4.3.1.3	Cas particuliers	96
4.3.2	Aides pour le développement durable et les performances énergétiques.....	97
4.3.2.1	Travaux d'amélioration de la qualité énergétique.....	97
4.3.2.2	Labels énergétiques	97
4.3.2.3	Installation photovoltaïque.....	97
4.3.3	Aide à la pierre.....	98
4.3.4	Crédit d'impôt pour la transition énergétique (Cite).....	98
4.3.4.1	Critères techniques d'éligibilité	98
4.3.4.2	Critères financiers d'éligibilité	99
4.3.4.3	Crédit d'impôt et diagnostic thermique	99
4.3.5	Livret de développement durable et solidaire (LDDS).....	99
4.3.6	Écoprêt à taux zéro, prêt immobilier écologique (dit éco-PTZ).....	99
4.3.6.1	Textes de référence.....	99
4.3.6.2	Bénéficiaires	100
4.3.6.3	Travaux concernés.....	100
4.3.7	Autres prêts.....	100
4.3.7.1	Prêt 1 % logement.....	100
4.3.7.2	Prêt à l'accession sociale (PAS).....	100
4.3.7.3	Prêt à taux fixe (PTF).....	100
4.3.7.4	Prêt à taux révisable (PTR).....	100
4.3.7.5	Prêt à taux révisable capé.....	101
4.3.7.6	Prêt conventionné (PC)	101
4.3.7.7	Prêt épargne logement (PEL).....	101
4.3.7.8	Prêt copropriété.....	101
4.3.8	Logement indigne et immeuble insalubre	101
4.4	Organismes d'information	101
4.4.1	Adil	101
4.4.2	AFU.....	101
4.4.3	Anah.....	102
4.4.3.1	Programme « Habiter Mieux »	102
4.4.4	Dreal.....	102
4.4.5	DDT (ex-DDE)	102
4.4.6	Ademe.....	103

Partie 2 **Pathologie des façades** **105**

5 **Encrassement et vieillissement des façades.....** **107**

5.1 **Un héritage industriel** **107**

5.1.1	Facteurs agressifs	107
5.1.1.1	Gaz d'échappement des véhicules	109
5.1.1.2	Généralisation du chauffage central	109
5.1.1.3	Fumées industrielles et poussières de l'air	109
5.1.2	Mesure des polluants	109
5.1.2.1	Dioxyde de soufre (SO ₂)	110
5.1.2.2	Dioxyde d'azote (NO ₂)	110
5.1.2.3	Ozone (O ₃)	111
5.1.2.4	Particules (PM ₁₀)	111
5.1.2.5	Monoxyde de carbone (CO)	111
5.1.2.6	Dioxyde de carbone (CO ₂)	111
5.1.2.7	Polluants photochimiques	111
5.1.2.8	Métaux	111
5.2	Une nouvelle approche de la nature des salissures	112
5.2.1	Vieillissement et encrassement	112
5.2.2	Travaux du CSTB	112
5.2.3	Processus de développement des salissures	113
5.2.3.1	Contamination par des bactéries	113
5.2.3.2	Développement des algues	113
5.2.4	Salissures d'origine externe	113
5.2.4.1	Salissures d'origine atmosphérique	113
5.2.4.2	Salissures d'origine biologique	117
5.2.4.3	Salissures d'origine anthropique	118
5.2.5	Salissures d'origine interne	127
5.2.5.1	Efflorescences	127
5.2.5.2	Taches de bistre	131
5.3	Mécanisme d'encrassement des façades	132
5.3.1	Rôle de la pluie	134
5.3.1.1	Génératrice d'encrassement	134
5.3.1.2	Lavante et contribuant au nettoyage	134
5.3.1.3	Action de l'eau ruisselante, différente suivant son débit et sa vitesse	135
5.3.2	Rôle du vent	136
5.3.2.1	Vent faible	136
5.3.2.2	Vent fort	139
5.3.3	Principes d'adhérence de la poussière sur les façades	139
5.3.3.1	Accrochage mécanique	139
5.3.3.2	Adhérence capillaire	139
5.3.3.3	Forces d'attraction électrostatiques	140
5.3.4	Mécanismes de pénétration de l'eau	140
5.3.4.1	Causes de la condensation	140
5.3.4.2	Condensation dans les murs	140
5.4	Origine et manifestation du vieillissement des matériaux de la façade	142
5.4.1	Actions physiques	142
5.4.2	Actions physicochimiques	142
5.4.3	Actions chimiques	142
5.4.3.1	Soufre	142

5.4.3.2	Désordres liés à des interventions antérieures.....	142
5.5	Prévention contre l'action de la pluie et les salissures	145
5.5.1	Démarche initiale.....	145
5.5.1.1	Objectifs.....	145
5.5.1.2	Priorités à surveiller.....	145
5.5.1.3	Appuis de baie.....	148
5.5.2	Influence de la conception des formes architecturales.....	151
5.5.2.1	Gestion du ruissellement.....	151
5.5.2.2	Panorama de la vulnérabilité des façades à l'encrassement.....	152
5.5.3	Interventions de prévention.....	152
5.5.3.1	Amélioration de la modénature.....	152
5.5.3.2	Rejet des eaux.....	152
5.5.3.3	Nature et position des parements.....	152
5.5.3.4	Choix des produits de ravalement.....	157
5.6	Prévention des risques liés au vieillissement des façades	158
5.6.1	Dangers et responsabilité.....	158
5.6.2	Dépistage des souillures et fissurations.....	158
5.6.3	Risques majeurs induits par le mauvais état des façades.....	159
5.6.3.1	Altération des façades en pierre et en brique.....	160
5.6.3.2	Altération des façades en pierres attachées.....	160
5.6.3.3	Altération des façades en béton.....	160
5.6.3.4	Altération des matériaux collés.....	160
5.6.3.5	Altération des enduits.....	161
5.7	Impacts des autres facteurs sur la prévention	161
5.7.1	Calcul de la couleur en fonction de l'encrassement et du vieillissement.....	161
5.7.2	Des progrès écologiques favorables aux façades.....	162
5.7.3	Nouvelle génération de produits.....	162
5.7.3.1	Ciments et enduits à effet catalytique.....	162
5.7.3.2	Peintures.....	163
5.7.4	Observation de l'encrassement.....	163
6	Fonctionnalités des façades et pathologie des parements	167
6.1	Typologie des façades	167
6.1.1	Bâti ancien et bâti moderne, la charnière de l'histoire.....	168
6.1.1.1	Bâti ancien (avant 1870).....	168
6.1.1.2	Bâti moderne (à partir de 1870).....	168
6.1.1.3	Deux approches différentes.....	169
6.1.1.4	État des lieux.....	169
6.1.2	Connaissance du bâti.....	170
6.1.2.1	Aération.....	170
6.1.2.2	Murs porteurs.....	170
6.1.2.3	Structure pans de bois.....	170
6.1.2.4	Fissurations et ventres.....	170
6.1.2.5	Amiante et peinture au plomb.....	170
6.1.2.6	Qualité de construction discutable.....	170
6.1.3	Typologie : la variété des façades.....	171

6.1.3.1	Façades porteuses	172
6.1.3.2	Façades non porteuses	172
6.1.3.3	Typologie des revêtements rencontrés	173
6.1.4	Parc à ravalier : à chaque époque ses problèmes	173
6.1.4.1	Bâti ancien	173
6.1.4.2	Première génération du béton (1880-1940)	174
6.1.4.3	Après-guerre	174
6.1.4.4	Années 2000	174
6.1.5	Matériaux de la façade	174
6.2	Principes et fonctionnement d'une façade	175
6.2.1	Terminologie des murs	175
6.2.1.1	Murs résistant à l'eau	175
6.2.1.2	Ravalement et propreté des immeubles (article 23-4 du RSD)	176
6.2.2	Fonction statique	176
6.2.3	Protection acoustique	176
6.2.4	Sécurité	177
6.2.5	Fonction d'aspect et de décoration	177
6.2.6	Utopie de la façade autonettoyante	177
6.3	Protection vis-à-vis de l'incendie	178
6.3.1	Résistance au feu	178
6.3.1.1	Règle du C + D	178
6.3.1.2	IT 249 : évolution de la réglementation incendie des façades	178
6.3.2	Réaction au feu	180
6.3.2.1	Système des Euroclasses	180
6.4	Protection vis-à-vis de l'eau	182
6.4.1	Imperméabilité	182
6.4.1.1	Porosité	182
6.4.1.2	Porométrie	183
6.4.1.3	Capillarité	185
6.5	Protection vis-à-vis de l'air	185
6.5.1	Condensation dans les murs	186
6.5.1.1	Perméabilité à la vapeur d'eau : loi de Fick	186
6.5.1.2	Perméance	187
6.5.1.3	Condensation interne	187
6.5.2	Aération des logements	188
6.5.2.1	Historique des exigences réglementaires françaises	189
6.5.2.2	Mise en œuvre	190
6.6	Pierre	191
6.6.1	Situation des producteurs et des entreprises de la pierre	192
6.6.2	Origine et nature de la pierre en œuvre	193
6.6.2.1	Un patrimoine unique en Europe	193
6.6.2.2	Nature et composition des pierres en œuvre	194
6.6.3	Utilisation de la pierre dans une façade	197
6.6.4	Constitution des façades existantes	198
6.6.4.1	Règles de l'art et héritage	198

6.6.4.2	Maçonnerie de pierre de taille.....	200
6.6.4.3	Maçonnerie de moellon, limousinerie	202
6.6.4.4	Pierres attachées.....	206
6.6.5	Pathologie de la pierre.....	209
6.6.5.1	Mécanisme général de la dégradation des parements en pierre	209
6.6.5.2	Maladies de la pierre	212
6.6.5.3	Pathologie de quelques pierres en France	216
6.6.5.4	Pierres du Sud-Ouest : le ravalement réveille le marché	217
6.7	Brique	219
6.7.1	Diversité régionale	219
6.7.2	Forme et aspects de parements	220
6.7.2.1	Briques anciennes	220
6.7.2.2	Briques apparentes modernes	220
6.7.2.3	Évolution de la norme NF EN 771-1	221
6.7.3	Mise en œuvre des murs en brique	222
6.7.3.1	Appareillages.....	222
6.7.3.2	Joints.....	223
6.7.4	Pathologie de la brique.....	223
6.7.4.1	Résistance au gel.....	224
6.7.4.2	Efflorescences	224
6.7.5	Cas particulier de la brique silicocalcaire.....	224
6.7.6	Peinture des parements en brique.....	225
6.7.7	Décapage risqué des briques	225
6.8	Béton	225
6.8.1	Histoire du béton.....	226
6.8.1.1	Invention du ciment et clinkérisation.....	226
6.8.1.2	Bétons à hautes performances	226
6.8.1.3	Béton banché	226
6.8.2	Formes et aspects des parements	227
6.8.2.1	Béton brut de décoffrage ou anatomie de la face vue du béton	227
6.8.2.2	Bétons traités	227
6.8.2.3	Bétons colorés	228
6.8.3	Mise en œuvre du béton	228
6.8.3.1	Coffrages absorbants.....	228
6.8.3.2	Coffrages non absorbants.....	228
6.8.3.3	Démoulants pour béton	228
6.8.4	Pathologie du béton.....	228
6.8.4.1	Maladies du béton	228
6.8.4.2	Principaux défauts rencontrés dans le béton en œuvre sur une façade.....	232
6.8.4.3	Entretien des ravalements en béton et des parements neufs	233
6.9	Bois	233
6.9.1	Exemple des pans de bois à Paris	233
6.9.2	Une profession organisée.....	235
6.9.3	Typologie et systèmes constructifs.....	235
6.9.3.1	Renaissance.....	236
6.9.3.2	Bois courts et façades en encorbellement	237

6.9.3.3	Maison à ossature bois (MOB)	237
6.9.3.4	Essentage ou bardage bois.....	237
6.9.4	Pathologie du bois	237
6.9.4.1	Humidité.....	237
6.9.4.2	Champignons	238
6.9.4.3	Insectes à larves xylophages.....	238
6.9.5	Pathologie des façades en bois	239
6.10	Fer	240
6.10.1	Nature du métal	241
6.10.2	Pathologie du fer.....	241
6.11	Enduit	242
6.11.1	Histoire et évolution des enduits	243
6.11.1.1	Constitution, rôle et fonction des enduits.....	243
6.11.1.2	D'un savoir-faire ancestral à une classification des produits	243
6.11.1.3	Critères de choix des enduits	243
6.11.1.4	Évolutions récentes	244
6.11.2	Un seul document pour tous les enduits : la norme NF DTU 26.1	244
6.11.2.1	Retour des enduits traditionnels à base de chaux aérienne	244
6.11.2.2	Prise en charge des enduits monocouches et multicouches.....	244
6.11.2.3	Document fédérateur	245
6.11.2.4	Domaines d'application	245
6.11.2.5	Mortiers et chaux	246
6.11.2.6	Types de chaux	246
6.11.2.7	Chaux aérienne.....	246
6.11.2.8	Chaux hydraulique.....	246
6.11.2.9	Classification selon la norme NF EN 459-1	247
6.11.2.10	Supports	248
6.11.3	Pathologie générale des enduits.....	248
6.11.3.1	Nuançage	248
6.11.3.2	Spectres.....	248
6.11.3.3	Efflorescences au séchage.....	250
6.11.3.4	Carbonatation différentielle à long terme	250
6.11.3.5	Fissuration	250
6.11.3.6	Pénétration d'eau	250
6.11.3.7	Décollement.....	250
6.11.3.8	Grillage	251
6.11.3.9	Cisaillement du support.....	251
6.11.4	Enduit traditionnel à la chaux aérienne.....	251
6.11.4.1	Pathologie	251
6.11.4.2	Entretien.....	251
6.11.5	Mortier bâtard, chaux aérienne et chaux hydraulique.....	252
6.11.5.1	Fissure	252
6.11.5.2	Faïençage.....	252
6.11.5.3	Décollement.....	252
6.11.5.4	Effritement.....	252
6.11.5.5	Gonflement.....	252
6.11.5.6	Efflorescences	252

6.11.5.7	Enduit mou	252
6.11.6	Plâtre	252
6.11.6.1	Composition	253
6.11.6.2	Anatomie de la façade en plâtre	254
6.11.6.3	Pathologie des enduits plâtre	254
6.11.7	Mortier plâtre et chaux (MPC)	255
6.11.7.1	Supports	255
6.11.7.2	Composition de l'enduit plâtre et chaux.....	257
6.11.7.3	Pathologie de l'enduit plâtre et chaux.....	257
6.11.8	Enduit à base de ciment	257
6.11.8.1	Ciment prompt.....	257
6.11.8.2	Ciment expansif ou à retrait compensé.....	258
6.11.9	Enduit monocouche	258
6.11.9.1	Défauts structurels pouvant engager la fonction d'imperméabilité	258
6.11.9.2	Fissuration d'enduit au niveau du plancher.....	258
6.11.10	Enduit de parement plastique	258
6.11.10.1	Composition des produits prêts à l'emploi	258
6.11.10.2	RPE et RSE	259
6.11.10.3	Revêtement minéral épais (RME)	260
6.11.11	Les « nouveaux liants », une famille en quête de règles	260
6.11.11.1	Classement et garantie	260
6.11.11.2	Pathologie des nouveaux liants	261
6.11.12	Stuc et sgraffite	261
6.11.12.1	Stuc	261
6.11.12.2	Sgraffite	261
6.11.13	Terre crue, torchis, pisé	262
6.11.13.1	Regain de la terre crue	262
6.11.13.2	Torchis	262
6.11.13.3	Pisé	263
6.12	Peinture	264
6.12.1	Une réglementation plus contraignante	265
6.12.1.1	Directives européennes.....	265
6.12.1.2	Nouveau cadre REACH	265
6.12.1.3	Gestion des déchets	266
6.12.1.4	Évolution des normes.....	266
6.12.2	Subjectiles rencontrés	267
6.12.2.1	Moyen Âge	267
6.12.2.2	De 1900 à 1940	267
6.12.2.3	À partir de 1940	267
6.12.2.4	Jusqu'en 1960.....	267
6.12.2.5	Période actuelle.....	267
6.12.3	Composition d'une peinture	268
6.12.4	Pathologie de la peinture	268
6.12.4.1	Fabrication	268
6.12.4.2	Stockage en pot	269
6.12.4.3	Mise en œuvre	269
6.12.4.4	Altération des composants	269

6.12.5	Pathologie des produits d'imperméabilité	270
6.12.5.1	Dégradations d'origine mécanique	270
6.12.5.2	Désordres esthétiques	270
6.13	Carrelage	270
6.13.1	Décoration et hygiène	271
6.13.2	Pathologie	271
6.14	Aluminium	272
6.14.1	Traitement de surface	272
6.14.2	Pathologie de l'aluminium anodisé	273
6.14.3	Pathologie de l'aluminium thermolaqué	273
6.15	Métaux non ferreux	274
6.15.1	Acier galvanisé	274
6.15.2	Zinc	274
6.15.3	Plomb	274
6.16	Verre	275
6.16.1	Irrégularités du vitrage	275
6.16.2	Verres trempés	275

Partie 3 Ravalement des façades

7	Techniques de ravalement	279
7.1	Définitions et règles de l'art	279
7.1.1	Trois conceptions du ravalement	280
7.1.2	Quatre phases du ravalement	280
7.1.3	Une règle : la compatibilité	282
7.1.4	Règles de l'art et normes techniques, la valise du ravaleur	283
7.1.5	Nettoyage et décapage	284
7.1.5.1	Nettoyage et décapage : une approche dermatologique	284
7.1.5.2	Nettoyage et décapage : l'esprit des lieux	286
7.1.5.3	Nettoyage et décapage : les objectifs	287
7.1.6	La décontamination, un projet en soi	288
7.1.6.1	Diagnostic avant décontamination	288
7.1.6.2	Antimousses et décontaminants : comment choisir ?	288
7.1.7	Organisation du projet de nettoyage ou de décapage	288
7.1.7.1	Choix des produits	288
7.1.7.2	Gestion des déchets	292
7.2	Projet de nettoyage	293
7.2.1	Évolution des techniques	294
7.2.1.1	Eau sous pression et sablage	294
7.2.1.2	Avènement du gommage et du microfinage	294
7.2.1.3	Une révolution tranquille : le nettoyage bio	295
7.2.1.4	Absence de normes et de qualification	295
7.2.1.5	Approche environnementale	295
7.2.2	Obligation de résultat	295

7.2.3	Méthodologie du projet de nettoyage.....	296
7.2.4	Choix de l'entreprise de nettoyage.....	297
7.2.5	Choix des techniques de nettoyage.....	297
7.2.5.1	Économie du maître d'ouvrage.....	298
7.2.5.2	Nature, type et destination de l'immeuble.....	298
7.2.5.3	Énergies disponibles.....	298
7.2.5.4	Nature de l'encrassement.....	298
7.2.5.5	Nature et état du parement.....	298
7.2.5.6	Climatologie.....	298
7.2.5.7	Possibilités d'accès.....	298
7.2.5.8	Réglementation.....	298
7.2.5.9	Environnement et gestion des déchets.....	299
7.2.5.10	Parti de ravalement.....	299
7.2.6	Techniques de nettoyage.....	299
7.2.6.1	Procédés mécaniques.....	299
7.2.6.2	Nettoyage à base d'eau.....	300
7.2.6.3	Nettoyage par poudres abrasives.....	301
7.2.6.4	Granulats les plus fréquents.....	303
7.2.6.5	Buses de microfinage.....	304
7.2.6.6	Différents matériels de microfinage.....	304
7.2.7	Nettoyants chimiques.....	305
7.2.7.1	Choix d'une méthode de nettoyage chimique.....	306
7.2.7.2	Types de produits chimiques.....	307
7.2.8	Techniques inclassables ou destinées à des usages spéciaux.....	309
7.2.8.1	Cryogénie.....	309
7.2.8.2	Nettoyage par application de compresses ou de cataplasmes.....	309
7.2.8.3	Laser.....	310
7.2.8.4	Biominéralisation.....	311
7.3	Projet de décapage.....	312
7.3.1	Méthodologie du projet de décapage.....	312
7.3.2	Techniques de décapage.....	313
7.3.2.1	Décapage chimique.....	313
7.3.2.2	Décapage thermique.....	315
7.3.2.3	Décapage sous pression.....	315
7.3.3	Choix d'une méthode de décapage.....	316
7.3.3.1	Décapage de la pierre peinte.....	316
7.3.3.2	Décapage du carrelage.....	316
7.4	Projet de réparation.....	318
7.4.1	Objectif et méthodologie du projet de réparation.....	319
7.4.2	Choix des produits de réparation.....	320
7.4.2.1	Consolidants.....	320
7.4.2.2	Réparation des joints.....	320
7.5	Projet de protection.....	323
7.5.1	Évolution des textes.....	323
7.5.2	Une approche esthétique.....	324
7.5.3	Enduits.....	325

7.5.3.1	Principes de la norme NF DTU 26.1	326
7.5.3.2	Définition et classement des mortiers d'enduit.....	326
7.5.3.3	Principe de compatibilité de l'enduit au support.....	327
7.5.3.4	Enduit de peintre	330
7.5.4	Peinture	331
7.5.4.1	Évolution de la normalisation	331
7.5.4.2	Garanties et responsabilités en travaux de peinture et de revêtement.....	332
7.5.4.3	Peintures de décor : familles D1, D2, D3	333
7.5.4.4	Produits d'imperméabilité : familles I1, I2, I3 et I4	334
7.5.4.5	Réfection des façades en mortier de plâtre.....	337
7.5.4.6	Limites du DTU.....	338
7.5.5	Lasures	340
7.5.5.1	Lasures bois.....	340
7.5.5.2	Lasures béton.....	341
7.5.5.3	Hydrofuges de surface	341
7.6	Projet d'amélioration	345
7.6.1	Mise en valeur de la façade	345
7.6.2	Une meilleure gestion des implantations sauvages	347
7.6.3	Gestion des eaux de ruissellement	347
7.6.3.1	Modification des ruissellements	347
7.6.3.2	Protection des sols de balcon	348
7.6.4	Protection contre les prédateurs.....	353
7.6.4.1	Protéger contre les pigeons	353
7.6.4.2	Protéger contre les graffitis	354
7.7	Projet d'entretien	356
7.7.1	Conditions d'usage et d'entretien.....	356
7.7.2	Évolution des conditions et adaptabilité du revêtement	356
8	Mise en œuvre du ravalement	359
8.1	Pierre	361
8.1.1	Reconnaissance du support et diagnostic.....	361
8.1.1.1	Familles de pierres	362
8.1.1.2	Diagnostic général	362
8.1.1.3	Diagnostic de nettoyage	362
8.1.1.4	Diagnostic de réparation.....	362
8.1.1.5	Diagnostic de protection	363
8.1.1.6	Diagnostic d'amélioration	363
8.1.2	Techniques de nettoyage	363
8.1.2.1	Alternatives aux techniques de nettoyage.....	366
8.1.3	Étapes de l'opération de réparation de la pierre.....	368
8.1.3.1	Réparation des parements.....	368
8.1.3.2	Réparation des joints.....	371
8.1.3.3	Réparation des modénatures et des sculptures.....	371
8.1.3.4	Produits et domaines d'emploi	375
8.1.4	Protection et amélioration de la pierre	376
8.1.4.1	Hydrofugation	376

8.1.4.2	Consolidation	377
8.1.4.3	Patines et badigeons	377
8.1.4.4	Maîtrise du ruissellement	377
8.2	Pierre attachée	378
8.2.1	Désordres	379
8.2.2	Techniques d'entretien	379
8.3	Brique	380
8.3.1	Reconnaissance du support et diagnostic	380
8.3.2	Techniques de nettoyage	380
8.3.2.1	Efflorescences	381
8.3.3	Réparation du parement brique	382
8.3.3.1	Restauration de la brique	382
8.3.3.2	Réfection des joints	382
8.3.4	Protection et amélioration de la brique	383
8.3.5	Brique silicocalcaire	383
8.3.5.1	Nettoyage de la brique silicocalcaire	385
8.3.5.2	Décapage de la brique silicocalcaire	385
8.3.5.3	Réparation de la brique silicocalcaire	385
8.3.5.4	Traitement esthétique du parement en brique silicocalcaire	386
8.3.5.5	Protection de la brique silicocalcaire	386
8.4	Béton	386
8.4.1	Reconnaissance du support et diagnostic	387
8.4.2	Techniques de nettoyage	388
8.4.3	Réparation du béton	391
8.4.3.1	Élimination des bétons dégradés	391
8.4.3.2	Préparation des armatures	391
8.4.3.3	Reconstitution du béton dégradé	391
8.4.4	Protection du béton	395
8.4.4.1	Parements laissés bruts d'origine	395
8.4.4.2	Parements peints à l'origine	395
8.4.4.3	Détail des travaux	396
8.5	Bois	396
8.5.1	Reconnaissance du support et diagnostic	396
8.5.1.1	Budget de garde	397
8.5.1.2	Détection des réseaux	397
8.5.1.3	Maintien du hors d'eau et hors d'air	397
8.5.1.4	Étalement et butonnage	397
8.5.1.5	Repérage des désordres	397
8.5.2	Techniques de nettoyage	398
8.5.2.1	Cryogénie	398
8.5.3	Techniques de décapage	399
8.5.3.1	Décapage chimique	399
8.5.3.2	Décapage thermique	399
8.5.3.3	Décapage manuel	399
8.5.3.4	Décapage industriel	399

8.5.4	Étapes de l'intervention sur la structure existante	399
8.5.4.1	Réparation de la structure	399
8.5.4.2	Remplacement et renforcement	400
8.5.4.3	Choix de l'enduit de remplissage des pans de bois	401
8.5.5	Protection des pans de bois	401
8.6	Fer	402
8.6.1	Techniques de nettoyage des éléments métalliques	402
8.6.1.1	Décapage chimique bio	403
8.6.1.2	Décapage thermique	403
8.6.1.3	Sablage	403
8.6.2	Réparation des éléments métalliques	403
8.6.3	Protection du métal	403
8.7	Mur-rideau	404
8.7.1	Reconnaissance du support et diagnostic	405
8.7.2	Techniques de nettoyage	405
8.7.2.1	Entretien	405
8.7.2.2	Restauration	406
8.8	Enduit	406
8.8.1	Reconnaissance du support et diagnostic	406
8.8.1.1	Enduit peu endommagé	407
8.8.1.2	Enduit très dégradé	407
8.8.2	Techniques de nettoyage	407
8.8.2.1	Nettoyage du crépis tyrolien	407
8.8.3	Réparation ou réfection de l'enduit	407
8.8.3.1	Choix de l'enduit	407
8.8.3.2	Mise en œuvre des enduits	409
8.8.3.3	Enduits à l'ancienne : badigeon, stuc, fresque	412
8.8.3.4	Pigments minéraux	414
8.8.3.5	Modénatures et gabarits	414
8.9	Plâtre	415
8.9.1	Reconnaissance du support et diagnostic	416
8.9.2	Techniques de mise en œuvre	416
8.9.3	Modénatures en plâtre et chaux	417
8.10	Peinture	418
8.10.1	Produits du peintre	418
8.10.1.1	Hydrofuges et lasures béton (classe D1)	418
8.10.1.2	Peintures à film mince (classe D2)	419
8.10.1.3	Revêtements RSE et RPE (classe D3)	419
8.10.1.4	Produits d'imperméabilité I1, I2, I3 et I4	419
8.10.2	Mise en œuvre des produits décoratifs D1, D2 et D3	420
8.10.2.1	Travaux préparatoires	420
8.10.2.2	Travaux d'apprêt	420
8.10.2.3	Travaux de finition	420
8.10.3	Mise en œuvre des revêtements d'imperméabilité	420
8.10.3.1	Étude préalable	420

8.10.3.2	Travaux préparatoires	420
8.10.3.3	Travaux d'impression.....	421
8.10.3.4	Travaux de finition.....	421
8.10.3.5	Traitement des points singuliers.....	421
8.11	Dorure	425
8.11.1	Techniques de pose.....	425
8.11.2	Étapes de mise en œuvre de la dorure.....	425
8.12	Carrelage, céramique et pâte de verre	426
8.12.1	Reconnaissance du support et diagnostic.....	426
8.12.2	Choix du parti de restauration	427
8.12.3	Pose du carrelage	427
8.12.3.1	Contraintes de collage	428
8.12.3.2	Jointoiement.....	428
8.12.3.3	Choix du carrelage	429
8.13	Aluminium	429
8.13.1	Aluminium anodisé	431
8.13.1.1	Étapes de l'opération de nettoyage	432
8.13.1.2	Petites réparations liées au nettoyage	433
8.13.2	Aluminium thermolaqué	433
8.14	Zinc	433
8.14.1	Diagnostic des éléments en zinc.....	433
8.14.1.1	Bandeaux et corniches	433
8.14.1.2	Appuis de baies et bavettes	434
8.14.1.3	Tuyaux de descente	434
8.14.2	Techniques de protection	434
8.14.2.1	Corrosion chimique	434
8.14.2.2	Pendant le chantier.....	434
8.14.3	Peinture du zinc.....	434
8.15	Cuivre	434
8.15.1	Nettoyage du cuivre	435
8.15.2	Décapage du cuivre.....	435
8.15.3	Protection du cuivre	435
8.16	Verre	435
8.16.1	Nettoyage des vitrages simples	435
8.16.1.1	Entretien périodique	435
8.16.1.2	Entretien lors d'un ravalement	436
8.16.2	Nettoyage des vitrages réfléchissants	436
8.16.2.1	Procédé de rénovation et de protection des vitrages réfléchissants	436
8.16.2.2	Verre autonettoyant	437
8.16.3	Entretien et maintenance des vérandas	437
8.16.3.1	Entretien périodique	437
8.16.3.2	Nettoyage des surfaces anodisées.....	437
8.16.3.3	Méthodes de nettoyage des surfaces thermolaquées	437
8.16.3.4	Vitrages	438

8.16.3.5	Profilés préextrudés en caoutchouc et/ou thermoplastiques	438
8.16.3.6	Garnitures d'étanchéité réalisées par mastic	438
8.16.3.7	Quincailleries	438
8.16.3.8	Chéneaux et descentes d'eau	438
8.16.3.9	Nettoyage des toitures	438
8.17	Altuglas®	438
8.17.1	Reconnaissance du support et diagnostic	438
8.17.2	Techniques de nettoyage	439
8.18	Second œuvre	439
8.18.1	Diagnostic des éléments de second œuvre	440
8.18.1.1	Étanchéité des baies	441
8.18.2	Étapes de l'opération de rénovation du second œuvre	441
8.18.2.1	Fenêtres	441
8.18.2.2	Volets	445
8.18.2.3	Volets roulants	446
8.18.2.4	Garde-corps et ferronnerie	446
8.18.2.5	Menuiseries extérieures en PVC	449
8.18.2.6	Stores	450
9	Isolation thermique par l'extérieur	453
9.1	Protéger la façade	454
9.1.1	Loi de transition énergétique pour la croissance verte	454
9.1.1.1	De l'incitation à l'obligation	454
9.1.2	Améliorer la performance thermique d'un bâtiment à l'occasion d'un ravalement	455
9.1.3	De la rénovation énergétique à l'amélioration thermique des bâtiments	455
9.1.4	Émission des gaz à effet de serre	455
9.1.5	Approche globale de la rénovation énergétique en logements privés	455
9.1.6	Diagnostic technique global (DTG)	456
9.2	Réglementation thermique (RT)	456
9.2.1	Historique de la réglementation thermique	456
9.2.2	RT 2012	456
9.2.2.1	RT 2012 simplifiée	456
9.2.3	Dispositif général de la réglementation thermique des bâtiments existants	457
9.2.3.1	Mesures réglementaires de la réglementation thermique « globale »	457
9.2.3.2	Mesures réglementaires de la réglementation thermique « par élément »	457
9.3	Évaluation des déperditions thermiques	458
9.3.1	Ponts thermiques	458
9.3.1.1	Ponts thermiques linéaires	459
9.3.1.2	Ponts thermiques intégrés (ou ponctuels)	459
9.3.2	Étanchéité à l'air	459
9.3.3	Méthodes de mesure des déperditions thermiques	462
9.3.3.1	Photographie infrarouge	462
9.3.3.2	Test d'infiltrométrie	462
9.4	Fonctionnalités thermiques des façades	462

9.4.1	Analyse des caractéristiques des façades existantes	462
9.4.1.1	Caractéristiques des façades du bâti ancien	462
9.4.1.2	Caractéristiques des façades du bâti moderne	463
9.4.2	Identification des éléments de la façade	463
9.4.2.1	Baies vitrées	463
9.4.2.2	Portes extérieures	464
9.4.2.3	Systèmes de ventilation	464
9.5	Mise en œuvre du système d'isolation thermique par l'extérieur (ITE)	465
9.5.1	Systèmes d'isolation thermique par l'extérieur	465
9.5.1.1	Isolation sous enduit mince (ETICS)	469
9.5.2	ITE embarquée	470
9.5.2.1	Critères de choix d'une ITE embarquée	470
9.6	Caractéristiques techniques des éléments	470
9.6.1	Évaluation de la performance thermique de la paroi	470
9.6.2	Évaluation de la perméabilité du pare-vapeur	471
9.6.3	Critères de choix d'un isolant	471
9.6.3.1	Marquage CE	471
9.6.3.2	Performances de l'isolant	471
9.6.3.3	Caractéristiques de l'isolant	472
9.6.3.4	Certification Acermi	472
9.6.4	Types d'isolants	472
9.6.4.1	Isolants minéraux	472
9.6.4.2	Isolants naturels ou biosourcés	472
9.6.4.3	Isolants synthétiques	472
9.6.4.4	Isolants minces	473
9.7	Pathologie des ITE	473
9.7.1	Pathologie des ETICS	473
9.7.2	Pathologie des bardages	474
9.8	Ravalement des ITE	474
9.8.1	Ravalement des ETICS	474
9.8.1.1	Règles d'entretien et de rénovation des ETICS	474
9.8.1.2	Diagnostic obligatoire	475
9.8.1.3	Opération de rénovation	476
9.8.2	Ravalement des bardages	476
9.9	Tenue au feu	478
9.9.1	Nouvelle instruction technique IT 249 relative aux façades	478
9.9.1.1	Conséquences sur les systèmes d'ITE	478
9.9.2	Masse combustible mobilisable	479

Partie 4 **Projet de ravalement** **481**

10 **Organisation du projet en copropriété** **483**

10.1	Enjeux, opportunités et modalités du ravalement	483
10.1.1	Conditions de la décision de ravalement	484

10.1.2	Opportunité de la décision	485
10.1.3	Diagnostic d'aide à la décision	485
10.1.3.1	Une approche plus globale de l'amélioration de l'habitat	486
10.1.3.2	Bien cibler les travaux à faire	486
10.1.4	Modalités du projet	487
10.1.4.1	Une équipe de partenaires	487
10.1.4.2	Un travail de spécialiste	487
10.1.5	Communication du projet et outils numériques	488
10.1.5.1	La simulation numérique de façade	488
10.1.5.2	Le BIM du secours du ravalement	488
10.2	Mise en place du projet	489
10.2.1	Carnet d'entretien : la carte vitale du bâtiment	490
10.2.1.1	Carnet numérique de suivi et d'entretien du logement (CNSEL)	491
10.2.2	Contact avec le gestionnaire	491
10.2.3	Réglementation et contraintes locales	492
10.2.4	Prise en compte de l'environnement	493
10.3	Première visite de l'immeuble	494
10.3.1	Points clés de l'examen	495
10.3.2	Diagnostic d'humidité	498
10.3.3	Matériaux de la façade	499
10.3.4	Travaux annexes indispensables et second œuvre	499
10.3.5	Note de rapport finale	499
10.4	Auscultation de la façade	501
10.4.1	Analyse de la façade	501
10.4.1.1	Analyse de la typologie	501
10.4.1.2	Analyse de la pathologie	508
10.4.2	Travaux liés à des désordres de la structure	509
10.4.2.1	Pathologie des fondations	509
10.4.2.2	Conséquences sur les murs et les parois	509
10.4.2.3	Autres vices cachés	510
10.4.2.4	Sécurité	511
10.4.2.5	Souches de cheminée	511
10.4.2.6	Étalement	511
10.4.3	Remontées capillaires	513
10.4.3.1	Diagnostic	513
10.4.3.2	Méthodologie de traitement des remontées capillaires	514
10.4.3.3	Incidence du traitement des remontées capillaires sur la mise en œuvre d'un ravalement	516
10.4.4	Balcons	517
10.4.4.1	Balcon en pierre haussmannien	517
10.4.4.2	Balcon en béton	518
10.5	Moyens d'investigation	519
10.5.1	Appréhension directe	519
10.5.2	Outils de terrain traditionnels	519
10.5.3	Tests simples <i>in situ</i>	521
10.5.3.1	Reconnaissance d'un revêtement organique existant	521

10.5.3.2	Tests sur le plâtre	521
10.5.3.3	Tests sur la pierre.....	522
10.5.3.4	Tests sur l'enduit.....	523
10.5.3.5	Tests sur le carrelage.....	523
10.5.4	Outils de terrain plus sophistiqués	523
10.5.4.1	Instrument de mesure digital.....	523
10.5.4.2	Outils pour la recherche de l'humidité	523
10.5.4.3	Détecteur de sels ou Nitritest.....	523
10.5.4.4	Outils pour la recherche des ponts thermiques	523
10.5.4.5	Outils pour l'étude des fissures.....	524
10.5.5	Analyses en laboratoire	524
10.5.5.1	Pierre et enduit	525
10.5.5.2	Béton	526
10.5.5.3	Peinture, produit d'imperméabilité et films minces	526
10.5.6	Diagnostic opérationnel et essais préalables	527
10.6	Montage du projet	528
10.6.1	Dossier de ravalement	528
10.6.2	Documents constitutifs du dossier (simplifié).....	529
10.6.2.1	Cahier des clauses administratives générales (CCAG)	529
10.6.2.2	Cahier des clauses administratives particulières (CCAP)	530
10.6.2.3	Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)	530
10.6.2.4	Cahier des clauses particulières (CCP)	531
10.6.2.5	Avant la remise d'offre	531
10.6.3	Appel d'offres.....	532
10.6.3.1	Acte d'engagement	532
10.6.3.2	Organisation des visites	532
10.6.3.3	Dépouillement de l'appel d'offres	532
10.6.4	Marché	535
10.6.4.1	Devis de l'entrepreneur	535
10.6.4.2	Caractéristiques essentielles du marché privé de ravalement	535
10.6.5	Réception.....	536
10.6.5.1	Rôle du gestionnaire dans le processus de réception	536
10.6.5.2	Rôle du maître d'œuvre dans le processus de réception	536
10.6.5.3	Rôle de l'entrepreneur dans le processus de réception	537
10.6.5.4	Rôle du coordonnateur SPS dans le processus de réception.....	537
10.6.5.5	Rôle de l'assureur dans le processus de réception.....	537
10.6.5.6	Objet de la réception	537
10.6.5.7	Procédure de réception en cas de carence du maître d'ouvrage	539
10.6.5.8	Forme de la réception	539
10.6.5.9	Réception avec réserves	539
11	Organisation du chantier	541
11.1	Acteurs du chantier	542
11.1.1	Maître d'ouvrage	542
11.1.2	Maître d'œuvre	543
11.1.3	Entrepreneur	543
11.1.3.1	Appel aux sous-traitants	543

11.1.3.2	Choix de l'entrepreneur.....	544
11.1.3.3	Certifications et labels.....	544
11.1.4	Fabricant.....	547
11.1.5	Contrôleur technique.....	547
11.1.6	Coordonnateur SPS.....	548
11.1.6.1	Surveillance de la mortalité.....	548
11.1.6.2	Mission SPS.....	548
11.1.7	Sécurité contre les effractions.....	548
11.2	Méthodologie de la mise en chantier.....	549
11.2.1	Pour une gestion écologique du chantier.....	549
11.2.1.1	Chaîne des déchets.....	549
11.2.1.2	Catégories de déchets.....	551
11.2.1.3	Gestion des déchets.....	551
11.2.2	Climatologie, date de mise en chantier.....	551
11.2.3	Affichage.....	552
11.2.4	Visite préalable.....	553
11.2.5	Permis de feu.....	553
11.2.6	Stockage et surveillance des produits.....	555
11.2.7	Obligation de résultat : échantillons et tests.....	555
11.2.8	Direction de chantier.....	555
11.3	Aléas de chantier les plus courants.....	556
11.3.1	Risques inhérents.....	556
11.3.2	Produits et modes d'emploi.....	556
11.3.3	Échafaudage de pied.....	556
11.3.4	Risques au cours des phases de ravalement.....	557
11.3.4.1	Phase de protection.....	557
11.3.4.2	Phase de nettoyage et décapage.....	557
11.3.4.3	Phase de décontamination.....	557
11.3.4.4	Phase de réparation.....	557
11.3.4.5	Phase d'amélioration.....	557
11.3.4.6	Phase de dépose des installations.....	557
11.4	Réception et assurances.....	557
11.5	Garanties.....	558
11.6	Récolement des données et carnet d'entretien.....	559
11.6.1	Dossier des ouvrages exécutés (DOE).....	559
11.6.2	Dossier d'intervention ultérieure sur l'ouvrage (DIUO).....	559
11.7	Entretien après livraison.....	560
12	Échafaudages et installation de chantier.....	561
12.1	Histoire de l'échafaudage.....	561
12.1.1	Naissance de l'échafaudage moderne.....	562
12.1.2	Évolution des systèmes.....	563
12.2	Sécurité sur échafaudage.....	563

12.2.1	Réglementation	563
12.2.2	Formation des salariés	564
12.2.2.1	Référentiel de compétences des monteurs d'échafaudage	564
12.2.2.2	Référentiel de compétences des utilisateurs d'échafaudage	564
12.2.3	Organismes chargés de la prévention des risques	565
12.2.3.1	Inspection du travail	565
12.2.3.2	Caisse régionale d'assurance maladie (Cram)	565
12.2.3.3	Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBTP)	565
12.2.3.4	Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des maladies professionnelles et des accidents du travail (INRS)	565
12.3	Échafaudages et moyens de levage	565
12.3.1	Échafaudages de pied	567
12.3.1.1	Réception des échafaudages avant utilisation	569
12.3.1.2	Conformité de l'échafaudage en cours d'utilisation	571
12.3.2	Échafaudages volants	571
12.3.2.1	Échafaudages volants mus au moyen de moulles à cordes	571
12.3.2.2	Systèmes suspendus motorisés	572
12.3.3	Plateformes à mâts	573
12.3.4	Échafaudages en éventail	573
12.3.5	Échafaudages roulants	574
12.3.6	Nacelles et plateformes élévatrices mobiles de personnes (PEMP)	574
12.3.6.1	Nacelles élévatrices	574
12.3.6.2	Caractéristiques des Plateformes élévatrices mobiles de personnes (PEMP)	575
12.3.6.3	Plateformes suspendues	575
12.3.7	Échelles, escabeaux et marchepieds	575
12.3.8	Moyens de levage	577
12.3.8.1	Monte-matériaux	578
12.3.8.2	Recettes	578
12.3.9	Travaux sur cordes	578
12.3.10	Bâches et filets de protection	579
12.3.10.1	Efforts et contraintes sur les bâches	579
12.3.10.2	Signature du chantier	580
12.3.10.3	Couleur des bâches et filets	580
12.3.11	Bâches et publicité	581
12.3.11.1	Réglementation	581
12.3.11.2	Immeubles classés monuments historiques ou inscrits à l'inventaire	581
12.4	Choix de l'échafaudage	581
12.4.1	Analyse des besoins	582
12.4.2	Réception de l'échafaudage	582
12.4.3	Installation d'un échafaudage sur la voie publique	582
12.4.3.1	Clôtures de chantier	583
12.4.3.2	Protection des passants	583
12.5	Outils du ravalement	584
12.5.1	Outils de la pierre	584
12.5.1.1	Outils de taille directe	586
12.5.1.2	Outils abrasifs	586

12.5.1.3	Outils de la pose de la pierre	586
12.5.2	Outils du maçon	586
12.5.2.1	Outillage principal	586
12.5.2.2	Outils de base	587
12.5.2.3	Outils modernes	588
12.5.3	Outils du peintre	588
12.5.3.1	Brosses (ou pinceaux)	589
12.5.3.2	Rouleaux	589
12.5.3.3	Camion à pinceau avec grille d'essorage	589
12.5.3.4	Pistolet	589
12.6	Vie du chantier	589
12.6.1	Cantonnement	589
12.6.1.1	Bungalow de chantier	589
12.6.1.2	Base de vie	590
12.6.2	Hygiène et sécurité	590
12.6.2.1	Hygiène des mains	590
12.6.2.2	Douches de chantier	590
12.6.2.3	Lutte contre les nuisances sonores	591
12.6.3	Moyens de prévention des accidents	591
12.6.3.1	Sauveteur-secouriste du travail	591
12.6.3.2	Matériel de premier secours	591
12.6.3.3	Fiche de consignes	591
Partie 5	Annexes	593
A1	Carnet de ravalement	595
A1.1	Fiche n° 1 – Carnet de ravalement de l'immeuble	597
A1.2	Fiche n° 2 – Relevé de façade	598
A1.3	Fiche n° 3 – Auscultation en profondeur	599
A1.4	Fiche n° 4 – Prescription localisée	600
A1.5	Fiche n° 5 – Cadre de bordereau	601
A1.6	Fiche n° 6 – Marché	602
A1.7	Fiche n° 7 – Procès-verbal de réception	603
A1.8	Fiche n° 8 – DOE	604
A1.9	Fiche n° 9 – DIUO	605
A1.10	Fiche n° 10 – Avant/après	606

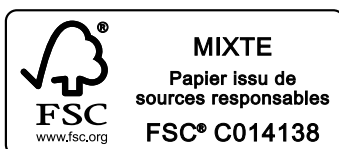
A2	Formulaires administratifs	607
A3	Références réglementaires thématiques	609
A3.1	Propriété	609
A3.2	Copropriété	609
A3.3	Obligations liées aux travaux de ravalement	609
A3.4	Travaux dans un bâtiment existant	609
A3.5	Autorisations d'urbanisme	609
A3.6	Monuments historiques	610
A3.7	Chantier et déroulement des travaux	610
A3.8	Réception et maintenance	610
A3.9	Ravalement à Paris	610
	Bibliographie	611
	Index	613

INFOPRO

digital

Le groupe Infopro Digital, certifié ISO 14001,
est engagé dans une démarche environnementale.
Cet ouvrage est imprimé en UE sur un papier issu de forêts gérées durablement.

Achevé d'imprimer sur les presses de FINIDR
N° d'imprimeur : 126793
Dépôt légal : décembre 2018



Le ravalement

Guide technique, réglementaire et juridique

Le ravalement ne se résume plus à un simple nettoyage des façades : il est devenu un véritable projet d'amélioration du bâti et de l'image de la ville. Depuis la dernière édition de cet ouvrage parue en 2011, la plupart des normes concernant la mise en œuvre des matériaux de façade ont été revues et un certain recul vis-à-vis des nouvelles techniques employées – telles que l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) ou l'enduit monocouche – permet d'aborder le projet de ravalement avec une expertise accrue.

À l'aide de nombreux schémas et photos, *Le ravalement – Guide technique, réglementaire et juridique* fait ainsi la synthèse des techniques et de la réglementation applicables au projet de ravalement, depuis son financement jusqu'au chantier :

- la première partie décrit l'évolution de la politique du ravalement liée à son cadre **réglementaire, administratif, juridique, financier et fiscal**, afin de comprendre l'origine des litiges et apprendre à les déjouer ;
- la deuxième partie présente les méthodes de diagnostic et analyse les **pathologies** des façades par types de parement (pierre, brique, béton, enduits, etc.) ;
- les **techniques** de ravalement et les **procédés** propres à chaque **matériau** sont ensuite décrits en détail. Un nouveau chapitre, entièrement consacré à l'**isolation thermique par l'extérieur**, complète cette troisième partie ;
- la quatrième partie expose la **méthode** qui permet de conduire un **projet** de ravalement du **diagnostic** au **chantier** ;
- en annexe sont fournis un modèle de **cahier de ravalement**, des **formulaires administratifs** et un recueil de **textes officiels**.

Complet et pratique, ce guide s'adresse tout autant aux élus et responsables locaux qu'aux professionnels de la gestion immobilière ou aux maîtres d'œuvre. Les entrepreneurs et artisans y trouveront également toute la palette d'outils permettant de mener à bien leur projet.

François Virolleaud, architecte, coordonnateur SPS, conseil auprès de nombreuses communes de France, de syndicats de copropriété et d'administrateurs de biens, fondateur en 1970 de l'agence *Les Ateliers bleus*, spécialisée dans le ravalement des façades.

Maurice Laurent, architecte DPLG, architecte-voyer général honoraire de la Ville de Paris, consultant et formateur spécialiste des questions de mitoyenneté, servitudes civiles, cours communes, audits de voisinage à l'occasion d'opérations d'aménagement et de construction.

 les ateliers bleus
ateliersbleus@orange.fr

R É F É R E N C E
T E C H N I Q U E
ÉDITIONS
LE MONITEUR

Sommaire

Partie 1. Propreté des façades

1. Une logique urbaine
2. Réglementation et procédures administratives
3. Aspects juridiques et économiques
4. Financement et fiscalité

Partie 2. Pathologie des façades

5. Encrassement et vieillissement des façades
6. Fonctionnalités des façades et pathologie des parements

Partie 3. Ravalement des façades

7. Techniques de ravalement
8. Mise en œuvre
9. Isolation thermique par l'extérieur

Ravalement, couleurs et matières

Partie 4. Projet de ravalement

10. Organisation du projet en copropriété
11. Organisation du chantier
12. Échafaudages et installation de chantier

Partie 5. Annexes

- A1. Carnet de ravalement
- A2. Formulaires administratifs
- A3. Textes officiels

ISSN 1257-9823
ISBN 978-2-281-14221-1



9 782281 142211