



La pathologie des façades

Diagnostic, réparations et prévention

- > La fissuration des façades
- > Les désordres affectant le gros œuvre
- > Les désordres affectant les revêtements

Sommaire

Partie I

La fissuration des façades - Généralités 3

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Introduction | 5 |
| 2. | Le vocabulaire | 6 |
| 3. | Les différentes fissures | 6 |
| 3.1 | Les fissures affectant les poutres en béton armé | 6 |
| 3.2 | Les fissures affectant les murs en béton ou en maçonnerie | 8 |
| 3.3 | Les fissures affectant les enduits ou revêtements minces | 12 |
| 3.4 | La fissuration propre aux enduits hydrauliques | 13 |
| 4. | La réparation des fissures de façade | 14 |
| 4.1 | Le suivi de la fissuration | 15 |
| 4.2 | La réparation proprement dite | 18 |

Partie II

Les désordres affectant le gros œuvre25

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | Les tassements du sol d'assise | 27 |
| 1.1 | Présentation | 27 |
| 1.2 | Reconnaître une pathologie de fondations | 29 |
| 1.3 | Le diagnostic | 30 |
| 1.4 | Cas des tassements sur sols argileux | 33 |
| 1.5 | Cas des tassements différentiels | 36 |
| 1.6 | Les réparations | 40 |
| 1.7 | La prévention des pathologies de fondations | 43 |
| 2. | Les effets des déformations de flexion des poutres supportant les façades | 48 |
| 2.1 | Position du problème | 48 |
| 2.2 | Identification des causes | 48 |
| 2.3 | La fissuration à la jonction entre le béton et les maçonneries | 50 |
| 2.4 | La voûte de décharge | 52 |
| 2.5 | Le calcul des flèches | 53 |
| 2.6 | Quelques situations caractéristiques | 56 |
| 2.7 | Les réparations | 58 |
| 2.8 | La prévention des désordres | 58 |
| 3. | Les pathologies des murs en maçonnerie et en béton | 60 |
| 3.1 | Présentation du phénomène de retrait et de dilatation | 60 |
| 3.2 | Les différents types de retrait du béton | 61 |
| 3.3 | Les causes du retrait du béton | 62 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.4 | Le retrait du béton et des maçonneries | 63 |
| 3.5 | Les déformations d'origine thermique (retrait et dilatation) | 68 |
| 3.6 | Le cas particulier des fissures de plancher | 69 |
| 3.7 | Les pathologies des murs en briques | 70 |
| 3.8 | Pathologies des façades en pavés de verre | 76 |
| 3.9 | Prévenir les pathologies des murs en maçonnerie et en béton | 80 |
| 4. | La corrosion des armatures en acier et l'éclatement du béton | 95 |
| 4.1 | Présentation | 95 |
| 4.2 | Manifestation de la pathologie et diagnostic | 96 |
| 4.3 | Les réparations | 100 |
| 4.4 | Prévenir la formation d'éclats du béton et respecter les règles de l'art | 105 |

Partie III

Les désordres affectant les revêtements 107

| | | |
|-----|--|-----|
| 1. | Les pathologies des enduits de façade à base de liants hydrauliques | 109 |
| 1.1 | Présentation des enduits à base de liants hydrauliques | 109 |
| 1.2 | La fissuration des enduits | 114 |
| 1.3 | Les défauts d'aspects | 121 |
| 1.4 | Réparer les désordres | 126 |
| 1.5 | Prévenir les désordres | 127 |
| 2. | Les pathologies des revêtements plastiques épais et revêtements souples d'imperméabilité | 135 |
| 2.1 | Présentation des revêtements | 129 |
| 2.2 | Les facteurs de risques communs aux RPE et RSI | 136 |
| 2.3 | Les désordres : identification et prévention | 141 |
| 2.4 | Comment choisir le revêtement souple d'imperméabilité venant réparer une façade fissurée ? | 144 |
| 3. | Les systèmes d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant (ITE) | 146 |
| 3.1 | Présentation | 146 |
| 3.2 | Le déroulement des travaux | 146 |
| 3.3 | Les désordres : identification et prévention | 147 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 3.4 | Prévenir les pathologies en rénovation grâce aux règles professionnelles ETICS..... | 150 |
| 4. | Les pathologies des façades carrelées..... | 153 |
| 4.1 | Présentation du revêtement en carrelage collé..... | 153 |
| 4.2 | Le décollement : principale pathologie des façades carrelées | 153 |
| 4.3 | Diagnostic et réparations des désordres.... | 158 |
| 4.4 | Prévention et règles de l'art (d'après prescriptions particulières au NF DTU 52.2 P1-1-2) | 159 |
| | Index | 163 |

La fissuration des façades

Généralités

1. Introduction

Que désigne le mot fissure ? Devant un même désordre, certains emploieront le terme « faïençage », d'autres parleront de microfissures. Qu'entend-on par fissure active ou fissure de cisaillement ?

Il est nécessaire de comprendre tous ces termes et d'adopter un vocabulaire précis. Savoir analyser l'origine de la fissuration est indispensable, à la fois pour déterminer le mode de réparation et la responsabilité des acteurs.

Pour éviter un mauvais diagnostic, la connaissance des principes de la résistance des matériaux est indispensable. Le simple bon sens ne suffit pas toujours, et bien des confusions sont faites en son nom.

Force est toutefois de convenir que certaines situations ne sont pas toujours simples à analyser. C'est particulièrement vrai si le désordre qui se produit est d'apparition récente et surtout de faible intensité.

Autre point pouvant conduire à polémique : doit-on réparer ? La réparation relève-t-elle de la garantie décennale, voire d'une autre garantie qui s'impose aux constructeurs ou bien du simple entretien courant ? La question posée est souvent celle-ci : la fissure qui s'est ouverte présente-t-elle un caractère de gravité ?

Certains vont parler de fissure infiltrante, d'autres de fissure traversante. Et s'il s'agit d'une microfissure, c'est-à-dire d'une fissure de très faible ouverture, il y a tout lieu de penser qu'un tel désordre restera sans conséquences. Au pire il sera facile à réparer. C'est souvent exactement le cas contraire. Une très fine fissure, d'apparence banale, pourra conduire à des infiltrations d'eau dans un bâtiment et se révélera délicate à réparer. Les travaux qui en découleront seront coûteux pour autant que l'aspect général de la façade ne soit pas dégradé par la réparation.

Le mécanisme qui conduit à l'apparition des fissures est toujours le même :

- Avant fissuration, la structure se déforme. Des contraintes se développent dans la matière. Les fissures apparaissent lorsque ces contraintes deviennent excessives, et dépassent la capacité de résistance de la matière. La fissure traduit une rupture du matériau. Il s'agit souvent d'une rupture de « traction ». Le béton et les maçonneries résistent mal à ce type de sollicitation.
- Après fissuration, les contraintes se redistribuent et cette redistribution peut conduire à des dépassements de capacités dans d'autres zones qui peuvent se fissurer à leur tour. Des déformations importantes se produisent, elles peuvent entraîner des effondrements, ce qui est assez rare. Le plus souvent, une nouvelle situation d'équilibre est trouvée ; la structure s'est adaptée en quelque sorte aux sollicitations auxquelles elle a été soumise.



Figure 1 : Devant un désordre de cette ampleur, on emploie le terme « lézarde » pour qualifier la fissuration qui apparaît entre deux corps de construction.

- Sollicitation de moment fléchissant

Les fissures liées à un défaut de portance des fondations pourront aussi avoir une allure horizontale, par exemple lorsque c'est l'angle de la maison qui s'enfonce ou quand la fissure apparaît au niveau du soubassement, sous l'arase du dallage.

1.3 Le diagnostic

1.3.1 Identifier une pathologie de fondations

Il n'existe donc pas de règle simple, à la vue de fissures, pour affirmer que les désordres observés sont la conséquence ou non d'un mauvais comportement des fondations. La connaissance des bases de la résistance des matériaux est nécessaire comme une bonne expérience professionnelle du sujet. C'est ainsi qu'il est faux de conclure qu'un tassement s'accompagne toujours de fissures à 45°, mais un mur coupé par des fissures à 45° subit presque toujours les effets d'un tassement...

Il faut aussi savoir lire à travers l'enduit qui décore la façade et dissimule des renforts dans la structure qui restent invisibles et modifient le trajet escompté des fissures : il s'agit en tout premier lieu des linteaux et des chaînages.

Enfin, lorsque des fissures d'une certaine ampleur coupent les façades d'une maison et sont attribuées à un tassement, on observe systématiquement des désordres à l'intérieur de l'ouvrage. En effet, les cloisons de doublage sont bloquées autour des menuiseries extérieures, elles-mêmes solidaires du gros œuvre. À la fissuration des façades répondra la fissuration des cloisons. Ces dernières seront d'autant plus affectées qu'elles auront été bâties avec des éléments fragiles : les cloisons en briques plâtrières sont bien sûr plus sensibles que les cloisons montées avec des plaques de plâtre cartonnées.

Dans le même esprit, il est fréquent de constater le blocage ou le mauvais fonctionnement des menuiseries extérieures attachées à la façade lorsqu'un tassement se produit.

1.3.2 Établir le diagnostic

Lorsque la fissuration de la façade possède une certaine ampleur et qu'un mouvement des fondations est pressenti, le technicien ou l'expert en charge de la gestion du sinistre dispose de nombreux moyens pour établir son diagnostic. Il pourra :

- examiner les plans de fondations ou faire réaliser des fouilles de reconnaissance ;
- lire l'étude de sol s'il en existe une ou solliciter un géotechnicien ;
- questionner les occupants : la date d'apparition des fissures pourra être corrélée ou non avec une période de sécheresse ou, au contraire, très pluvieuse ;
- prendre connaissance de la carte géologique ;
- vérifier si la construction se trouve ou non sur une zone sensible à l'aléa retrait-gonflement et cartographiée par le BRGM (site Internet www.argiles.fr) ; (paragraphe 1.7.5, p. 46)



Figure 4 : La semelle a fléchi, insuffisamment soutenue par le sol. Une fissure s'ouvre entre le plancher et le soubassement.



Figure 5 : Fissuration d'une cloison de doublage en briques. Si la façade est également fissurée au droit de cette ouverture, on peut conclure que l'on est en face d'un tassement.

Pourquoi un tel développement de la corrosion des aciers alors que le béton a l'heureuse propriété de protéger les armatures incorporées au coulage ? On dit que les armatures sont « passivées » par le béton, pérennisées en quelque sorte.

Les explications relèvent de la chimie minérale et de l'électrochimie. De nombreuses études ont été menées pour comprendre, réparer et bien sûr prévenir la formation d'éclats de béton. Les mécanismes qui seront sommairement décrits par la suite restent assez complexes. Plusieurs facteurs doivent être intégrés, notamment l'environnement de l'ouvrage.

Des méthodes traditionnelles de réparation existent. Elles présentent des lacunes. Des méthodes innovantes sont parfois mises en œuvre par des entreprises spécialisées. Elles supposent le recours à des mesures permettant de poser un diagnostic précis de l'avancement de la pathologie.

Les gestionnaires d'ouvrages sont ainsi parfois confrontés à une problématique délicate.

Quant aux règles de l'art, elles tendent à orienter les réalisateurs vers l'adoption de précautions de plus en plus sévères, relatives d'une part à la composition du béton, et d'autre part, à l'enrobage des armatures.

4.2 Manifestation de la pathologie et diagnostic

4.2.1 Description de la pathologie

L'apparition d'une discrète fissure précède la formation de l'éclat proprement dit. La corrosion de l'acier, alors moins bien protégé, s'accélère. Un morceau de béton se détache de la façade, l'armature est visible. L'observateur attentif constate l'expansion et le feuilletage de l'acier, témoins de sa corrosion.

La formation d'éclats de béton s'accompagne parfois de coulures rouille, disgracieuses à la surface de la façade.

Les éclats de béton peuvent se produire tant au droit d'aciers de faible diamètre qu'au droit de barres plus importantes. C'est la qualité du béton et la valeur de l'enrobage de l'armature qui conditionnent l'apparition d'un éclat dans un point plutôt qu'un autre.

La chute au sol de petits blocs de béton peut bien évidemment se révéler dangereuse pour les passants et doit être appréhendée par le propriétaire de l'ouvrage lors du ravalement de la façade. Elle peut à long terme se traduire par la coupure de l'armature affectée. La solidité de l'ouvrage peut s'en trouver affectée.

Si ledit éclat survient pendant la période de garantie décennale, le ou les constructeurs devront en répondre. Mais, en pratique, la survenance d'éclats de béton se produit plutôt passé 10 ans.



Figure 121 : Éclat de béton autour de l'armature d'un poteau insuffisamment enrobée.



Figure 122 : Éclat de béton autour de l'armature d'un bandeau de façade. L'éclat se forme puis se détache.

4.4 Prévenir la formation d'éclats du béton et respecter les règles de l'art

Le concepteur devra procéder à une analyse de risque et adopter les précautions utiles.

- Quel est l'environnement de l'ouvrage, son exposition ?
- Quel type de béton retenir ?
- La surface de la façade sera-t-elle ou non revêtue d'une peinture ou d'un enduit ?
- Comment faut-il enrober les armatures ?
- Peut-on limiter les risques de corrosion des armatures en adoptant des dispositions originales ?

Il est bien évident qu'un ouvrage de prestige, construit en béton laissé apparent ou béton architectonique ne devra pas être réalisé comme les façades d'un immeuble bâti en ville et couvert d'un enduit ou d'un revêtement plastique apportant une protection efficace contre la pénétration du gaz carbonique et de la pluie.

Dans le premier cas, il sera impératif de bien enrober les armatures. L'utilisation d'un béton peu poreux, par exemple de type BHP ou hydrofugé s'imposera.

Dans la deuxième situation, les précautions à prendre seront moindres.

Lorsque les risques sont importants, par exemple pour réaliser des voiles minces, il est possible de mettre en œuvre des armatures spéciales protégées de la corrosion, en acier galvanisé ou en acier inoxydable, voire en fibre de verre. Quelques réalisations existent en France mais ces techniques sont plus fréquemment employées à l'étranger. Elles conduisent, s'agissant des armatures en fibre de verre, à des calculs spécifiques.

Une telle option peut se révéler économique car les contraintes d'enrobage seront moins sévères et les risques de corrosion beaucoup plus faibles.

Il est également possible d'utiliser des inhibiteurs de corrosion à titre préventif : ce sont des adjuvants incorporés lors de la fabrication du béton, des produits pulvérisés en fin de chantier, à base de silane ou de monofluorophosphate de sodium. Des fabricants proposent aussi d'incorporer dans le béton des anodes sacrificielles raccordées aux armatures, afin de prévenir leur corrosion.

Ces techniques ont un caractère qui pour l'heure reste expérimental.

En pratique, bien enrober les armatures reste fondamental.

Les règles BAEL prescrivaient les enrobages suivants :

- 5 cm pour les ouvrages situés en bord de mer, soumis aux embruns ou à des atmosphères très agressives ;
- 3 cm pour les parois non coffrées soumises à des atmosphères agressives ;
- 2 cm pour les parois exposées aux intempéries.

2. Les pathologies des revêtements plastiques épais (RPE) et revêtements souples d'imperméabilité (RSI)

2.1 Présentation des revêtements

La réalisation d'un revêtement peinture épais (RPE, en remplacement de l'ancien vocable revêtement plastique épais) et l'application d'un revêtement souple d'imperméabilité (RSI) constituent des travaux traditionnels relevant respectivement du DTU 59.1 (version révisée en 2010) pour les RPE et du DTU 42.1 (version 2007) pour les RSI.

RPE et RSI, bien que formulés les uns et les autres à base de résines vinyliques ou acryliques en phase aqueuse, montrent des propriétés néanmoins différentes. Ils sont donc employés dans des situations différentes, sur béton et autres maçonneries.

Les RPE s'appliquent en neuf ou en entretien, sur des supports ne présentant pas de fissures. Ils masquent, tout au plus, le faïençage d'un enduit hydraulique.

Les RSI sont adaptés aux bétons et aux maçonneries affectés de fissures, ou aux parois poreuses, car ils sont d'une part étanches à l'eau, sous forme liquide, d'autre part souples, donc résistants à la fissuration du substrat.

Ils sont très couramment utilisés en réparation.

Les RPE forment un film pouvant atteindre plusieurs millimètres d'épaisseur.

Les RSI peuvent s'appliquer sous des épaisseurs variables selon leur classe (I1 à I4) et selon le choix de la finition. Ainsi, leur mise en œuvre conduit à la formation de films semi-épais (épaisseur minimale 200 micromètres en finition lisse pour un revêtement de classe I1) à des films épais (1,5 à 2 millimètres) en cas de choix d'une finition structurée (talochée, grain de marbre, etc.). Ils se distinguent ainsi des peintures dites « de film mince » (classement D2) dont l'épaisseur est inférieure à 200 micromètres.

Les RPE n'ont pas pour fonction d'assurer l'étanchéité d'une façade. Ils ont une vocation décorative et sont classés D3 par la norme NF P 84403, et spécifiés par la norme NF T 34720.

RSI et RPE peuvent dans certains cas souffrir de pathologies identiques. L'application des RSI peut toutefois conduire à des désordres bien spécifiques.

Tableau 6 : Revêtements organiques de façade (d'après norme NF P 84403)

| Fonction essentielle | Décorative | | | Imperméabilité | | | |
|--|----------------|--------------------------|------------|--|----|----|----|
| | D1 (hydrofuge) | D2 (peinture film mince) | D3 RSE RPE | I1 | I2 | I3 | I4 |
| Classe | | | | Revêtements souples d'imperméabilité (RSI) | | | |
| DTU de référence | 59.1 | | | 42.1 | | | |
| Les finitions de ces revêtements peuvent se décliner sous différents aspects : roulé, taloché, grésé, ribbé... | | | | | | | |
| RPE : Revêtement de peinture épais (exemple : revêtement plastique épais, modification apportée par la révision du DTU 59.1 « Peinture »). | | | | | | | |
| RSE : Revêtement semi-épais. | | | | | | | |
| RSI : Revêtement souple d'imperméabilité (selon la version révisée de novembre 2007 du DTU 42.1). | | | | | | | |