

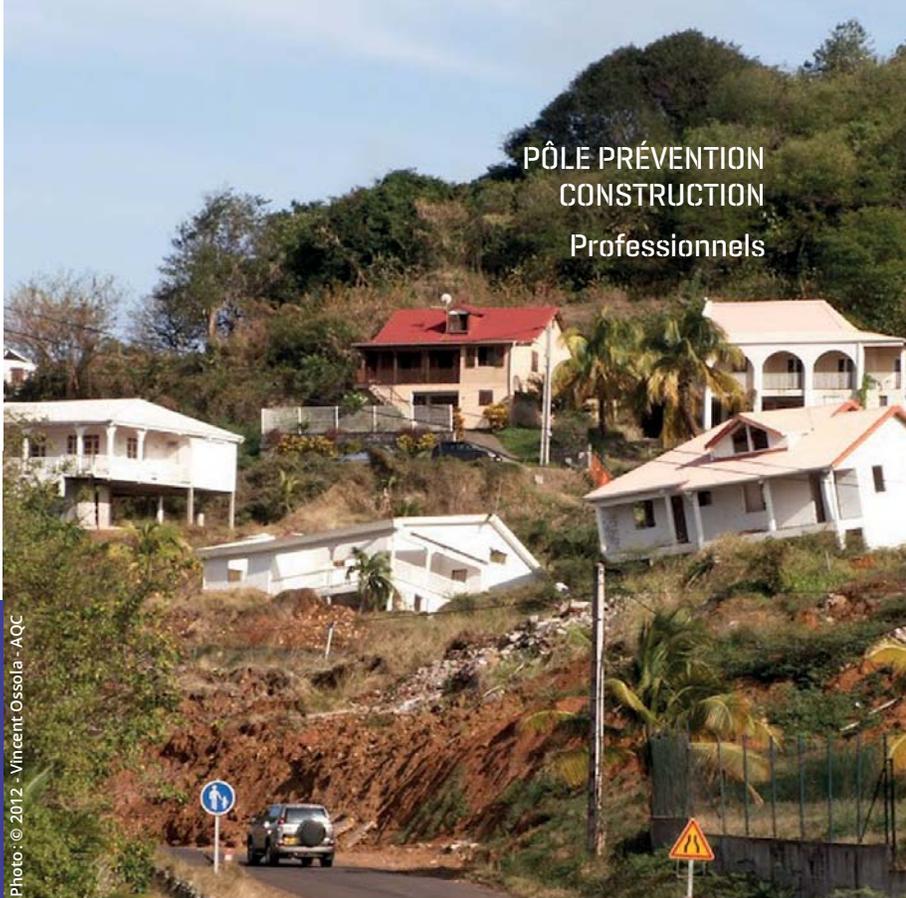


Prévenir les désordres,  
améliorer la qualité  
de la construction



EXCELLENCE  
**SMA**  
FONDATION D'ENTREPRISE  
DES MÉTIERS DU BTP

Photo : © 2012 - Vincent Ossola - AQC



PÔLE PRÉVENTION  
CONSTRUCTION  
Professionnels

# FICHES PATHOLOGIE BÂTIMENT

SPÉCIAL **OUTRE-MER**



# Préambule

Pour la première fois, l'Agence Qualité Construction et la Fondation Excellence SMA publient un fascicule *Fiches pathologie bâtiment* traitant exclusivement des pathologies rencontrées par les professionnels sur les bâtiments de l'Outre-mer. Ce contenu est un extrait « en avant-première » de la prochaine mise à jour du classeur *Fiches pathologie bâtiment* qui paraîtra en 2018. Ce contenu est disponible également sur l'AppliQC®.

Les départements et régions d'Outre-mer (*DROM*) possèdent une grande variété de géographies et de climats au sein d'un même territoire et peuvent être sujets à des situations potentiellement extrêmes (*cyclones, séismes...*). Les expositions climatiques peuvent également être très sévères (*forte température, humidité, intenses précipitations...*) et variables selon les régions. Les conséquences sont souvent dramatiques tant pour les constructions que pour les hommes.

D'une part, les principes constructifs courants diffèrent de ceux de la métropole et doivent pouvoir s'adapter à ces contraintes. D'autre part, le cadre réglementaire présente également ses spécificités telles que des dispositions complémentaires appliquées aux Règles de l'art communément admises, l'application par défaut des DTU, des Avis Techniques sans extension DROM pour la plupart.

Ces fiches ont été réalisées pour répondre aux principaux désordres spécifiques rencontrés dans ces territoires et rédigées en collaboration avec les experts construction officiant dans les DROM. Vous trouverez, dans les pages suivantes, des fiches totalement dédiées, ou bien des encarts spécifiques dans des fiches existantes, le logo Outre-mer servant à chaque fois de point de repère.

Destinées aux professionnels en activité, mais aussi aux futurs professionnels et à leurs formateurs, les informations simples, condensées et claires, contenues dans ce support contribuent à améliorer la qualité des ouvrages en prévenant les désordres. C'est la mission que poursuivent ensemble l'Agence Qualité Construction et la fondation Excellence SMA depuis bientôt 25 ans.



Philippe Estingoy  
Directeur général  
Agence Qualité Construction



Gérard Laurent  
Président  
Fondation Excellence SMA



# Agence Qualité Construction



*Prévenir les désordres, améliorer la qualité de la construction*  
Association loi de 1901

L'Agence Qualité Construction (AQC) est une association loi de 1901 et prend ses racines dans le dispositif mis en place par la loi du 04 janvier 1978, dite « loi Spinetta », relative à la responsabilité et à l'assurance dans le domaine de la construction.

Créée en 1982, l'Agence Qualité Construction (AQC), regroupe les principales organisations professionnelles de la construction autour d'une même mission : prévenir les désordres dans le bâtiment et améliorer la qualité des constructions. Son fonctionnement garanti aux acteurs de la construction un cadre de travail unique et neutre, structuré en trois pôles : observation, prévention, communication.

Financée à l'origine par un fonds alimenté obligatoirement par les assureurs, elle est, depuis 2005, financée par les « constructeurs » dans le cadre d'une convention quinquennale dans laquelle, en contrepartie d'actions de l'AQC, ils s'engagent à une contribution volontaire collectée par les assureurs.

L'AQC est le lieu de travail et d'échanges de 44 organismes membres qui représentent la quasi-totalité des acteurs français de la construction.

## LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES

### LES MAÎTRES D'OUVRAGE ET LES CONSOMMATEURS



### LES ENTREPRISES DU BÂTIMENT



### LES MAÎTRES D'OEUVRE



### LES INDUSTRIELS FABRICANTS



### LE CONTRÔLE TECHNIQUE



### LES SOCIÉTÉS ET MUTUELLES DE L'ASSURANCE



### LES ORGANISATIONS D'EXPERTS



## LES ORGANISMES DE QUALIFICATION ET DE CERTIFICATION



## LES CENTRES TECHNIQUES



## LES AUTRES ORGANISMES CONCERNÉS PAR LA QUALITÉ



## L'ÉTAT REPRÉSENTÉ PAR LE MINISTÈRE EN CHARGE DE LA CONSTRUCTION



## LES MEMBRES ASSOCIÉS



Membres de l'AQC au 1<sup>er</sup> janvier 2018

## Pôle observatoire

Pour prévenir les désordres, la première étape consiste à les connaître. Pour cela l'AQC se repose sur l'Observatoire de la Qualité de la Construction qui est construit autour de 4 dispositifs.

### Les quatre dispositifs de l'Observatoire de la Qualité de la Construction



## Pôle prévention produits

Le pôle Prévention Produits se mobilise sur les pathologies relatives aux produits/procédés industriels et sur les textes qui régissent leur mise en œuvre. La durabilité des matériaux et la connaissance des techniques de mises en œuvre sont les principaux enjeux pour évaluer l'assurabilité et donc le développement de nouveaux procédés. Le pôle Prévention Produits, grâce à ses publications, accompagne les professionnels pour maîtriser les risques liés à l'innovation.

Il a 3 objectifs clés :

- tenir compte des enseignements de la pathologie pour améliorer les produits et les textes qui régissent leur mise en œuvre ;
- éviter que de nouveaux produits ou textes ne soient à l'origine d'une sinistralité importante et répétée ;
- attirer l'attention des professionnels lors de leurs choix techniques sur des produits et/ou procédés susceptibles de présenter des désordres.

Le champ traité est vaste puisqu'il couvre : le domaine traditionnel et non traditionnel : normes et Documents techniques unifiés (NF DTU), Recommandations professionnelles RAGE, Règles professionnelles ; Avis Techniques (ATec) et Documents Techniques d'Application (DTA).

Le pôle Prévention Produits mis en œuvre met à jour un outil d'analyse de risques pour les acteurs de la construction permettant de distinguer les techniques courantes des techniques non courantes.

Les communications du pôle Prévention Produits, sont disponibles sur le site de l'AQC, dans la rubrique « Nos Ressources ».

## Pôle prévention construction

Le pôle Prévention Construction traite des pathologies qui trouvent leur source dans les défauts de conception ou d'exécution comme les interfaces entre les acteurs.

Ces problématiques sont généralement dues à des manques de communication ou d'organisation, des insuffisances de connaissances et de savoir-faire des personnes participant à l'acte de construire.

Ainsi, après identification des causes d'une pathologie, des outils sur les points sensibles sont élaborés et mis à disposition des différents acteurs autour de thématiques :

- organisationnelles entre les acteurs;
- techniques (*conception et mise en œuvre*);
- juridiques, relatives aux responsabilités engagées.

Pour mener ces actions, les représentants des différents acteurs se réunissent au sein de la Commission Prévention Construction (CPC) qui, définit les sujets sources de pathologies constatées puis valide les supports de communication. Ces travaux sont réalisés au sein de groupes de travail.

Chaque acteur de la construction peut retrouver sur le site Internet de l'AQC des informations de prévention précises et libres d'accès.

Ces différentes ressources, produites par le pôle Prévention Construction, sont accessibles sur ce site, à la rubrique « Nos Ressources ».





# Fondation Excellence SMA

Fondation d'entreprise de SMABTP créée en 1994



La fondation EXCELLENCE SMA est une fondation d'entreprise entièrement vouée à la qualité dans la construction et à la prévention. Elle s'est imposée au fil du temps comme une référence en matière de prévention des pathologies et de la maîtrise des risques dans la construction. Ses missions sont multiples :

- sensibiliser le plus grand nombre de professionnels du BTP pour prévenir les risques dans la construction et les aider à mettre en oeuvre des démarches d'amélioration et de progrès ;
- former et informer les acteurs de la construction et notamment des jeunes en apprentissage et en alternance ;
- valoriser la qualité, le respect des règles de l'art et l'excellence professionnelle,
- améliorer la sécurité des biens et des personnes sur les chantiers ;
- comprendre les pathologies pour mieux anticiper les effets et prévoir des dispositifs de prévention adaptés, agir pour la prévention des risques automobiles dans le BTP.

Dès l'origine, la gouvernance de la fondation Excellence SMA, avec la CAM btp et L'Auxiliaire, a intégré des personnalités qui font autorité dans le secteur de la construction et qui participent à l'élaboration de la stratégie d'Excellence SMA : l'AQC, Qualibat, la FFB, la FNTP, la FPI, un représentant des experts de l'assurance construction ainsi qu'un représentant de SOCABAT.

Au fil des années la fondation Excellence SMA a noué des partenariats avec des acteurs référents de la filière construction :



CAM btp





Intégrés dans le maillage régional de SMABTP, les experts-conseils de SOCABAT GIE sont des professionnels, architectes et ingénieurs bâtiment ou génie civil, ayant une grande expérience du monde de la construction. Leur mission va bien au-delà du rôle habituel de l'expert dans le règlement des sinistres : aide à la décision, optimisation des choix, valorisation et diffusion des connaissances (*notamment via les Rencontres de l'Excellence*), assistance technique. SOCABAT GIE contribue fortement à la qualité de la construction et à la prévention des désordres.

Efficiente et concrète, Excellence SMA s'est distinguée par de nombreuses réalisations auprès de tous les acteurs du BTP.

## Sensibiliser les professionnels

Au-delà des Fiches pathologie bâtiment, objet de ce fascicule, d'autres actions sont menées par la fondation Excellence SMA.

### *Les Colloques*

Chaque année, Excellence SMA organise un colloque dans le but de réfléchir aux mutations techniques, économiques et sociales de ce secteur. Ces rendez-vous thématiques font le point sur les conséquences des bouleversements, dégagent les perspectives d'évolution des risques et des responsabilités.

### *Les Rencontres de l'Excellence*

Chaque année, près de 100 réunions ont lieu dans tous les départements de France et d'Outre-mer avec la participation des instances professionnelles du BTP et de la construction. Elles abordent les problématiques les plus actuelles en termes de pathologies et de risques sous le triple angle technique, juridique et assurantiel.

### *La prévention Automobile*

La fondation propose gratuitement des outils pédagogiques, des réunions en région, des sessions de formation à la prévention des risques routiers dans le BTP afin d'aider les entreprises à mieux prendre en charge ce risque à fort enjeu.

## Encourager la recherche

Pour améliorer l'état des connaissances dans un domaine particulièrement évolutif, Excellence SMA s'associe à des projets de recherches et d'études avec des organismes de référence tels le CNRS, le CSTB ou l'Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil (*IREX*) qui porte le projet MINnD sur la modélisation numérique.

## Auprès des jeunes

Pour préparer l'avenir, la fondation s'est, de longue date, associée aux Olympiades des métiers; elle parraine des concours professionnels, mène des actions concrètes et s'engage auprès des Centres de Formation d'Apprentis (CFA) avec le CCCA-BTP.

## Prix et concours

Des récompenses prestigieuses encouragent le partage des connaissances et la diffusion des bonnes pratiques auprès des chercheurs, des étudiants, des artisans et des entreprises :

- les trophées « Thèses » (*travaux de recherche et d'études*);
- les trophées de l'Excellence (*actions novatrices et exemplaires*);
- le prix spécial de l'Association des maîtres d'ouvrage (AMO), dont l'objet est la qualité architecturale et urbanistique.





# Sommaire

## Fondations et infrastructures

- 1 Glissement de sols et désordres des murs de soutènement en milieu tropical..... 13

## Structures et gros œuvre

- 2 Humidité en sous-sol des bâtiments ..... 19
- 3 Les attaques des bois par les agents biologiques ..... 25

## Toitures et charpentes

- 4 Infiltrations d'eau des couvertures en milieu tropical ..... 31
- 5 Toiture-terrasse et coursives en milieu tropical ..... 35

## Enveloppes et revêtements extérieurs

- 6 Infiltrations d'eau par les liaisons menuiserie extérieure/gros œuvre ..... 41
- 7 Infiltrations d'eau par seuil de porte-fenêtre ..... 47
- 8 Revêtements extérieurs sur ouvrages neufs ..... 51

## Équipements

- 9 Installations photovoltaïques en milieu tropical ..... 57





## OUTRE-MER

# Glissement de sols et désordres des murs de soutènement en milieu tropical

## 1 Le constat

La typologie des sols principalement rencontrés dans les DROM correspond à des îles volcaniques. Les sols sont composés de différentes couches de lave correspondant à des coulées successives. La qualité de chaque strate dépend du type d'éruption, d'où la succession de roches compactes de bonne résistance (*de 3 à 10 bars*), de roches altérées de résistance moyenne (*entre 1,5 et 3 bars*) et de couches de scories de qualité médiocre (*< à 1,5 bar*). Des sols de type sableux bénéficiant d'une bonne résistance à la compression mais d'une cohésion nulle sont rencontrés sur les zones littorales.

Plus rarement, des sols sensibles aux variations hydriques, à granulométrie fine de type argile, pseudo-gonflantes sont observés dans les anciens méandres des ravines. Bien que peu fréquents, ces sols sont à l'origine des sinistres les plus coûteux.

La topographie, la nature des sols et le contexte climatique particuliers (*expositions cycloniques, précipitations importantes*) des DROM, en concomitance avec les contraintes d'urbanisme (*densification du bâti et extension des constructions sur les hauteurs ou sur des terrains en pente*) ont nécessité

la réalisation de murs de soutènement, favorisant l'émergence de pathologies.

Ces ouvrages peuvent être de hauteur limitée (*moins de 2 mètres*), mais également présenter des hauteurs de 5 à 6 mètres. Les ouvrages rencontrés sont de plusieurs types :

- des murs-poids, constitués d'un assemblage de moellons (*pierres extraites localement, souvent volcaniques*), en maçonnerie de petits éléments, maçonnés au mortier ;
- des murs en béton banché ;
- parois cloutées ou ancrées, rencontrées en stabilisation des décaissements en terrain rocheux (*alternance de scories et de roche compacte rendant les parois instables*) ;
- des parois berlinoises.

Les désordres affectant des murs de soutènement se traduisent principalement par :

- des fissurations ;
- des bombements ;
- des tassements ;
- des poinçonnements ;

conduisant à des déversements, glissements, pouvant aller jusqu'à des effondrements survenant lors d'épisodes pluvieux ou en période cyclonique. Les premiers désordres arrivent généralement entre 2 et 3 ans après la date de réception de l'ouvrage.

## 2 Le diagnostic

Les désordres affectant les murs de soutènement prennent leur origine à différentes étapes de la conception et de la réalisation de l'ouvrage.

■ La cause principale est l'absence ou mauvaise prise en

compte des contraintes générées par l'eau, au niveau :

- du massif drainant (*matériaux locaux inadaptés, car imperméables, servant au remblaiement, approvisionnement en quantité insuffisante, non-respect des gradients de granulométrie du terre d'infiltration...*) ;
- des drains (*positionnement du*

*drain, pente, positionnement des fentes, utilisation inadaptée de drains agricoles...*) ;

- du non-respect du sens de pose du géotextile drainant ;
- de l'absence de barbacanes.

■ Le mauvais dimensionnement est également source de désordres (*mauvaise prise en*

compte des poussées des terres, des coefficients de frottement interne des terres, absence de prise en compte des poussées hydriques, des contraintes d'exploitations aussi bien sur la partie inférieure que supérieure, contrainte supérieure à celle envisagée sous la semelle...). Il peut induire une sous-estimation des contraintes et un déplacement des points d'application des efforts. Ceci peut conduire à un basculement voire un renversement de l'ouvrage (schémas ci-dessous).

■ L'absence d'étude géotechnique, ne permet pas de prendre en compte la présence de scories volcaniques (qui peuvent modifier la portance du sol) ou de statuer sur le risque de grand glissement.

■ Un défaut d'exécution de l'ouvrage (positionnement des armatures, défaut de continuité de chaînage, absence de joints de dilatation...) peut s'avérer préjudiciable au comportement de l'ouvrage.

■ Les défauts d'exécution sont le plus souvent relatifs à un remblaiement mal réalisé (réalisé par couches trop épaisses, avec des engins inadaptés, talutage en tête trop prononcé...), réalisé prématurément (temps de

prise des ouvrages béton non respecté), avec des matériaux inadaptés (ex : matériaux argileux, imperméables ou pollués).

De plus, en fonction du territoire considéré, la combinaison d'une eau abondante et d'un sol volcanique riche en minéraux (*altération et lessivage des roches et des sols*) peut entraîner une forte agressivité de l'eau (ions en solution) en contact avec les ouvrages en béton.

### Murs de soutènement, en maçonnerie de petits éléments et en moellons de pierres maçonnées

Dans certains cas, notamment pour les soutènements de faible hauteur, il s'agit de petites entreprises de maçonnerie qui construisent un mur pour un particulier, sans respect des règles de l'art, ni intervention d'un BET pour la conception et le dimensionnement de l'ouvrage. Pour ces types d'ouvrage, les désordres sont liés à :

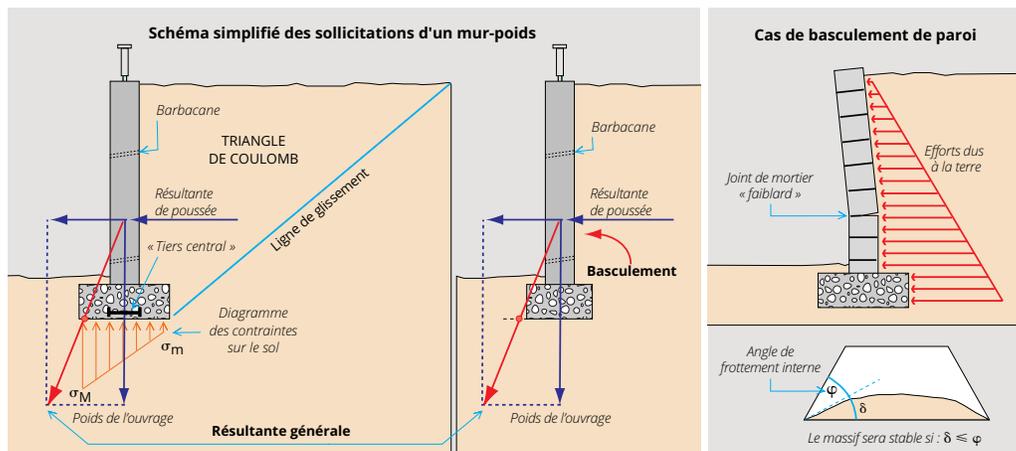
- un défaut d'ancrage de la base élargie dans le sol (*mauvaise géométrie sur la largeur ou l'épaisseur de la semelle...*), pouvant entraîner un basculement de l'ouvrage ;
- une accumulation d'eau sur la face côté terre avec une poussée hy-

drostatique importante, renforcée par un défaut ou une absence de drainage et une insuffisance d'évacuation par barbacane. En effet, en période cyclonique, les précipitations sont telles qu'elles créent d'importantes poussées hydrauliques sur ce type d'ouvrage. Les défauts des systèmes d'évacuation des eaux de ruissellement, l'absence ou l'inefficacité du système de drainage ne permettent aucune décharge hydraulique derrière le mur ;

- en complément, des défauts de dimensionnement (*fondation, ferrailage, continuité d'armatures...*) ne permettent pas au mur de soutènement de s'opposer à la poussée des terres saturées et celui-ci s'effondre côté libre.

### Murs en béton banché

Les ouvrages en béton armé font l'objet d'une étude de conception par un BET structure. Toutefois, l'intervention d'un BET structure ne remplace pas celle d'un géotechnicien, ce dernier devant déterminer les paramètres du sol (*frottement, cohésion, contrainte de sol*). Les défauts de ferrailage et de chaînage sont rarement à l'origine d'instabilité de l'ensemble, contrairement à des choix



de caractéristiques de sol trop optimistes par le BET, à défaut de missions G2 et G3 attribuées au géotechnicien.

### Parois cloutées ou ancrées

Au niveau de ce type de paroi, le retour de pathologie ne montre pas de points émergents significatifs. Il convient de consulter un géotechnicien pour ce genre d'ouvrages spéciaux en conception et en suivi d'exécution.

### Parois berlinoises

Les parois berlinoises sont utilisées afin de stabiliser un terrassement lorsque le talutage n'est pas réalisable, comme par exemple en mitoyenneté ou au droit d'ouvrage existant.

Dans les DROM, les sols ne permettent pas la réalisation de passes alternées correspondant à des sols de très faible cohérence, comme les terrains sableux dans les zones littorales.

La phase de remplissage de l'espace entre la paroi berlinoise et le terrain à stabiliser doit être réalisée à l'avancement de l'ouvrage sans délais, sous peine de voir le sol se décompresser.

La survenance d'un épisode pluvieux de type tropical lors d'une phase critique entraînera le lessivage des particules fines du sol et la déstabilisation du terrain ou des ouvrages avoisinants.

### Les autres causes de désordres

La stabilité de l'ouvrage (*équilibre aux moments*) peut être compromise par :

- une modification d'ouvrage comme une surélévation qui, même de faible hauteur, peut compromettre la stabilité de l'ouvrage (*équilibre des moments*);
- une modification de l'environnement ou modification des aménage-

ments en pied (*réalisation d'une piscine*);

- un dépassement des charges d'exploitation sur la zone supérieure (*surcharges dues à des remblais, aménagement de parking non prévu initialement, construction d'un bâtiment...*);

- une fuite de réseaux enterrés;

- un lessivage des particules fines des matériaux de remblais en l'absence de géotextile permettant de les retenir.

## 3 Les bonnes pratiques

- Prendre en compte dans les PPR les exigences liées aux mouvements de terrain.

- Intégrer les exigences éventuelles liées au zonage sismique.

- En phase conception, dimensionner l'ouvrage afin de pouvoir déterminer l'aptitude de l'ouvrage vis-à-vis de l'environnement et réaliser un plan d'exécution.

- Veiller au phasage des travaux (*10 ml au plus*) et à la protection des ouvrages à l'avancement.

- Si le site se révèle sensible géotechniquement (*relativement au PPR ou sujet à une épaisseur attendue non négligeable de sols meubles*), demander un avis géotechnique minimal selon la norme NF P 94-500.

- Éviter les soutènements en agglos sauf à soigner le chaînage et l'encastrement en pied dans une semelle.

- Consulter les prévisions météorologiques avant la réalisation de terrassement ou de talutage, spécia-

lement pour des sols de faible cohérence mais aussi pour des terrains rocheux, en raison de la présence quasi systématique de poches de scories et de couches comportant des particules fines.

- Dans tous les cas, vérifier la qualité du sol d'assise, la profondeur d'ancrage et la propreté du fond de fouille et apporter un soin particulier au compactage.

- Pour les ouvrages de H > 4 mètres, faire appel à un maître d'œuvre externe pour la conception et la réalisation des travaux.

- Réaliser une étude de sol dans le cas général selon la norme NF P94-500 selon l'enchaînement complet des missions géotechniques, notamment si des signes d'instabilité sont détectés (*végétation couchée, amorce de glissement, loupes, fissures et vides, éboulements...*).

- Demander le dimensionnement complet de l'ouvrage et de la partie drainage (*prise en compte de tout type de contraintes, eaux, terres, poids/surcharges...*) avec plan de ferrailage à l'appui et plans de drainage par un BET Structure.

- Tenir compte de la présence d'avoisinants, de la position du mur de soutènement par rapport à la limite de propriété, de la pente du talus: s'assurer que la pente du talus est inférieure à 100 % (*45° ou pente 1 pour 1*).

### Prendre en compte les contraintes hydriques et celles du système de drainage

- Dimensionner les systèmes de drainage trop souvent à l'origine de désordres.

- Réaliser, derrière le mur, un massif filtrant (*système de drainage vertical*) en graviers de granulométrie adaptée et croissante (*dans le sens de*

*l'écoulement de l'eau*), exempts de fines, muni d'un géotextile imputrescible (200 g/m<sup>2</sup>).

■ Réaliser un système de drainage horizontal à l'aide d'un produit dédié à cette utilisation (*fentes orientées vers le haut, sous un géotextile*).

■ Vérifier la pente du drain (3 à 10 mm/m) et le bon raccordement au réseau EP et la présence de regard de visite (*conception*). Situer le drain au-dessus du niveau des fondations pour éviter leur affouillement. Cette non-qualité peut a posteriori générer la ruine de l'ouvrage.

■ Prévoir un dispositif de barbacanes et le positionner plus haut que le drain pour avertir du dysfonctionnement de ce dernier. Elles ne constituent pas à elles seules un dispositif de drainage.

### Remblaiement

■ Compacter le sol avec des engins légers, par couches successives (< 20 cm). Un compactage serré engendre un effort supplémentaire sur le mur et peut avoir un impact sur le drainage.

■ Prêter attention à la qualité des remblais. Ne pas utiliser des terres locales non prévues pour cet usage. Préférer l'utilisation de matériaux drainants, propres, concassés, issus de carrières.

■ Éviter l'utilisation de matériaux de démolition.

■ Mise en œuvre de géotextiles pour maintien des particules fines des matériaux de remblais.

### Entretien

■ Vérifier périodiquement le bon fonctionnement du drainage et des barbacanes.

■ Éliminer les végétations parasites sur l'ouvrage.

■ Respecter les charges d'exploitation pour lesquelles le mur a été dimensionné.

## L'essentiel

■ *Faire dimensionner l'ouvrage par un BET, adapter l'ouvrage au sol.*

■ *En conception, impliquer un géotechnicien.*

■ *Soigner la liaison entre la fondation et la paroi.*

■ *Soigner les dispositifs de décharge hydraulique contre la paroi: drainage vertical côté terre, évacuation des eaux, barbacanes ou évacuation.*

■ *Intégrer l'environnement: évacuation des eaux en pied, stabilité de l'assise, circulation des eaux de surface.*

## 4 À Consulter

- Eurocode 2  
Calcul des structures béton.
- Règles BAEL 91 révisées 99 - Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé aux états limites.
- DTU 13.11  
fondations superficielles.
- DTU 13.12 Règles pour le calcul des fondations superficielles.
- NF DTU 20.1 Ouvrages de maçonneries de petits éléments - Parois et murs..

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo : © SARETEC

*Effondrement du mur de soutènement dû à une absence de drainage vertical ainsi qu'à des fondations non conformes.*





## Humidité en sous-sol des bâtiments

### 1 Le constat

Les infiltrations se manifestent sous diverses formes, depuis de simples traces d'humidité ponctuelles sur la face intérieure des murs périphériques ou à la jonction entre murs périphériques et dallage, jusqu'à l'inondation totale du sous-sol.

Ce type de désordre concerne essentiellement les sous-sols réalisés en maçonnerie de petits éléments, et principalement les maisons individuelles. Mais des sous-sols réalisés en béton banché sont aussi susceptibles d'être concernés.



### OUTRE-MER Spécificités

Les DROM présentent une densification du littoral et une extension des constructions sur les hauteurs et zones en pente (*relief accidenté*). Ces caractéristiques, conjuguées aux expositions cycloniques et aux précipitations importantes rendent les désordres d'humidité en sous-sols ou parties enterrées plus aigus et plus fréquents. Néanmoins, en fonction de l'usage des locaux (*déterminée à l'avance*), il pourra être toléré que des infiltrations puissent avoir cours.

En complément, les modes constructifs associés à l'absence de doublage intérieur rendent ces phénomènes plus visibles, la moindre pénétration d'eau au travers des parois engendrant inévitablement des dommages de moisissure avec traces d'humidité ou dégradations des parements intérieurs. Pour autant, la présence d'un doublage ne prémunit en aucune manière des infiltrations et peut même aggraver la pathologie en enfermant l'eau d'infiltration. Il faut donc tabler sur la mise en œuvre de véritables produits d'étanchéité.

### 2 Le diagnostic

Selon la destination du sous-sol, les parois devront être réputées « imperméables » ou « étanches ». Les locaux destinés à être aménagés (*atelier, buanderie, pièces habitables*) doivent être protégés par des murs étanches et traités avec des complexes adaptés à cette fonction. Les locaux restant à l'état de cave peuvent tolérer des traces d'humidité et si le drain est réalisé selon les règles

de l'art, seuls les murs devront être traités par un revêtement imperméabilisant.

#### L'absence d'ouvrage

■ Cuvelage non prévu ni réalisé alors que le niveau de la nappe phréatique est susceptible d'être supérieur à celui du dallage.

■ Cuvelage non prévu ni réalisé alors que des ruissellements d'eau souterrains importants sont susceptibles d'atteindre le sous-sol.

■ Drainage périphérique non prévu ni réalisé alors que des eaux souterraines (*telluriques*) ou de ruissellement sont susceptibles de s'accumuler contre les murs de sous-sol.

■ Emploi de revêtements inadaptés sur la face extérieure des murs périphériques. Une simple émulsion bitumineuse appliquée directement sur la maçonnerie n'apporte pas de protection efficace contre les infiltrations d'eau. Il faut, au mi-

nimum, un revêtement à fonction imperméabilisante, type enduit de mortier ou enduit bitumineux, voire un revêtement étanche (*type membrane bitumineuse collée*) qui interdit tout passage d'eau.

■ Les nappes à excroissances n'assurent aucune protection à l'eau car, n'étant pas collées, l'eau les contourne. Elles n'assurent qu'une protection mécanique des revêtements, ou sont intégrées à des systèmes de drainage en association avec d'autres matériaux.

**Les défauts d'exécution**

■ **Défauts d'exécution des drainages**

- Drainage vertical inefficace : par absence ou mauvaise mise en œuvre de matériaux drainants ou de procédés drainants performants, contre toutes les surfaces de murs enterrés.
- Mauvais raccordement de ce drainage vertical avec les drains.
- Utilisation de drains type agricole (*perforés de tous côtés*) à la place de drains type bâtiment (*perforations uniquement sur le dessus*).
- Insuffisance de pente des drains, contre-pente entraînant des rétentions d'eau.
- Fil d'eau du drain plus haut que le sol intérieur du sous-sol.

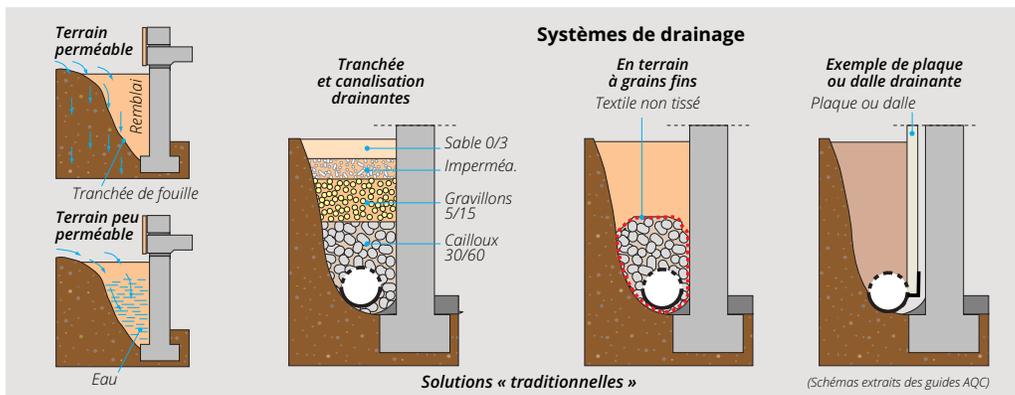
- Absence ou insuffisance d'exutoire des eaux recueillies par les drains. L'eau s'accumule alors contre les murs de sous-sol.
- Absence de feutre géotextile, ou équivalent, empêchant le colmatage du système de drainage par entraînement des particules de terre.
- Absence, mauvaise réalisation ou décrochage, par le compactage des terres de remblai, de la protection en tête du système de drainage (*nappe à excroissances*). La terre pénètre dans le système de drainage et le colmate.
- Absence de regards de visite aux changements de direction des drains (*impossibilité de contrôle et d'intervention en cas de colmatage*).

■ **Défauts d'exécution des revêtements extérieurs des murs périphériques**

- Nombre de couches de produit de revêtement inférieur aux préconisations du fabricant.
- Omission de l'enduit de mortier préalable à la mise en œuvre de certains produits bitumineux.
- Discontinuités du revêtement extérieur.
- Manques localisés de revêtement autour des châssis de sous-sol, aux attentes de murets sur rampe de sous-sol, au niveau supérieur des sols.

■ **Défauts d'exécution des abords**

- Remblais de fouille mal ou non compactés. Les cavités présentes dans ces remblais favorisent l'accumulation d'eau contre les murs de sous-sol.
- Présence de trottoirs et terrasses en pavés autobloquants posés sur lit de sable, en pied de façade. Ils constituent des réservoirs d'eau au contact des murs de sous-sol.
- Niveau excessif des sols extérieurs par rapport à celui du revêtement extérieur des murs de sous-sol : les ruissellements de surface passent par-dessus les arases étanches (*ou coupures de capillarité*). Les exigences en matière d'accessibilité des PMR nécessitent des dispositions particulières, au moins au droit des accès.
- Les pentes dirigées vers le bâtiment favorisent l'accumulation d'eau contre les murs enterrés.
- Les cours anglaises, sauts-de-loup et tout aménagement en cuvette contre les sous-sols, et qui sont dépourvus de système de renvoi des eaux pluviales à bonne distance.
- Défaut d'étanchéité des regards, des réseaux enterrés, des récupérateurs d'eau et autres à proximité des sous-sols.
- Proximité excessive d'épandage de système d'assainissement non collectif.





### OUTRE-MER Spécificités

Les désordres résultent principalement des causes suivantes :

- la non-prise en compte de la destination de la pièce affectée : les pièces enterrées ne sont pas toujours appréhendées comme des zones nobles, impliquant alors dans ce cas, une absence totale de pénétration d'eau ;
- des aménagements extérieurs défavorables : la limitation naturelle du foncier au regard des reliefs et l'optimisation des zones

constructibles favorisent des dispositions d'aménagements extérieurs concentrant les eaux de ruissellement. La densité de construction renforce l'imperméabilisation des sols ;

- l'absence ou l'inadaptation d'ouvrages : par omission ou défaut de connaissance des circulations d'eaux souterraines ou superficielles, le traitement des parois enterrées est souvent réalisé par imperméabilisation avec une simple peinture bitumineuse à défaut d'un traitement d'étanchéité adapté (*enduit d'étanchéité, membrane d'étanchéité collée...*) ;

■ des défauts d'exécution des revêtements extérieurs :

- défaut d'application du revêtement d'étanchéité (*épaisseur insuffisante, traitement des points singuliers et pénétrations, jonctions dallage et base de la paroi verticale...*),
- drainage vertical absent ou inadapté,
- défaut de raccordement et d'évacuation du drainage,
- défaut de protection de l'étanchéité, notamment dans le cas d'un drainage vertical en contact direct avec la membrane ou l'enduit.

- Absence ou fuite de gouttières et descentes d'eaux pluviales.

■ Adapter la conception en fonction de l'usage du local et de la capacité du terrain à se saturer en eau.

■ Veiller à la bonne exécution des travaux prévus, en particulier au droit de tous les points singuliers, et au traitement des abords.

## 3 Les bonnes pratiques

■ Réaliser impérativement une étude de sol préalable approfondie pour identifier si des eaux risquent de s'accumuler contre les sous-sols.

■ Éviter d'aménager ultérieurement en lieu de vie ou d'habitation un local en sous-sol non conçu initialement pour cet usage.

■ Solidariser les regards EP aux murs de sous-sols.

■ Mettre en place une ventilation des locaux en sous-sol.

■ Utiliser des regards EP avec joints d'étanchéité en EPHD incorporés à la fabrication,



### OUTRE-MER Spécificités

Les précipitations étant beaucoup plus importantes dans les DROM, la quantité d'eau circulant à proximité des murs enterrés est également plus conséquente, les effets sont plus sévères qu'en Métropole. Il est impératif lors de la réalisation d'un mur enterré associé à un local :

- de définir avec précision et anticipation l'affectation ou la destination de ce local ;

■ d'étudier avec soin la configuration du site (*relief et pentes, exposition, altitude, précipitations...*) ;

■ d'identifier et de prendre en compte la présence d'eaux souterraines ;

■ de choisir un traitement de la paroi enterrée adapté :

- étanchéité monocouche + protection par nappe à croissance + remblai drainant (*avec drain de collecte en partie inférieure*),
- étanchéité par double paroi ventilée avec collecte et évacuation des eaux d'infiltration en partie

inférieure de la double paroi, - cuvelage intérieur, sous réserve d'étude spécifique de la paroi béton (*condition de fissuration préjudiciable, utilisation de joint hydrogonflant aux reprises de bétonnage etc.*) ;

■ de prévoir un dispositif de drainage vertical, de drainage horizontal et une évacuation des eaux adaptée au contexte et au profil du terrain ;

■ de soigner l'exécution des points singuliers (*reprises de bétonnage ou jonctions d'ouvrages, pénétrations...*).

## L'essentiel

- Définir préalablement, avec le maître d'ouvrage, l'usage final de ces locaux (stockage, parking, local habitable...) et les exigences.
- Faire réaliser une étude de sol préalable (nature du sol et circulation d'eau).
- Bien concevoir les murs de sous-sol au regard des exigences et des risques.
- Bien choisir et bien exécuter les revêtements d'imperméabilisation et d'étanchéité, les drainages et leurs exutoires, les réseaux EP et les abords.

## 4 À Consulter

- NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments - Parois et murs.
- DTU 14.1 : Travaux de cuvelage.
- Avis Techniques pour les procédés autres que traditionnels.
- BP X 35-075 : Accessibilité des établissements recevant du public,
- Principes constructifs pour l'accessibilité des balcons, loggias et terrasses

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo : © 2014 - M. De Villars - AQC

*Humidité en sous sol enterré : importantes infiltrations par les murs périmétriques. Ventilation des locaux inexistante. Pas de traitement d'étanchéité et de drainage par l'extérieur des murs périmétriques. Facteurs aggravants, les descentes d'eaux pluviales sont épanchées sur le terrain à la demande de la mairie. La maison se situe dans une zone d'aléas forts pour les risques inondations (selon PLU) et le PPRI interdit toute construction en dessous du terrain naturel. Locaux insalubres peuvent entraîner des risques sanitaires pour les occupants*



Photo : © GIE SOCABAT

*L'humidité monte dans les cloisons intérieures du rez-de-chaussée partiellement enterrés. Les murs extérieurs sont étanchés. L'eau remonte par le dallage.*

*La quantité d'eau qui s'écoule par le drain en amont montre que les eaux circulant dans le sol sont très importantes. Le drain ne suffit pas à évacuer les eaux, elles se mettent en charge sous le dallage.*

*La solution a consisté à créer une tranchée drainante en amont de la maison.*



Photo : © GIE SOCABAT

*Infiltration au-dessus et en pied d'une banquette maçonnée en fond de garage. Le garage a été réalisé, semi enterré, en contrebas d'un mur de clôture en limite de propriété. La banquette a permis de ne pas toucher à la fondation du mur de clôture et de contourner celle-ci. Aucune étanchéité n'a été réalisée derrière la banquette et aucun drain en pied de de cette banquette.*



Photo : © GIE SOCABAT

*Infiltrations d'eau dans le sous-sol en pied de mur. Plusieurs causes à ces infiltrations :*

- les murs sont en blocs de polystyrène remplis de béton. La continuité du béton en pied de mur est souvent mal réalisée par manque de vibrage du béton ;
- le drain en pied de mur est réalisé au-dessus du niveau du dallage ;
- La nappe drainante en PVC embossé ne comporte pas de solin en tête. Ceci favorise l'infiltration des eaux de ruissellement superficiel.



## Les attaques des bois par les agents biologiques

### 1 Le constat

Trois groupes principaux d'agents biologiques causent des dégradations observées sur les bois mis en œuvre. Il s'agit des insectes à larves xylophages (ILX), des champignons et des termites.

■ **L'attaque des ILX** se caractérise généralement par les trous d'envol de l'adulte en surface du bois et des vermoulures (*déjections*) accumulées dans les galeries creusées par la larve.

■ **Les champignons** dont le développement est mis en évidence par :  
- une dégradation de l'aspect du revêtement du bois ;  
- la diminution de la résistance mécanique de la zone attaquée que l'on peut tester avec un tournevis ou un couteau. Les désordres liés au mэрule appartiennent à cette catégorie.

■ **Les termites**, insectes xylophages, s'attaquent au bois et à tous les matériaux cellulosiques. Leur colonisation s'étend (*16 départements concernés en 1953, plus de 50 actuellement*). L'attaque des termites est sournoise car les insectes sont capables de circuler dans d'autres matériaux de construction (*isolant, gaines électriques*) pour se rendre vers les pièces de bois.



### OUTRE-MER Spécificités

Les pathologies liées aux termites sont renforcées dans les DROM en raison des conditions particulières de chaleur et d'humidité. Le cadre réglementaire est spécifique.

**3 juillet 2000: décret d'application de la loi du 8 juin 1999 tendant à protéger les acquéreurs et propriétaires d'immeubles contre les termites et autres insectes xylophages:**

- obligation de traitement préventif ;
- obligation faite au vendeur de faire un diagnostic termite par un diagnostiqueur agréé ;
- obligation de déclarer la présence de termites sur son terrain (*bâti ou non*) à la mairie ;
- interdiction de transporter du bois potentiellement infesté en cas de démolition ;
- prérogative du maire, qui dans une zone infestée, peut obliger, dans un délai de 6 mois, les propriétaires à traiter leur immeuble contre les termites.

**Le décret n° 2006-591 du 23 mai 2006 relatif à la protection des bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages et modifiant le Code de la construction et de l'habitation.** (*modifié par l'annexe I de l'arrêté du 16 février 2010 paru au JO en mars 2010*) s'applique pour les PC déposés après le 1er novembre 2007 et pour les rénovations si reprise de contact avec le sol. Il remplace le décret du 3 juillet 2000 (*Décret d'application de la loi du 8 juin 1999*).

Le décret modifie le code de la construction et définit de nouvelles obligations :

- art. R112-2: obligations de traitement des bois de la construction ;
- art. R112-3: traitement préventif par barrière dont l'état est contrôlable (*donc physico-chimique*) ;
- art. R112-4: notice à remettre avant réception au maître d'ouvrage sur le traitement préventif mis en œuvre (*bois et sol*).

## 2 Le diagnostic

### Insectes à larves xylophages

L'essence de bois attaquée, le diamètre et la forme du trou d'envol et des galeries, la forme et la granulométrie des vermoulures, donnent des indications quant à l'identité de l'insecte à l'origine des dégâts. Les insectes les plus fréquemment rencontrés sont les capricornes, les vrillettes et les lyctus.

### Champignons de pourriture

Le développement de champignons dans le bois est la conséquence du maintien d'une humidité relative supérieure à 20 % dans tout ou partie d'éléments de construction en bois ou à base de cellulose (*carton*). Les filaments mycéliens se développent alors en surface puis à l'intérieur du bois afin de trouver leur nourriture, pour ne laisser derrière eux que de la pourriture.

La pourriture prend plusieurs formes selon son aspect visuel :

- pourriture cubique (*bois clivé en cubes, aspect sombre, « brûlé » du bois*);
- pourriture fibreuse (*bois très clair, défilibrillé*);
- pourriture molle (*bois d'aspect ramolli ou clivé en petits cubes peu profonds*).

### Termites souterraines

Les colonies de termites rencontrées en France métropolitaine vivent dans la terre et infestent le bois à la recherche de nourriture. Les termites se nourrissent de la cellulose contenue dans le bois, le carton, le papier, les textiles. Ils ne s'attaquent pas qu'au bâti ancien. Sensible à la sécheresse de l'air et allergique à la lumière, le termite réalise des tunnels aériens appelés « cordonnets » afin de traverser les vides ventilés ou contourner les matériaux trop durs.

Cette dernière action peut fragiliser, voire plus rarement, détruire complètement, un élément d'une bâtisse comme par exemple le plancher bas du RDC sur cave. L'aspect des dégâts est caractéristique, les termites pré-

férant les parties plus tendres du bois (*bois de printemps*). Leur attaque se matérialise par un aspect feuilleté des bois dégradés. En cas d'infestation, un traitement curatif est indispensable.



### OUTRE-MER Spécificités

Depuis la fin des années quatre-vingt-dix, il a été dénombré à minima 9 espèces de termites, dont la plupart sont exotiques et 3 endémiques.

#### Termites de bois sec :

- **Cryptotermes brevis**, urbain, commun et nombreux dégâts dans les maisons, Caraïbes;
- **Cryptotermes dudleyi**, rare à La Réunion, nuisible en Afrique, Madagascar, Maurice, etc.;
- **Cryptotermes pallidus**, ville/campagne, attaque le bois mort, peu dangereux, Mascareignes;
- **Procryptotermes falcifer**, commun, ravageur des arbres en milieu naturel, Mascareignes;
- **Neotermes reunionensis**, relativement rare, en forêt humide, endémique de La Réunion;

- **Postelectrotermes howa**, travaux en cours, en forêt humide, endémique de La Réunion?

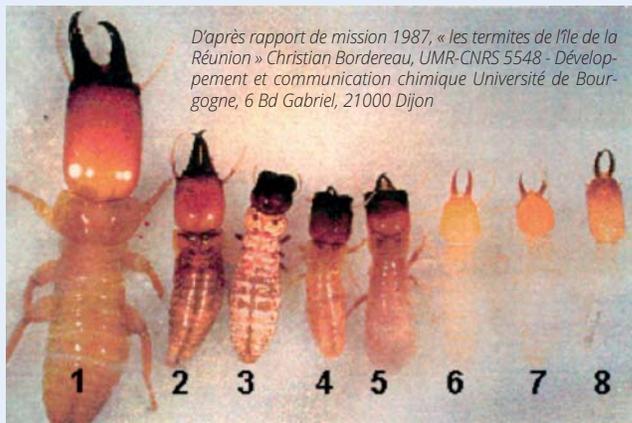
#### Termites souterraines :

- **Coptotermes havilandi** (7), très commun, ville et campagne, très nuisible aux habitations;
- **Prorhinotermes canalifrons** (6), moins commun, nuisible aux manguiers, présent à Madagascar.

#### Termite arboricole :

- **Microcerotermes subtilis** (8), rare, dans les troncs creux, nuisible à Madagascar et Seychelles

On constate ainsi la présence de différentes espèces de population de termites, et donc, des conséquences diverses en termes d'intensité d'attaque et de ruine, en fonction de l'espèce et de la nature du bois de l'ouvrage.



D'après rapport de mission 1987, « les termites de l'île de la Réunion » Christian Bordereau, UMR-CNRS 5548 - Développement et communication chimique Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000 Dijon

### 3 Les bonnes pratiques

#### Soigner la conception de l'ouvrage

Il est nécessaire de concevoir un ouvrage,

##### ■ de façon à éviter l'exposition prolongée à l'eau :

- par les rejaillissements : arase sanitaire de 20 cm minimum entre une pièce de bois (*potéau ou bardage*) avec le sol ;
- par un rejet des eaux : bavettes, couvertines.

##### ■ en choisissant des matériaux adaptés :

- bien évaluer la classe d'emploi des bois (*en fonction des 4 paramètres suivants : la salubrité de la conception, les conditions climatiques d'humidification, l'orientation du ou des vents de pluie dominants, la massivité des pièces de bois*) ;
- bien choisir l'essence (*durabilité naturelle, ou imprégnabilité suffisante pour la durabilité conférée*) ;
- bien choisir le traitement préventif (*produit et procédé de traitement*) contre les agents pathogènes (*termites, champignons/moisissures, ILX*). Les bois utilisés dans les régions affectées notamment par les termites doivent faire l'objet de traitements spécifiques mais doivent faire réfléchir à la conception des ouvrages avant même la pose des éléments d'ossature bois.

##### ■ en adaptant les finitions à l'usage

**N.B. :** dans les zones classées par arrêté préfectoral en tant que zones infestées par les termites, s'il y a démolition totale ou partielle d'un bâtiment, les bois et matériaux contaminés doivent être incinérés ou traités.

#### Réaliser l'ouvrage

■ Stocker les bois hors sol, en phase chantier, et les protéger si l'exposition aux intempéries dépasse 15 jours.

■ Tous les bois de structure doivent être traités contre les ILX, ce qui implique de prévoir un retraitement après coupe et entaille.

■ Soigner le drainage des assemblages qui ne doivent pas constituer des pièges à eau : il faut supprimer les pièges à eau éventuels.

■ Choisir le produit de finition adapté (*lasure, peinture microporeuse...*).

■ Demander les attestations de traitement des bois.

Les NF DTU apportent les préconisations minimales pour définir les ouvrages en bois et pour supprimer tout risque d'exposition prolongée à l'eau : ne pas enfermer le bois et s'assurer que l'eau pourra s'évacuer rapidement sans s'accumuler.

Les dispositions constructives sont à adapter en fonction du lieu du projet (*bord de mer, montagne...*).

#### Cas des termites :

Pour les bâtiments neufs, le décret 2006-591 du 23-05-2006 modifié en 2015 impose des règles soit dans les départements contaminés dans leur globalité, soit dans les départements partiellement contaminés ou susceptibles de l'être à court terme (*voir arrêté préfectoral*).

##### ■ Traitement des bois

L'utilisation de bois de structure résistants aux termites, naturellement durables ou à durabilité conférée par un traitement (*cf. fiches bois du CIRAD*).

##### ■ Interface sol et bâtiment

La mise en place d'une barrière de protection entre le sol et le bâtiment à l'aide de l'une des solutions suivantes, (*de préférence certifiées ou sous Avis Technique*) :

- barrière physique ;
- **N.B. :** le béton et les blocs de béton jointoyés constituent une barrière physique efficace.
- barrière physico-chimique ;
- ou un dispositif de construction contrôlable (*sauf pour les départements d'Outre-mer, où ce dispositif n'est envisageable qu'en complément de l'une des deux techniques précédentes*).

**N.B. :** dans le cas de barrières physiques ou physico-chimiques, la certification « valide » l'aspect barrière physique ou physico-chimique du produit ou système, et l'Avis Technique « valide » sa mise en œuvre et son intégration dans l'ouvrage.

L'arrêté du 16 février 2010 rend obligatoire à compter du 1er juin 2010 la fourniture d'une notice technique (*annexée à l'arrêté*) précisant les dispositifs retenus, au plus tard à la réception des travaux.

Le fascicule de documentation NF X40-501 « Protection des constructions contre les termites en France » rappelle que le propriétaire ou l'utilisateur doit respecter quelques conditions minimales d'hygiène et de salubrité dans le bâtiment et ses alentours :

■ empêcher la formation de trous d'eau stagnante ;

■ faire attention aux dépôts de bois, de vieux cartons... à même le sol.



## OUTRE-MER Spécificités

- Dans les départements infestés par les termites, une vigilance périodique est recommandée pour localiser les signes tangibles d'une attaque.
- L'infestation termite variant beaucoup en fonction de la région considérée, consulter les cartes d'infestation (*type de termite et intensité de l'infestation*).
- Privilégier les bois durs ou exotiques.
- Traiter impérativement les découpes : les découpes réalisées sur chantier constituent le point faible des bois ayant fait l'objet d'un traitement. Les attaques se produisent au niveau des découpes non traitées. Il est impératif de procéder à un traitement systématique des découpes sur site, notamment pour les éléments devenant difficilement accessibles ultérieurement, afin de restituer un traitement complet de l'ouvrage bois
- Adopter des systèmes constructifs permettant un remplacement aisé des bois contaminés.
- Un entretien des parties bois (*surtout après détection d'indices de présence... trous, galeries vermoulure...*): sondage mécanique, bûchage des parties vermoulues, brossage et dépoussiérage des galeries apparentes...

## L'essentiel

- *Supprimer tout risque d'exposition prolongée à l'eau.*
- *Bien évaluer la classe d'emploi et l'essence de bois correctes.*
- *Bien choisir les traitements préventifs.*
- *En l'absence de soubassement et/ou plancher béton, mettre en place une barrière de protection entre le sol et le bâtiment à l'aide d'une solution de préférence certifiée ou sous Avis Technique.*

## 4 À Consulter

- Décret du 23 mai 2006 et arrêté du 27 juin 2006 relatifs à la protection des bâtiments contre les termites et autres insectes xylophages.
- Arrêté du 16 février 2010, modifiant l'arrêté du 27 juin 2006, relatif à la protection des bâtiments contre l'action des termites et des autres insectes xylophages.
- FD X40-501 : Protection des constructions contre l'infestation par les termites.
- NF P03-200 : Agent de dégradation biologique du bois - Constat de l'état parasitaire dans les immeubles bâtis et non bâtis et sur les ouvrages.
- NF P03-201 Diagnostic technique - État du bâtiment relatif à la présence de termites
- NF EN 335 Durabilité du bois et des matériaux à base de bois - Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois
- NF EN-350-2 et NF EN-460 : Durabilité naturelle du bois massif.
- Prévention contre les termites à l'interface sol-bâti, guide technique et réglementaire (*janvier 2013*).
- La protection des bâtiments neufs contre les termites et les autres insectes xylophages (*septembre 2010*).

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert

### Trace d'infestation



Photo: © GIE SOCABAT

Traces de termites derrière un papier peint. Les termites se nourrissent de bois et de tous les matériaux cellulosiques.

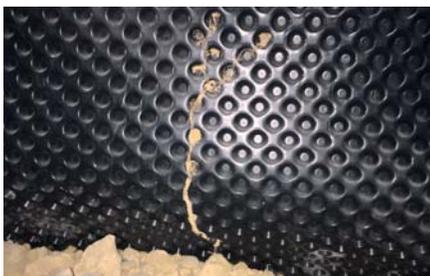


Photo: © GIE SOCABAT

En surface, ils construisent des cordons terreux qui leur servent de tunnel de circulation, à l'abri des courants d'air.



Photo: © GIE SOCABAT

Cordonnets de termites révélateurs d'une infestation par vide sanitaire. En l'absence de protection, les termites progressent via les réseaux et les fissures de maçonneries.

Les niveaux inférieurs sont les premiers touchés. On détecte les termites principalement dans les sols et murs des caves, sous-sols, vides sanitaires, gaines, zones humides (sous baignoire etc.), endroits sombres et peu visités (sous escalier etc.), parquets recouverts d'un revêtement imperméable.

### Traitement curatif par injections



Photo: © GIE SOCABAT

Points d'injection d'un traitement curatif, en pieds de murs maçonnés et dans la charpente bois. Les chevilles sous capuchon permettent de renouveler les injections.

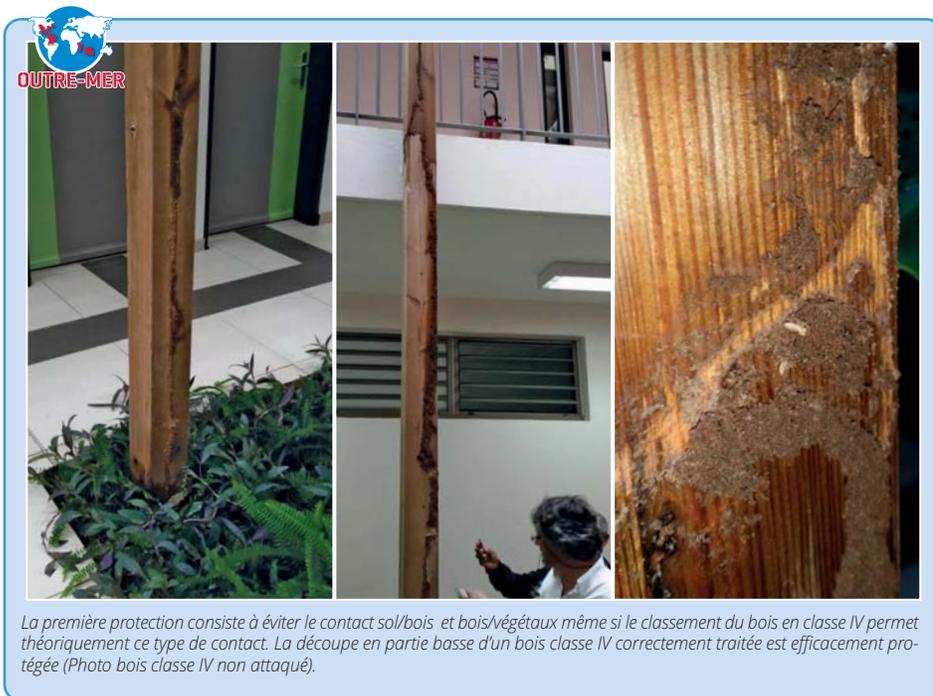




Photo : © SARETEC - Laurent CANU



**OUTRE-MER**

Toitures et charpentes

FICHE  
**4**

## Infiltrations d'eau des couvertures en milieu tropical

### 1 Le constat

Les infiltrations par couverture constituent une des principales causes de sinistres, y compris dans les DROM. Les modes constructifs relèvent d'une utilisation principale de couvertures de type bacs acier ou aluminium, nervurés ou ondulés. Ces modes correspondent aux spécificités de zones soumises aux phénomènes cycloniques, où l'utilisation de couvertures en petits éléments est déconseillée (*risque d'envol*).

En outre, en fonction de l'altitude à laquelle est réalisé l'ouvrage, il y a nécessité (*ou pas*) de prévoir une lame d'air ventilée en sous-face de couverture. Son absence peut générer des phénomènes de condensations en sous-face de tôles.

Les conditions météorologiques particulières entraînent des infiltrations par le moindre interstice ou percement dans la couverture. Poussée par le vent, l'eau peut remonter la pente et pénétrer par les points les plus improbables. Des phénomènes de corrosion sont également observés.

### 2 Le diagnostic

#### Causes principales

La majorité des infiltrations sont dues à des défauts d'étanchéité aux points singuliers (*faîtière, arêtier, solin, noue*). Les traversées de toiture (*ventilations, canalisations de CESI,...*) et les émergences traitées par des solins (*lucarne, souche, édicule...*) sont également concernées.

Lorsque des infiltrations apparaissent aux points de fixation des tôles, elles sont relatives à de mauvais percements de la tôle, des tirefonds mal fixés, des écrasements de rondelles d'étanchéité par force de serrage inadaptée.

Les quelques infiltrations présentes en partie courante ont essentiellement pour origine des défauts d'étanchéité pon-

tuels de fixations et des recouvrements longitudinaux et transversaux limités ou réduits, que ce soit en bac acier nervuré ou plus significativement en tôle ondulée.

#### Les autres causes de désordres.

■ Absence de joints de type bande auto-adhésive au recouvrement de tôles ondulées induisant un effet de siphonnage vers l'intérieur, l'eau passant entre les deux tôles. Ce phénomène est surtout rencontré avec les tôles ondulées malgré le double recouvrement (*deux ondes*). Il est moins fréquent avec les couvertures en bacs aciers nervurés (*meilleur ajustement des tôles au recouvrement*).

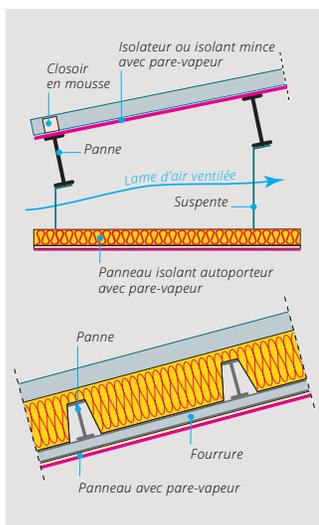
■ Dégradation de la protection anticorrosion lors de découpes des tôles (*corrosion sur les champs de tôles*) à la disquesuse

(*utilisation de grignoteuse préconisée par les fournisseurs*).

■ Oxydation de l'aluminium par électrolyse due à un contact alu/panne acier.

■ Corrosion accélérée et percement de toitures zinc consécutifs à un défaut de ventilation de la sous-face de la couverture zinc (*condensation*) et dans certains cas à un contact du zinc avec certains bois classe IV (*anciens traitements utilisant de l'arsenic*). Certaines essences de bois sont à éviter du fait de la mise en relation des tanins en contact avec le zinc: chêne, arbres tropicaux...

■ Condensation: en sous-face de couverture, tôle non ventilée (*dans les bas - altitude < 400 m*) et/ou non isolée avec isolant de type laine de verre avec pare-va-peur.



■ **Usure prématurée des joints EPDM des sorties de canalisations d'eau chaude solaire** en raison de leur inadaptation aux températures en sortie de capteur ( $> 120\text{ °C}$  en pointe).

■ **Des défauts d'entretien :**

- corrosion par aggravation d'un point faible de la protection anti corrosion de type couche de zinc + thermolaquée (*éraflure ou dégradation localisée non perceptible lors de la pose*);
- corrosion due à la dégradation de végétaux non évacués en fond de chéneau;
- obstruction des eaux pluviales par pousses de végétaux au niveau des naissances en toiture mal nettoyées ou en pied de descente;
- circulation parfois intense en couverture, souvent non prévue dans le cahier des charges initiales, en raison de la présence de nombreux équipements techniques et notamment des panneaux photovoltaïques (*nécessité de nettoyage régulier des panneaux afin d'optimiser leur rendement sensible aux salissures*).

### 3 Les bonnes pratiques

■ **Entoilage au faîtage :** cette disposition coutumière des régions ultramarines donne de bons résultats lorsqu'elle est bien mise en œuvre. Les bords des tôles doivent être assez proches pour éviter que l'eau ne s'infilte entre les deux. Le sommet est chapeauté d'un pontage étanche. Des accessoires complémentaires tels que des plaques de tôle profilées pour faîtières ou des closoirs et bandes de pontage viennent en recouvrement sur les extrémités supérieures des tôles.

■ **Étanchéité supplémentaire :** réalisation d'une étanchéité supplémentaire en traitant les noues et chéneaux avec des résines d'étanchéité. La difficulté provient du traitement des noues encaissées et de la réduction du risque de remontée d'eau sous les ondes.

■ **Les recouvrements des points singuliers (bandes de rive, arêtiers, solins) :** le recouvrement assure généralement l'étanchéité. Ce dispositif est insuffisant dans les DROM. Il faut donc apporter une étanchéité complémentaire sous-jacente constituée d'un entoilage et d'une peinture d'étanchéité, la pièce métallique (solin, bande de rive, arêtier...) étant posée en partie supérieure.

■ **Lame d'air :** adapter une lame d'air de ventilation de hauteur supérieure aux recommandations DTU de la Métropole.

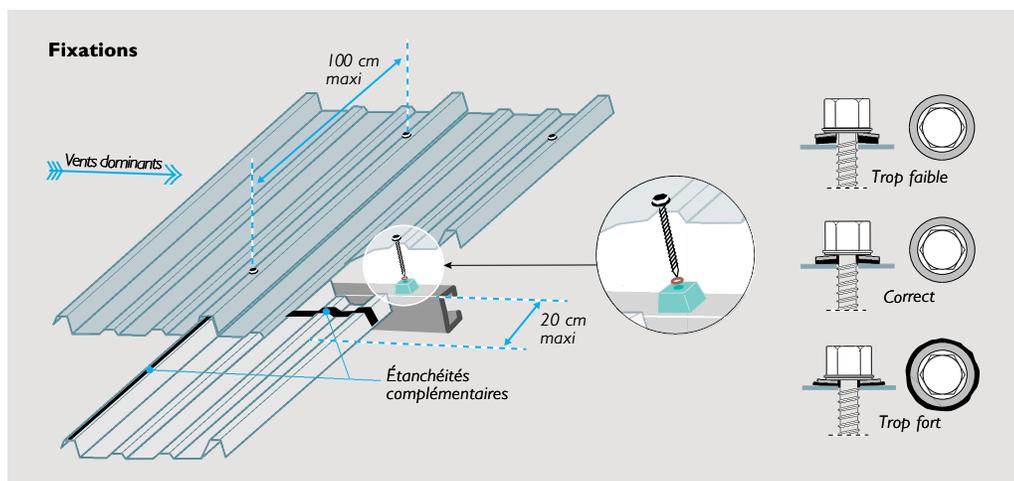
■ **Le traitement des traversées de toiture :** l'élément d'étanchéité préfabriqué, dispositif de sortie de toiture qui assure l'étanchéité entre la tôle et la canalisation PVC de ventilation, est généralement à éviter car c'est une cause de désordre récur-

rente (*piège à eau si posé en bas de nervure ou d'onde*). Les systèmes adoptés doivent être efficaces vis-à-vis du risque d'infiltration et résistants au vent cyclonique. Les joints d'étanchéité doivent être adaptés aux températures (*eau chaude solaire à plus de  $120\text{ °C}$  en pointe en sortie de capteur*), au type de profilé et aux matériaux notamment pour les fixations.

■ **Le cas de la varangue :** des passages d'eau ponctuels peuvent se produire au niveau des cassures de pente entre la couverture et la varangue, par siphonnage, au niveau des recouvrements longitudinaux en tôle ondulée. La cassure de pente est réalisée soit par une ligne de bris, soit avec des croquages de tôles (*tôles pliées prévues à cet effet*).

Les recouvrements longitudinaux et transversaux : le recouvrement longitudinal comporte deux ondes (*25 cm minimum*) ou une nervure (*20 à 30 cm minimum*) en cas de bac nervuré. Le recouvrement de la tôle ondulée présente davantage de risque d'infiltration par siphonnage que le recouvrement trapézoïdal. C'est la raison pour laquelle sa pente doit être remontée à 25 %. Dans tous les cas, un joint complémentaire d'étanchéité transversal et longitudinal (*selon norme NF P 30-305*) doit être disposé dans les recouvrements.

■ **Les fixations :** les principaux désordres sont liés à l'absence de cales d'ondes ou "pontets", et de ce fait, les tôles sont en sous-serrage ou en sur-serrage. Les cales ou pontets offrent une résistance lors du vissage et évitent le poinçonnement des tôles au droit des fixations. Sans cales, l'onde peut s'élargir sous l'effet du vent. Même une fois revissée, la tôle bouge et l'étanchéité n'est plus assurée.



Posé sur la panne, le "pontet" épouse la forme d'onde ou de nervure de la tôle. Le cavalier rigidifie l'onde et réduit le risque de "débou-tonnage" lorsque le vent soulève la tôle. Les rondelles d'étanchéité sous cavalier ou sous rondelle métallique doivent être suffisamment serrées mais non écrasées. Ainsi, la tôle est calée et serrée avec un maintien adapté.

■ **Pentes:** il convient d'éviter les pentes minimales: 15 % pour le nervuré et 25 % pour l'ondulé. La pente classique est à 30 % avec des particularités locales correspondant à une pente de la couverture de la "var-gane" faible.

■ **Les chants des tôles:** les chants découpés à la disqueuse doivent être traités.

#### ■ Un entretien adapté

Les principes d'entretien sont mentionnés à l'annexe C du DTU 40.35:

#### L'entretien normal comporte notamment:

- l'enlèvement périodique des feuilles, herbes, mousses et autres dépôts ou objets étrangers;

- le maintien en bon état des évacua-tions d'eaux pluviales;
- s'il y a lieu, le maintien en bon état de la ventilation de la sous-face de la couverture;
- le maintien en bon état des revête-ments de protection en cas de dé-gradation accidentelle ou bien en cas d'amorce de corrosion, notam-ment localisée en rive d'égout ou sur les recouvrements transver-saux;
- le maintien en bon état des ou-vrages qui contribuent à l'étan-chéité de la couverture (*solins, larmiers, bandeaux...*);
- pour les surfaces non soumises au lavage naturel assuré par les pré-cipitations atmosphériques, un nettoyage régulier suivi, le cas échéant, d'un traitement systéma-tique et immédiat des parties pré-sentant des amorces de corrosion;
- le resserrage des tirefonds au maxi-mum tous les deux ans (*phénomène de dilatation, de vibrations, vent*).

## L'essentiel

■ Assurer un entretien de la cou-verture adapté et régulier (à mi-nima annuel).

■ Soigner le traitement des points singuliers.

■ Respecter les ATEC des fabri-cants et leurs prescriptions com-plémentaires.

## 4 À Consulter

- Règles NV 65:  
Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes.
- NF EN 1991-1-4 - Eurocode 1 : actions sur les structures. Partie I-4 : actions générales. Actions du vent.
- NF EN 1991-1-4/NA - Eurocode 1 : actions sur les structures. Partie I-4 : actions générales. Actions du vent. Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4 : 2005 - Actions générales - Actions du vent.
- NF DTU 40.35  
Couvertures en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues.
- NF DTU 40.36  
Couverture en plaques d'aluminium prélaqué ou non.
- NF DTU 40.41  
Couvertures par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc.
- XP P34-301  
Tôles et bandes en acier prélaquées ou revêtues d'un film organique contrecollé ou colaminé destinées au bâtiment - Conditions techniques de livraison.
- Memo chantier Couverture en grands éléments Spécial Outre-Mer.

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL

*Absence de joint au recouvrement longitudinal, phénomène de siphonnage.*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL

*Tôle déformée par la circulation excessive.*

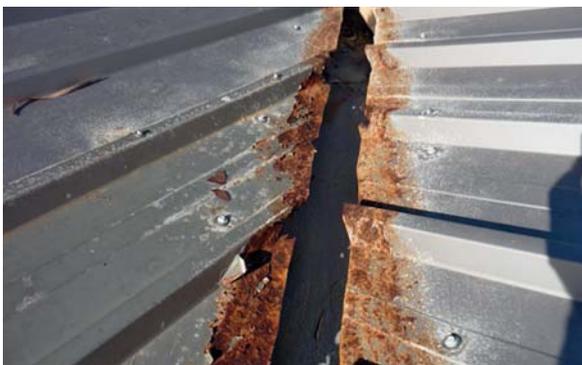


Photo : © SARETEC - Laurent CANU

*Corrosion de couverture acier en bord de mer.*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL



## OUTRE-MER

# Toitures-terrasses et coursives en milieu tropical

## 1 Le constat

Les toitures-terrasses et les terrasses circulables sont soumises dans les DROM à des précipitations qui peuvent être très abondantes avec des rayonnements et des températures en surface mettant à l'épreuve les revêtements. Les malfaçons sont parfois semblables à celles rencontrées en Métropole : mauvaise exécution des relevés d'étanchéité, défauts de protection en tête de relevés, défauts de réalisation des remontées d'étanchéité au niveau des émergences, et absence de joint de dilatation au pourtour des protections lourdes.

Les terrasses et toitures-terrasses sont des ouvrages sujets à des infiltrations :

- par défaut d'étanchéité des revêtements ;
- par décollement ;
- par fissuration ou dégradation du revêtement, soit intrinsèquement, soit du fait de la protection rapportée.

## 2 Le diagnostic

### Toitures-terrasses

#### Relevés d'étanchéité et points singuliers

Les infiltrations sont dues, dans la plupart des cas, à des défauts d'exécution des points singuliers. Elles se manifestent principalement au niveau des relevés d'étanchéité décollés ou mal protégés en tête et des émergences des évacuations au travers de l'étanchéité.

Les relevés d'étanchéité ont pour fonction d'empêcher les pénétrations d'eau au niveau des périphéries des terrasses et au droit des sorties ou édicules. Les désordres de décollement au niveau des relevés sont de plusieurs types :

- défaut de tenue, résultant d'un défaut d'imprégnation, ou d'un support trop humide ;
- de défaut ou d'absence de protection en tête, entraînant des décollements par la partie supérieure ;
- de cisaillements de relevés

consécutifs à des efforts mécaniques (*tensions ou cisaillements par effets de dilatation ou par effets thermiques*).

#### Parties courantes

Moins fréquemment, les défauts d'étanchéité résultent de décollements de lés en partie courante. Ces décollements à la jonction des lés correspondent à des défauts d'exécution des soudures des membranes ou à l'absence de réalisation du complément de pontage dans certains cas.

Deux types d'ouvrages sont principalement rencontrés :

■ **toitures-terrasses** : dans l'habitat collectif ou les bureaux, elles sont principalement traitées par des revêtements de type bicouche élastomère en lés de type auto-protégés. Une protection lourde de type gravillon est exclue dans les DROM soumis à des risques cycloniques, au même titre que les tuiles ou ardoises sur les toitures en pentes (*risque d'envol*). Ponctuellement, dans le cas d'ouvrages tertiaires, certaines toitures sont traitées par une étanchéité sur des tôles d'acier nervurées ;

■ **terrasses circulables** : ces terrasses sont souvent traitées par une étanchéité liquide (*trafic piétonnier surtout*), son usage sous les carrelages des terrasses étant beaucoup plus courant qu'en métropole. Les terrasses étanchées circulables (*piétonnes ou véhicules*) peuvent également recevoir des protections lourdes par dalle béton.

### Terrasses circulables

Les désordres concernent autant des défauts de mise en œuvre de l'étanchéité que des défauts d'exécution des protections (*carrelages, béton, chape*). L'étanchéité liquide est souvent appliquée par des entre-prises de peinture et non par des étancheurs.

Pour la protection par carrelage, le carreleur ne sait pas toujours quel type d'étanchéité liquide a été utilisé. Exposé à des rayonnements solaires importants et des températures élevées, le revêtement de carrelage se dilate et se met en compression. Dans le cas de dispositifs de dilatation périphériques insuffisants, l'étanchéité peut être cisailée au niveau des relevés ou des équerres d'étanchéité et des infiltrations pénètrent sous les terrasses.

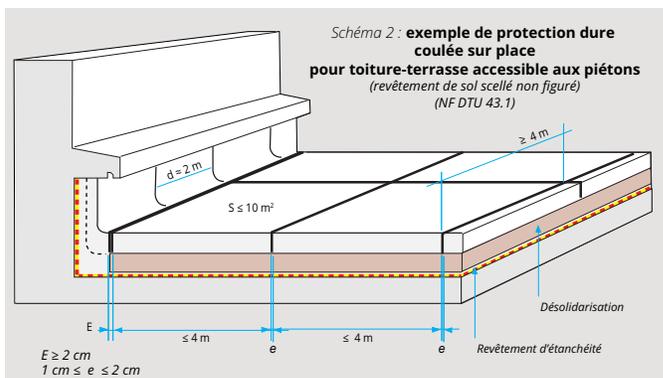
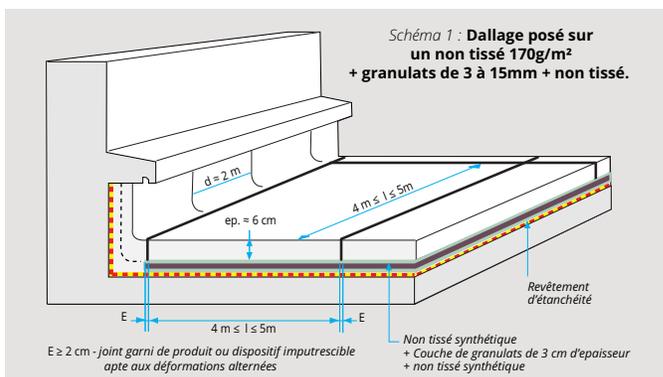
### Protection d'étanchéité circulaire Véhicules

En général, la pose des couches de protection lourde se fait sur un complexe non tissé + granulats ou sable + polyane + protection (*schéma 1*). La protection adaptée doit avoir une épaisseur adaptée à la sollicitation, au minimum 6 cm d'épaisseur comportant un dosage minimum de 350 kg de ciment par m<sup>3</sup> de béton et l'incorporation d'un adjuvant : réducteur d'eau plastifiant (*NFP 18-336*) ou superplastifiant (*NFP 18-333*).

La pathologie principale est un cisaillement des relevés d'étanchéité, lié à l'absence ou au non-respect des joints de fractionnement et/ou des joints périphériques.

### Protection d'étanchéité circulaire Piéton

Dans le cas du béton, la protection béton présente une épaisseur minimale de 4 cm, avec un dosage de 300 kg/m<sup>3</sup> de béton et incorporation



d'un adjuvant. La pose s'opère sur granulats de 3 à 15 mm de diamètre et d'un non tissé de 170 g/m<sup>2</sup> entre le granulats et le béton. Les problèmes de respect des joints de fractionnement et des joints périphériques sont similaires au cas précédent (*schéma 2*).

Dans le cas courant d'une protection par carrelage ou autre revêtement scellé, les règles APSEL font référence au DTU 52.1, renvoyant au DTU 43.1 avec des préconisations types : désolidarisation par polyane ou non tissé de 170 g/m<sup>2</sup> + joint périphérique + surdosage de la chape de mortier à 400 kg/m<sup>3</sup> de sable et adjuvant d'un plastifiant.

Les désordres rencontrés correspondent à :

- un cisaillement des joints périphériques lié au non-respect des joints de dilatation ;
- une dégradation de l'étanchéité en partie courante, par frottement de la chape sous les effets de la dilatation et du retrait, dans le cas d'un défaut de désolidarisation ou d'une constitution de chape défectueuse.

Dans le cas d'un carrelage collé, en protection dure de procédé d'étanchéité liquide, la pose se fait avec un mortier-colle compatible avec l'étanchéité (*parfois sur une étanchéité sablée pour augmenter l'adhérence de la colle*). Les pathologies sont similaires pour les cisaillements de relevés.

**Nota :** les protections par caillebotis bois ponctuellement rencontrées

sont non visées par le DTU et apparaissent inadaptées. En effet, dans un cas la fixation des caillebotis entraîne un risque de percement de l'étanchéité en partie courante, alors que dans l'autre cas, la mise en œuvre de caillebotis en indépendance présente un risque d'envol en cas d'épisode cyclonique.

### Évacuation des eaux pluviales

Les fortes quantités d'eau de précipitations conduisent :

- à adopter des pentes de 2 % pour améliorer l'évacuation des eaux vers l'extérieur du bâtiment ;
- à surdimensionner les évacuations *(les sections des eaux pluviales sont majorées de 50 % et les terrasses doivent comporter, soit 2 dispositifs d'évacuations distincts, soit une évacuation doublée d'un trop-plein de capacité d'évacuation au moins équivalente).*

### Défauts d'entretien :

Le défaut d'entretien des terrasses entraîne le développement de micro-organismes et de végétaux.

En région tropicale, le développement de végétaux est bien plus rapide qu'en Métropole. Les principaux végétaux rencontrés en toiture-terrasse sont les herbes rampantes, appelées traînasses et parfois des bambous. Ces 2 types de végétaux sont particulièrement solides, notamment au niveau des racines qualifiables de perforantes, même dans les premiers mois de développement. Parfois, l'absence d'entretien peut empêcher le traitement préventif dans le cas d'amorces de décollement ou de désordre au niveau des protections. L'entretien des terrasses est impératif pour maintenir leur bon état, de fréquence à minima annuelle voire plus selon l'exposition *(souscription d'un contrat d'entretien auprès d'une entreprise spécialisée).*

## 3 Les bonnes pratiques

Dans tous les cas, un respect des conditions de mise en œuvre des relevés est impératif, aussi bien au niveau des relevés que des émergences.

Selon la nature des supports, les avis techniques spécifiques aux régions tropicales précisent les principes d'exécution. Il faut utiliser et favoriser les ATEc avec extension DROM.

Le choix du type d'étanchéité et de sa protection éventuelle est important compte tenu des rayonnements et des chocs thermiques auxquels l'ouvrage est exposé.

Les travaux d'étanchéité et leur protection mettent en jeu plusieurs intervenants. La gestion des interfaces et la coordination des entreprises apparaissent essentielles.

**Nota :** pour les toitures-terrasses de surfaces importantes avec pentes, des dispositifs de surverse sont conseillés en complément de la pente de 2% afin d'éviter des mises en charge lors de la période cyclonique. La surverse est un dispositif de trop-plein en façade de la terrasse *(fermé sur 3 côtés maximum)*, permettant le passage libre de l'eau en partie supérieure en cas d'obturation accidentelle des dispositifs d'évacuations verticaux *(débris importants déposés par le vent en période cyclonique et débits d'eau conséquents pouvant conduire à la mise en charge des terrasses).*

### L'essentiel

- Pente de 2 % au moins donnée par le support d'étanchéité et permettant l'évacuation des eaux pluviales vers l'extérieur du bâtiment.
- Exécution avec soin des relevés, de leur adhérence et protection en tête.
- Veiller à la constitution adaptée de la protection (désolidarisation) et respecter les joints de dilatation périphérique et de fractionnement.
- Respecter les obligations d'entretien pour la pérennité des ouvrages (contrat d'entretien).

## 4 À Consulter

- DTU 20.12 : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité.
- DTU 43.1 : Étanchéité des toitures-terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine.
- NF DTU 43.3 : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité.
- DTU 43.5 : Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées.
- NF DTU 52.1 : Revêtements de sols scellés.
- ATec des fabricants.

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



*Etanchéité apres cyclone Bejisa.*



*Etanchéité apres cyclone Bejisa.*

Photo: © SARETEC - Pierre LAMORILL

Photo: © SARETEC - Pierre LAMORILL



Photo: © SARETEC - Pierre LAMORIL

Infiltrations sous toiture-terrasse.



Photos: © SARETEC - Pierre LAMORIL

Sondage réalisé pour déterminer l'origine de l'infiltration: cisaillement du relevé d'étanchéité.



Photo: © SARETEC - Pierre LAMORIL

Décollement du relevé d'étanchéité.





## Infiltrations par les liaisons menuiserie extérieure/gros oeuvre

### 1 Le constat

Les infiltrations d'eau provoquent un gonflement des enduits, plaques de plâtre, isolants et plinthes, l'éclatement des peintures, la dégradation des papiers peints et l'apparition de moisissures.

Des désordres peuvent aussi apparaître sur tous les ouvrages sensibles à l'eau, proches des fenêtres, comme les prises électriques, isolant acoustique sous parquet, etc. La pathologie peut toucher tous les types de menuiseries en bois, en métal ou en PVC.

Elle est largement influencée par les conditions climatiques du site et l'exposition du bâtiment (*la façade reçoit plus ou moins d'eau accompagnée de vent*), ainsi que par la hauteur de la baie au-dessus du sol (*le vent soufflant plus fort quand on s'élève*).

**N.B. :** cette fiche concerne le mode de pose en applique intérieure et en feuillure extérieure.

### 2 Le diagnostic

La méthode traditionnelle de bourrage au mortier, bien souvent accompagnée de fissures de retrait ou de défauts localisés, a laissé place, depuis 2010, à des techniques de calfeutrement par mastics de

construction sur fond de joint ou cordons en mousse imprégnée comprimés. Un cordon en mousse imprégnée et comprimé à la mise en œuvre reçoit, côté extérieur, un joint en mastic élastomère. Le premier assure l'étanchéité à l'air, le second l'étanchéité à l'eau.

Deux causes principales

#### Montage irrégulier de la maçonnerie de baie

■ Les dimensions de la baie ne respectent pas les tolérances usuelles vis-à-vis des cotes de plans.



#### OUTRE-MER Spécificités

La RTAA DOM (*Réglementations Thermique, Acoustique et Aérioration spécifique aux DROM*) impose aux bâtiments d'habitation un taux d'ouverture minimum en façade (*entre 14 % et 25 % selon la région et l'altitude*) pour faciliter la ventilation naturelle et le confort thermique.

S'inspirant de cette réglementation, les bâtiments de bureaux disposent de conceptions similaires.

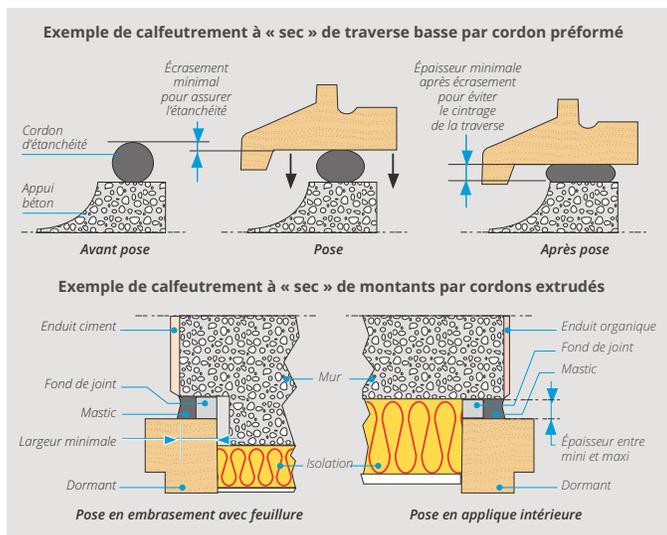
Les ouvrants classiques montrent les inconvénients suivants :

- ouvrants à la française encombrants en position ouverte, limitant les possibilités d'aménagements intérieurs ;
- ouvrants à soufflet peu encombrants mais de surface utile de ventilation très faible.

Les jalousies offrent l'avantage de permettre une bonne surface utile de ventilation tout en offrant une protection anti-effraction en position ouverte.

Les jalousies, dont l'usage était initialement limité aux pièces humides, sont désormais employées dans les chambres, séjours ou bureaux, locaux pour lesquels les infiltrations ne sont pas acceptables.

Elles disposent de niveaux d'étanchéité à l'eau moins performants que les châssis classiques et en deçà des exigences des DTU.



se tenir entre un minimum et un maximum).

- Utilisation de produits non conformes: les mastics élastomères ou plastiques doivent être conformes à la norme NF EN ISO 11600 et comporter le label SNJF; les mousses imprégnées doivent être conformes à la classe 1 de la norme NF P 85-570.

- Le cordon en mousse imprégnée présente des discontinuités, notamment entre le rejingot et les tableaux.

- Le cordon en mousse imprégnée est trop ou insuffisamment comprimé entre menuiserie et maçonnerie.

- Le nettoyage soigné des parois de contact n'a pas été réalisé.

Autres causes de sinistres

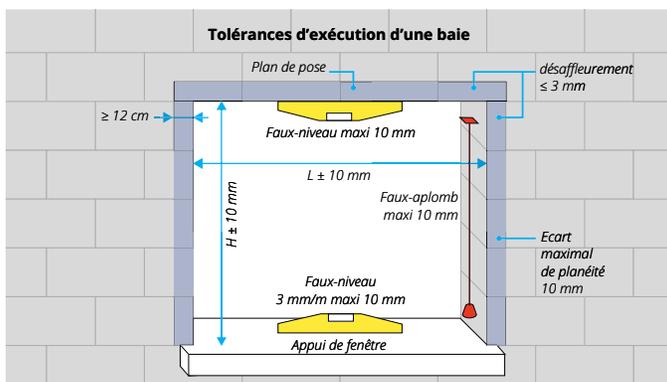
### Fixation de la menuiserie

Un défaut de fixation des éléments de menuiserie, notamment dans les parpaings creux, peut être à l'origine de pénétration d'eau et d'air. En effet, l'instabilité de la menuiserie entraîne la rupture ou le décollement des joints en mastic élastomère, la décompression, voire le déplacement des cordons en mousse imprégnée.

### Autres désordres présentant les mêmes symptômes

Un défaut d'étanchéité de la menuiserie elle-même, par l'assemblage à la jonction traverse basse/montant vertical, l'obturation des dispositifs de récupération des eaux ou un défaut dans le joint entre le bâti et l'ouvrant peuvent entraîner des infiltrations. Mais ces points relèvent de vices de la menuiserie elle-même et non de la jonction menuiserie/menuiserie.

À noter: les infiltrations d'eau se manifestent souvent en partie basse de



- Le tableau se présente avec du « faux-aplomb » ou un défaut de parallélisme.

- L'appui de fenêtre et son rejingot ne sont pas bien plans et horizontaux, ou sont discontinus en raccordement aux tableaux.

- L'appui de fenêtre en maçonnerie est réalisé postérieurement à la pose de la menuiserie extérieure (*impossibilité technique de mettre en œuvre le joint comprimé*).

La réalisation du joint est imparfaite si le recouvrement de la menuiserie

en vis-à-vis de la maçonnerie est insuffisant, si ce joint est d'épaisseur trop variable (*la maçonnerie comporte des épaufrures ou des joints en creux*). En effet, le cordon en mousse imprégnée est inefficace s'il n'est pas comprimé uniformément sur toute sa longueur.

### Malfaçons lors de la pose

- La section du cordon est inadaptée à la taille de l'interstice à calfeutrer.

- Le mastic sélectionné n'est pas adapté à la taille de l'interstice à calfeutrer (*l'épaisseur du mastic doit*

la fenêtre, mais les parties supérieures ne sont pas exemptes de désordres. L'apparition d'humidité en partie basse de la fenêtre peut provenir d'une malfaçon du calfeutrement en partie haute. En cas d'infiltration, l'examen complet du calfeutrement de la fenêtre doit être effectué.

### 3 Les bonnes pratiques

- Vérifier la compatibilité et la qualité des mastics : dimensions de l'interstice à calfeutrer, élongation et contraction minimales, compatibilité, adhésivité, durée de vie et stockage.
- Soigner la pose des fonds de joints.
- Porter un soin particulier au raccordement entre le cordon sous la traverse basse et les cordons verticaux.
- Rester dans les tolérances d'exécution : épaisseur et profondeur minimales de l'interstice, parallélisme des parois recevant le calfeutrement, et planéité de ces parois.
- Privilégier dans les ouvrages en béton armé la pose sur précadre inséré au coulage.

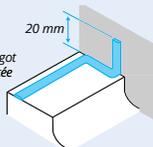


#### OUTRE-MER Spécificités

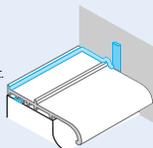
Les principales causes des infiltrations des jalousies sont :

- des défauts de recouvrements des lames ;
- des défauts de réglage des lames et la présence d'interstices résiduels, même lorsque les jalousies sont fermées ;
- des défauts de drainage des montants latéraux, avec passage des eaux de ruissellement par les pivots de lames ;
- non-respect du schéma de calfeutrement lors de la pose, obturant les dispositifs de drainage des montants.

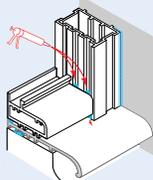
1. Réaliser un cordon d'étanchéité sur le reingot et prolonger en remontée sur le tableau comme indiqué avec un mastic PU 1<sup>re</sup> catégorie.



2. Placer le profilé sur le cordon de mastic. Et réaliser un cordon d'étanchéité.



3. Comblar toutes les gorges des profilés au niveau de la jonction avec le seuil. Placer la menuiserie sur la bavette. Réaliser un cordon de mastic périphérique et lisser comme illustré.



#### OUTRE-MER Spécificités

- Éviter la pose de jalousies en façade exposée et/ou prévoir une protection (débord de toiture, auvent...).
- Soigner les ajustements : recouvrement des lames, positionnement des joints, pivots de lames.
- Respecter les opérations d'entretien courant : réglages, contrôle des joints, état du mécanisme et maintien des tolérances.

### L'essentiel

- Porter un soin particulier à la réalisation des points sensibles : parallélisme et planéité des parois, fonds de joints, qualité des mastics, respect des cotes de pose.
- Définir les interfaces entre corps d'état, et organiser l'acceptation des ouvrages en maçonnerie avant intervention du menuisier.

### 4 À Consulter

- NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments. Parois et murs.
- NF DTU 36.5 : Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures.
- NF DTU 44.1 : Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre des mastics.

Pour en savoir plus  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo : © GIE SOCABAT

Absence totale de coordination entre deux corps d'état. Les réservations du gros œuvre ne permettent pas la mise en œuvre correcte des menuiseries PVC.

Les vides périphériques entre les dormant PVC et le support béton sont de l'ordre de 5 cm sur chaque côté.

Aucun dispositif d'étanchéité à l'eau entre le gros œuvre et la menuiserie ne peut, en l'état, répondre aux règles de l'art.



Photo : © GIE SOCABAT

Les dormant de menuiseries, posés en applique intérieure par l'intermédiaire de pattes de fixation, sont inadaptés à l'épaisseur du doublage thermique. Le calfeutrement d'étanchéité du vide d'environ 6 cm, entre la maçonnerie d'agglomérés de ciment et le dormant bois, est techniquement impossible au regard des règles SNJF.



Photo : © GIE SOCABAT

L'ensemble menuisé, avec angle rentrant, est posé directement sur l'allège maçonnée par l'intermédiaire de cales en pastique. L'absence d'appui de fenêtre conforme aux règles DTU et la non-compression du joint imprégné sous la traverse basse sont des risques majeurs d'infiltrations d'eau à la jonction avec le gros-œuvre.



Photo : © GIE SOCABAT

Les châssis ont été posés au nu intérieur du GO. Des déformations par gondolage des traverses basses des châssis se sont produites.

L'expertise a montré :

- un principe de pose sur des équerres métalliques de faible inertie à entraxe variable (75 cm à 110 cm) ;
- une mise en œuvre très aléatoire des fixations des équerres sur le gros œuvre : défaut de calage, absence de rondelles, diamètre de vis inadapté au trou oblong de l'équerre.



OUTRE-MER



Défaut d'assemblage montant traverse.



Défaut d'assemblage montant traverse.



Jalousies alu Infiltration interface traverse/montant.



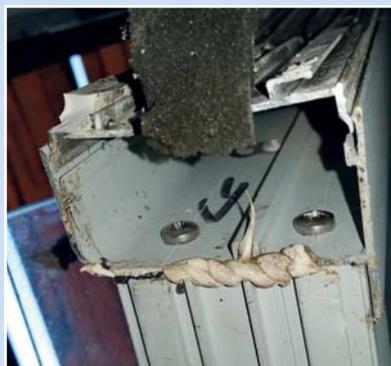
Infiltration sous jalousie



Infiltration allège de menuiseries alu.



Montant de jalousie en partie basse non drainé vers l'extérieur.



Vue de la partie basse d'un montant non drainé.

PHOTOS: © SARETEC



## Infiltrations d'eau par seuil de porte-fenêtre

### 1 Le constat

Les seuils de portes-fenêtres sont des ouvrages où les risques d'infiltrations sont importants, affectant aussi bien la pièce d'habitation attenante que l'étage inférieur.

Ces désordres représentent 3 % de la sinistralité totale. Les dommages vont de la simple flaque

d'eau épisodique sur le carrelage à la dégradation des embellissements ou des cloisons en plâtre.

Ces infiltrations surviennent généralement par fort vent, car celui-ci rabat l'eau vers la menuiserie avec souvent un effet ascendant. Une évacuation insuffisamment rapide des eaux collectées par le balcon ou la terrasse peut aussi contribuer au désordre.

### 2 Le diagnostic

#### Le défaut d'étanchéité entre rejingot et pièce d'appui

C'est la cause la plus fréquente. Les dispositions constructives prévoient normalement :

- une hauteur de rejingot suffisante (25 mm *mini*) avec une pente de l'appui maçonné de 10 %. Les faces en contact doivent être régulières et horizontales afin de réduire l'interstice existant. Le rejingot doit se retourner en tableau d'une seule pièce (évitant ainsi la fissure fréquente de reprise de coulage), afin d'évacuer l'eau à l'extérieur du mur. Voir schéma du DTU ci-contre ;

- la mise en place d'un cordon d'étanchéité entre le rejingot et la menuiserie. La continuité de ce cordon doit être parfaite et son épaisseur suffisante. Sa mise en place, avant pose de la

menuiserie, permet de mieux en contrôler l'application. Mais, trop souvent, ce cafeutrement est réalisé par extrusion rapide et sans fond de joint après la pose de la porte-fenêtre. Des vides, en particulier dans les angles, sont alors possibles, laissant l'eau passer.

#### Les défauts propres à la menuiserie

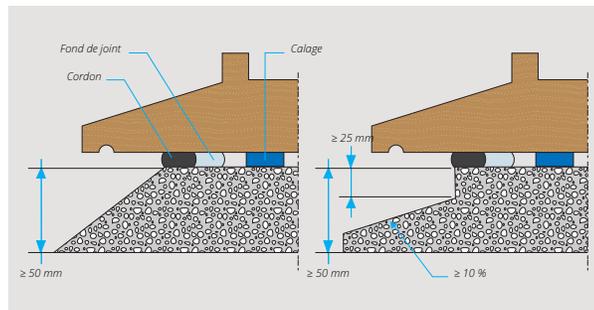
On peut relever :

- le plus fréquent est le colmatage des drains du seuil ou de la pièce d'appui ;

- la déformation ou le retrait des ouvrants non compensés par les joints ;

- le manque de résistance de la pièce d'appui à la circulation. Ce défaut est d'autant plus accentué en présence d'une isolation thermique par l'extérieur. En effet la pièce d'appui avec sa bavette éventuelle est plus large donc plus exposée ;

- Le défaut ou l'absence de larmier (*goutte d'eau*) afin d'éviter la stagnation d'eau devant le cordon d'étanchéité.



### Les défauts de la maçonnerie

■ Liaison incorrecte entre l' huisserie et le tableau verticalement. L'infiltration se manifeste, alors, au niveau du seuil.

■ Absence de rejingot ou insuffisance de pente du seuil en béton.

### Les défauts conceptuels

Trois cas se présentent fréquemment sur les balcons ou terrasses.

■ Continuité du plancher avec pose directe de la menuiserie. Cette configuration est souvent aggravée par la mise en œuvre de carrelage ou chape en intérieur et en extérieur.

■ Absence ou insuffisance de garde à l'eau. Constatée souvent en réhabilitation de terrasse après mise en œuvre d'un isolant et d'une protection.

■ Pente d'écoulement vers les descentes EP réduite ou rallongée (jusqu'à 2 %, le risque de rétention d'eau subsiste) ou mal orientée.

et réduire le nombre d'ouvertures exposées aux vents.

■ Par une réalisation soignée et bien supervisée.

■ Par une coordination entre les corps d'état prenant en charge ce risque spécifique.

■ Par un entretien régulier des drains et calfeutremments (*inspection, nettoyage et réparation*).

### Prendre en compte l'accessibilité des espaces privatifs extérieurs aux personnes à mobilité réduite

■ Cela implique une adaptation de plusieurs ouvrages dont les balcons, loggias et terrasses privatifs. La hauteur du ressaut des seuils de menuiseries permettant l'accès à ces ouvrages doit être inférieure à 2 cm.

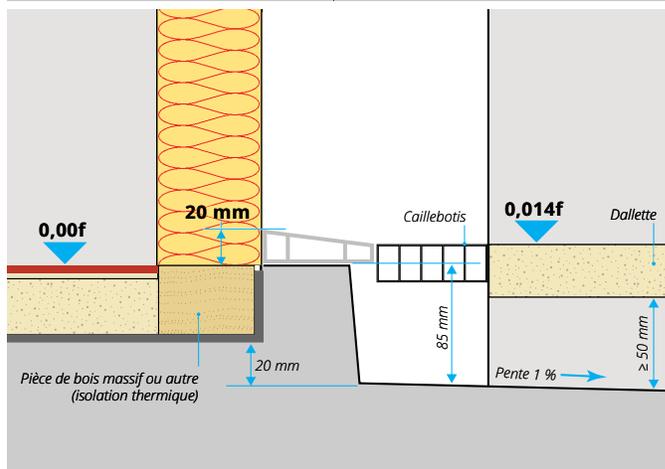
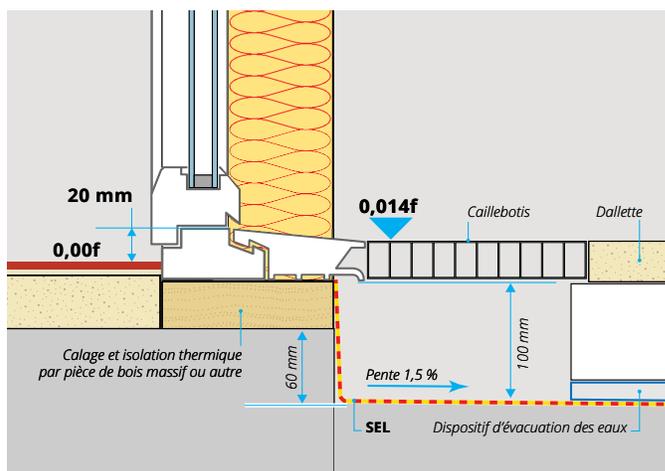
## 3 Les bonnes pratiques

### Adapter le type et la classe des menuiseries

Bois, aluminium ou PVC blanc, les menuiseries sont soumises à un NF DTU 36.5 unique et sont classées en fonction de leur étanchéité à l'eau battante.

### Réduire les risques d'infiltration

■ Par une bonne conception prévoyant tous les détails d'étanchéité, d'écoulement des eaux et d'éclaboussures. Dans tous les cas, il faut veiller à éloigner les eaux de ruissellement



△ Source : CSTB - Carnet de détails pour l'accessibilité des balcons, des loggias et des terrasses dans les constructions neuves (convention Y 08-15 - Action 19).

■ Dès la conception générale de l'ouvrage, les solutions constructives permettant d'assurer l'accessibilité requise, mais aussi l'étanchéité des menuiseries, doivent être élaborées.

■ Des solutions entraînent des modifications touchant plusieurs corps d'état. Une coordination accrue des équipes en charge des différents lots est de ce fait nécessaire.



### OUTRE-MER Spécificités

Combinées à la RTAA DOM, les règles d'accessibilité PMR ont multiplié l'usage de commandes déportées de type manivelle pour ouvrir les lames des jalousies. S'agissant d'un mode de manœuvre inhabituelle, cette disposition est bien souvent mal réalisée.

Enfin, les manœuvres par manivelles font l'objet d'usures prématurées en raison de sollicitations des genouillères (*rotules de jonction de la manivelle et du mécanisme dans le bâti*) en dehors de leur axe.

## L'essentiel

- *Bien concevoir et réaliser la liaison entre menuiserie et maçonnerie pour assurer l'étanchéité de l'ouvrage.*
- *Adapter les solutions constructives au regard de la réglementation sur l'accessibilité.*
- *Prendre en compte et gérer en amont les interfaces très sensibles entre corps d'état. (gros œuvre, menuiserie, revêtement de sol, étanchéité, isolation extérieure...)*

## 4 À Consulter

- NF DTU 20.1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments. Parois et murs.
- NF DTU 36.5 : Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures.
- NF DTU 44.1 : Étanchéité des joints de façade par mise en œuvre des mastics.

**Pour en savoir plus**

[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo: © GIE SOCCABAT

Cette photo montre l'absence de seuil en béton pour recevoir la porte. La porte a été posée sur des cales plastiques (en bas à gauche). Dans ces conditions, il est impossible de réaliser un seuil correct en béton. Le risque d'infiltration par le seuil est très important. De plus, le calage de la menuiserie n'est pas pérenne.



Photo: © GIE SOCCABAT

Les infiltrations d'eau, visibles sur le parquet, sont principalement dues à l'obstruction des évacuations d'eau par la pelouse ajustée au niveau du seuil. De plus, avec cette configuration, le joint entre le seuil béton et la menuiserie est très sollicité par l'humidité du terrain. La moindre pluie engendre une pression d'eau sur ce joint non prévu à cet effet.



Photo: © AQC - Gérald APPERT - 2010

Infiltration d'eau dans l'angle d'une porte d'entrée. Les infiltrations d'eau ont plusieurs origines cumulées :

1. stagnation d'eau sur le seuil béton laissant apparaître des traces de mousse verte. Le seuil présente une légère contre-pente dans cet angle;
2. le faible rejangot béton (environ 1 cm) ne présente pas de retour sur les jambages. Le bas du montant de la menuiserie bois repose donc directement sur le seuil. On observe une légère pourriture du bois en pied du montant;
3. cette porte se situe sur une façade sud-ouest de la côte atlantique donc très exposée aux intempéries.



Photo: © GIE SOCCABAT

Seuil d'une baie coulissante. La pièce d'appui est composé d'un simple rail de guidage. Les causes des infiltrations sont :

1. la non-conformité de la pièce d'appui de la menuiserie (pas de gorge de récupération entre autres);
2. l'absence de larmier sur les ouvrants;
3. l'absence d'étanchéité côté intérieur et côté extérieur nécessaire en cas de seuil à niveau.

**N.B.** Il faut préconiser le caniveau devant la baie plutôt que l'étanchéité horizontale côté intérieur qui s'avère souvent insuffisante quand la baie est très exposée.



## OUTRE-MER

## Revêtements extérieurs sur ouvrages neufs

### 1 Le constat

Dans les DROM, les revêtements extérieurs correspondent généralement au type de revêtements souples d'imperméabilité de façade, les enduits monocouches étant peu utilisés voire inadaptés selon les zones.

Les enduits monocouches restent limités aux constructions de faible hauteur, et bien souvent aux maisons individuelles. Les principaux désordres concernent des décollements, fissures du revêtement, ou des défauts d'épaisseur générant des infiltrations.

En métropole, les revêtements souples d'imperméabilité sont utilisés en « réfection de façades en service », souvent mis en place après dix ans de vie d'un ouvrage, le temps de la stabilisation de cet ouvrage sur le sol (*fondations*) et de l'apparition d'éventuelles fissures. Dans les DROM, ces revêtements sont utilisés sur ouvrages neufs, leur élasticité (*ou résistance à la fissuration*) pouvant masquer l'apparition d'éventuelles fissures dans les premiers âges des ouvrages.

#### Enduit monocouche

Avec la permanence des pluies, des vents et des embruns, l'enduit monocouche des maisons individuelles se dégrade plus vite qu'en Métropole. Il perd assez rapidement ses fonctions de coupure capillaire et se sature lorsqu'il pleut beaucoup et que l'hygrométrie de l'air est importante.

En Métropole, l'étanchéité globale de la façade est assurée par l'ensemble constitué de l'enduit monocouche, de la paroi et d'un doublage intérieur. Ce dernier étant peu utilisé dans les DROM, cela revient à enlever un composant du mur formant

coupure de capillarité (*isolant non hydrophile*), alors que les conditions climatiques sont plus sévères.

L'enduit monocouche est plus sensible à la fissuration qu'un revêtement souple, notamment dans un contexte de stabilité de bâtiment, de tassement, de chocs thermiques, et de pression des vents.

De plus, la maçonnerie extérieure, tout comme l'enduit, sont susceptibles de microfissurer. Les infiltrations d'humidité à travers la paroi arrivent directement sur l'enduit plâtre intérieur. Ce dernier se comporte comme du papier buvard sur lequel l'humidité forme de larges auréoles.

#### Peinture d'imperméabilité

Historiquement, les peintures d'imperméabilité étaient utilisées en rénovation de façades anciennes qui subissaient des phénomènes de fissuration. D'ailleurs, ce type de revêtement bénéficie d'un classement de type I1 à I4 correspondant à une résistance à l'ouverture des fissures (*de 0,2 mm pour I1 à 2 mm pour I4*).

En région tropicale, l'utilisation de granulats locaux (*qualité, argiles, zéolites, pollutions diverses, pH et porosité accrus des granulats modifiant le comportement au retrait du béton et donc sa fissuration*) et les fortes contraintes thermiques entre les parties exposées ou non au soleil, entraînent des fissurations des façades bétonnées et maçonnées.

Les conditions de concomitance de vent et de pluie en région tropicale, l'absence d'isolation intérieure des façades et donc de coupure de capillarité ont finalement conduit à privilégier la peinture d'imperméabilité de façade, correspondant aux murs de type IV du DTU 20.1.

## 2 Le diagnostic

### Enduit monocouche

La pathologie des enduits monocouches en région tropicale est comparable à celle en Métropole : faïençage, fissuration en relation avec le respect des conditions de mise en œuvre, brûlage ou grillage, décollement...

Ceci étant, les conditions de mise en œuvre (*température, vent*) rendent plus délicate leur application.

Les expositions et conditions climatiques spécifiques accélèrent le vieillissement de l'enduit monocouche et le développement de mousses, salissures et micro-organismes.

### Peinture d'imperméabilité

Les fournisseurs de peinture d'imperméabilité recommandent la mise en œuvre d'un complexe I3 en partie courante (*résistance à l'ouverture de fissure de 1 mm d'épaisseur*) et I4 au niveau des points singuliers suivants :

- nez de plancher ;
- reprise de bétonnage ;
- périphérie des ouvertures ;
- tête d'acrotère ;
- jonction béton/maçonnerie.

**Nota :** les points singuliers pour lesquels la nécessité de renfort est identifiée, dans les cahiers des charges des fournisseurs, correspondent pour la majeure partie à ceux indiqués par les DTU de la série 26 (*enduits de mortier et hydrauliques*).

Les causes principales des désordres sont :

#### Défaut d'épaisseur du complexe

Le contrôle de l'épaisseur n'est pas vérifiable aisément avec des essais non destructifs, le support béton

étant irrégulier. Le DTU 42-1 propose une méthode de mesure destructive (*passage d'une lame selon une trame définie par le DTU pour appréciation de la tenue du complexe*).

Le complexe n'atteignant pas l'épaisseur correspondant à I3 ne résistera pas aux fissurations prévisibles du support, même minimales. Les fissures deviendront infiltrantes selon les conditions de vent et de pluie.

Les infiltrations en parties courantes correspondent aux fissurations de retrait des façades (*fissurations généralement verticales de < 1 mm*).

Les défauts d'épaisseur du complexe au niveau des points singuliers entoilés sont plus fréquents : la trame étant visible, l'épaisseur du complexe est donc reprise par les intervenants.

#### Défaut de renforts par entoilage des points singuliers

La cause principale reste les défauts de repérage et de traitement des points singuliers. Le repérage des reprises de bétonnage du lot gros œuvre est rarement réalisé.

Bien souvent, les entoilages sur les façades se limitent aux nez de dalle des planchers.

La coordination entre corps d'état intervenant en façade est importante. En effet, selon leur localisation, les entoilages ne pourront plus être réalisés après la pose d'équipements (*par exemple brise-soleil métallique ou bois*) ou ossatures posées sur les façades, ces éléments s'étant multipliés avec les récentes évolutions de la RTAA DOM.

L'absence d'entoilage des ouvertures, des acrotères, des jonctions avec des brise-soleil béton et plus généralement des éléments de façade comportant des parties légè-

ment inclinées par rapport à l'horizontale conduira à des infiltrations plus importantes.

Une pathologie non infiltrante correspond au cas de la dégradation du ravalement de façade par cloquage, sans infiltration consécutive, l'eau étant piégée entre les parties de béton non fissurées et la peinture d'imperméabilité en partie courante.

Dans les cas de passage d'eau derrière le complexe de peinture d'imperméabilité avec présence d'une fissuration, même dans les tolérances prévues, des infiltrations d'eau apparaissent inévitables dans les parties habitables.

#### Peinture d'imperméabilité en façade de zone non étanchée

Les prescripteurs (*maître d'œuvre et fournisseurs*) imposent la réalisation de peinture d'imperméabilité sur l'intégralité des façades, afin d'obtenir le niveau de garantie maximum.

Toutefois, la réalisation de peinture d'imperméabilité de façade sur des parties d'ouvrage dont les planchers ne sont pas traités en étanchéité conduira à la migration et au blocage d'eau derrière le complexe de façade.

Les parties d'ouvrage concernées sont les parties communes non closes en façade et les varangues (terrasses extérieures couvertes) pour lesquelles des percolations d'eau sont tolérées par le DTU 20-1 (*aucune obligation d'étanchéité*).

Pour ces parties d'ouvrage non traitées en étanchéité, le choix de la peinture d'imperméabilité aura donc une incidence négative à la fois sur l'aspect de la façade (*cloquage*), mais également sur le séchage des supports en piégeant l'eau de percolation au niveau du ravalement.

Ce décalage entre le niveau d'étanchéité des supports horizontaux et le traitement de façade est aussi rencontré en rénovation, les façades devant être reprises après vérification du couvert (*toiture-terrasse, jardinière etc.*) et après vérification de l'étanchéité du clos (*menuiseries, jonctions structurelles*).

Les autres causes en provenance du support :

- Fissuration anormale du support (*au-delà de la résistance du complexe I3, soit 1 mm*): les causes de ces fissures peuvent être structurelles (*fondations, défauts de solidité, de ferrailage etc.*) ou simplement liées au matériau béton et à ses conditions de mise en œuvre (*phénomène de retrait aggravé par ajout d'eau au coulage, défaut de vibration du béton*).

- Épaisseur insuffisante de l'enduit de ravalement sur maçonnerie ou défaut de pose entraînant son décollement ou sa fissuration.

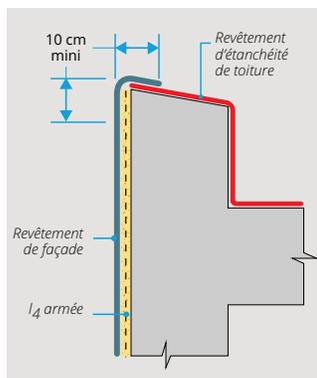
- Respect des préconisations des fournisseurs sur le nombre de couches pour atteindre les épaisseurs.

- Vérification de l'épaisseur du complexe par le fournisseur.

- Vérification de la quantité de peinture commandée et posée par le lot peinture.

- Coordination avec les autres corps d'état et vérification des entoilages par réception avant pose des équipements.

- Vérification de la bonne réalisation de l'arrêt du complexe en partie haute, notamment les acrotères béton (*schéma ci-dessous*)



### 3 Les bonnes pratiques

- Reconnaissance du support et des zones de fissuration correspondant aux points singuliers de façade (*ouverture, reprise de bétonnage etc.*).

Choix du revêtement d'imperméabilité en fonction de l'ouverture des fissures

<b>I1</b> Fissure < 0,5 mm	> 200 µm finition appliquée en 1 couche
<b>I2</b> Fissure < 1,0 mm	> 300 µm finition appliquée en 2 couches
<b>I3</b> Fissure < 1,5 mm	> 400 µm finition appliquée en 2 couches
<b>I4</b> Fissure < 2,0 mm	> 600 µm finition appliquée en 2 couches (1 <sup>ère</sup> couche armée)

Couche d'impression      Armature

- Pour les ravalements de façades existantes, réalisation d'un diagnostic complet du clos et du couvert.

- Utiliser le bon rouleau pour déposer la bonne charge, dans le cas de revêtement d'imperméabilité.

## L'essentiel

- *Enduit monocouche: à éviter selon les zones, en général inadapté à l'exposition accrue en région tropicale (vents et pluie).*

- *Épaisseur des traitements I2, I3, I4: à respecter pour fissuration du support.*

- *Entoilage points singuliers (nez de dalle, reprises de bétonnage) et acrotères.*

- *Les complexes d'imperméabilité de façade restent un procédé de mise en œuvre relativement simple, sous réserve d'une bonne reconnaissance du support et du respect des épaisseurs préconisées.*

- *Ces préconisations sont rappelées dans les dossiers techniques des fournisseurs.*

- *Le maître d'ouvrage s'attachera à exiger l'attestation d'assurance fournisseur/applicateur délivrée par le fournisseur après vérification de la bonne mise en œuvre par l'applicateur, cette attestation permettant de bénéficier de la garantie de 10 ans.*

## 4 À Consulter

- NF DTU 42-1 : Réfection de façades en service par revêtements d'imperméabilité à base de polymères.
- NF DTU 20-1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – parois et murs.
- DTU 26.1 (P15-201) : Travaux d'enduits de mortiers.
- DTU 26.2 : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques
- NF EN 1062-1 : Produits de peinture et systèmes de revêtements pour maçonnerie en béton extérieurs.
- Cahier des charges des fournisseurs de peinture.

**Pour en savoir plus**  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Acrotère non entoilé et imper I3 d'épaisseur insuffisante.

Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL



Infiltrations sous acrotères, défaut d'épaisseur peinture imper et absence d'entoilage.

Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL



Acrotère entoilé (fissuration inférieure à 2 mm non visible).

Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL

*Fissuration façade en partie courante (détail).*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL

*Fissuration façade en partie courante, infiltration.*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORILL

*Cloquage imper sous acrotère non entoilé.*





**OUTRE-MER**

Équipements

FICHE  
**9**

## Installations photovoltaïques en milieu tropical

### 1 Le constat

Les DROM disposent de taux d'équipement en panneaux photovoltaïques élevés par rapport aux départements métropolitains. Ces équipements sont soumis dans le même temps au risque cyclonique.

Deux modes de pose des panneaux photovoltaïques sont utilisés :

1. en surimposition sur des ossatures en profilé aluminium, fixé sur les pannes de la couverture existante. C'est de loin, le mode le plus courant dans les DROM ;

2. en système dit « intégré à la couverture », les panneaux et leur système d'étanchéité étant installés dans le plan de la toiture en substitution des éléments du clos et couvert.

Les principaux dommages en relation avec les panneaux en surimposition relèvent de défauts de pose des compléments d'étanchéité entre les fixations de l'ossature primaire des panneaux et la tôle de couverture (*écrasement des joints par serrage excessif, absence de joint, etc.*). Ces pathologies sont abordées dans la fiche C09 « couverture en milieu tropical »

Les panneaux intégrés font l'objet d'une pathologie spécifique, liée principalement à des infiltrations.

Les autres désordres sont liés à des défauts de rendement des panneaux photovoltaïques, rendant caduque l'intérêt d'une telle installation dont les matériaux de base sont coûteux.

Un autre point d'attention doit être souligné : la prise au vent des procédés en surimposition relativement au risque vent et cyclone.

### 2 Le diagnostic

#### Causes principales

#### Infiltrations par panneaux intégrés en couverture

■ Des infiltrations par les jonctions entre la couverture existante conservée et les panneaux photovoltaïques.

Les profilés des embases des panneaux photovoltaïques, conçus en Europe continentale, sont uniquement de type nervuré et leurs caractéristiques géométriques peuvent différer

de celles des panneaux fabriqués localement.

Les calfeutrements sont réalisés au mastic polyuréthane afin de remplir les interstices entre les embases des panneaux et les tôles dont les profils sont différents.

Les variations dimensionnelles de ces interstices et le linéaire important de ces dispositions délicates en font un point faible vis-à-vis du risque d'infiltration.

■ Des infiltrations entre les jonctions de panneaux. Chaque panneau photovoltaïque, d'une

surface variable comprise entre 1 et 2 m<sup>2</sup> selon le modèle, est disposé sur une embase en panneau de type nervuré.

Alors que le DTU 40.35 et les règles tropicales préconisent de limiter le nombre de recouvrements transversaux des tôles (*perpendiculairement au sens de la pente*), les installations de panneaux intégrés les multiplient.

Ces points sont l'objet d'infiltrations par effet de siphonnage en raison de la différence de pression intérieure/extérieure et des débits d'eaux pluviales importants.

La plupart du temps, ces points sensibles disposent de compléments d'étanchéité de type joint EPDM comprimé entre les tôles ou mastic polyuréthane.

Toutefois, le linéaire important de ces points singuliers implique un soin particulier de mise en œuvre des joints avec fond de joint et choix de mastic disposant de label adaptée à leur utilisation (*label SNJF 1<sup>ère</sup> catégorie*).

■ Un phénomène d'usure prématurée des compléments d'étanchéité.

Par destination, les panneaux et leur mastic d'étanchéité sont particulièrement exposés aux UV pendant la quasi-totalité de la journée.

Ces mastics, habituellement posés en façade, sont exposés aux rayonnements UV avec une incidence bien plus importante en toiture.

Enfin, la température de la tôle dépasse facilement 50 °C sur plusieurs heures (*plus de 4 heures*) pour les journées ensoleillées.

L'ensemble de ces facteurs entraîne une usure prématurée des compléments d'étanchéité et notamment des mastics.

### Faible rendement de l'installation

Les faibles rendements sont liés à :

■ une mauvaise estimation de l'efficacité des panneaux pour des microclimats nombreux, en fonction de l'altitude et des zones dites exposées « aux vents » ou « sous le vent ».

■ une mauvaise configuration initiale de la couverture, dont l'exposition n'est pas optimale pour la zone considérée ;

**Nota :** la plupart des constructions traditionnelles et des habitations ré-

pondant aux critères de la RTAA DOM, évitent l'exposition directe des toitures au soleil afin de limiter l'élévation de température dans les locaux.

■ une faible pente de la couverture favorisant l'accumulation de poussière et limitant l'autocurage lors des pluies ;

■ un défaut d'entretien et de nettoyage des panneaux.

La présence d'une salissure sur une partie d'une cellule composant le panneau entraîne une perte de performance sur l'ensemble du panneau, la puissance de chaque cellule montée en série s'alignant sur la plus faible.

La présence d'ombres portées sur les panneaux a également une incidence : elle est liée à la pousse de végétaux avoisinants dont la croissance est très rapide dans les régions tropicales et/ou à l'ajout d'antennes, de paraboles, de conduits de ventilation, etc.

### Panneaux en surimposition

Les principaux dommages d'infiltrations correspondent à des défauts de pose des compléments d'étanchéité entre les fixations de l'ossature primaire des panneaux et la tôle de couverture ou bien à des traversées de couverture inadaptées.

Pour ces ouvrages rapportés en couverture, qui ont été installés de façon très importante dans les territoires ultramarins depuis une dizaine d'années, les risques d'arrachement sont liés à :

■ un défaut de prise en compte des symptômes surimposés. Il faut vérifier que la charpente support soit dimensionnée en conséquence ;

■ des fixations des ossatures des panneaux solaires directement sur la tôle et non sur les pannes ;

■ une mauvaise évaluation ou diagnostic de l'état de l'ossature existante (*état de corrosion ou dimensionnement*) ; la durée d'exploitation des centrales étant de 19 ans, l'évolution de l'état du site est à anticiper (*proximité du front de mer ou agressivité du site notamment*) ;

■ ce que les cadres aluminium des panneaux ne pouvant pas être percés, leur maintien est assuré par des profilés les plaquant sur les ossatures. Le défaut de serrage d'un seul élément peut entraîner l'envol d'un panneau et de ceux reliés à ce dernier.

### Les autres causes de désordres

- Un risque d'échauffement et d'incendie des boîtiers de raccordement, de dérivation et des onduleurs.

- Un indice de protection IP du matériel électrique, notamment les onduleurs, inadapté à son exposition aux projections d'eau,

- L'existence de points d'infiltrations en amont des panneaux sur la couverture conservée (*mauvais diagnostic de l'existant*).

- Une pente insuffisante de la couverture initiale ne répondant pas aux règles tropicales des couvertures (*15 % pour les tôles nervurées, 25 % pour les tôles ondulées*).

- La décoloration d'encapsulant EVA (*Ethylène Vinyle Acétate*) liée à l'exposition aux UV. Ceci induit une production d'acide acétique et une corrosion des rubans métalliques qui assurent la jonction électrique entre les cellules. Cette dégradation génère des micros-arcs électriques, une baisse de production et un risque incendie.

- Les dysfonctionnements électriques liés à des câbles immergés dans l'eau (*câbles enterrés*), des défauts d'isolement de l'onduleur, un onduleur en défaut, ou le vieillissement prématuré des câbles (*câbles non gainés et inadaptés à l'exposition aux UV*).

### 3 Les bonnes pratiques

Les couvertures en panneaux photovoltaïques restent une installation demandant des compétences à la fois en diagnostic, en conception de couverture et enfin, en électricité.

- Réaliser un diagnostic de la couverture existante avant travaux (*pente, usure, corrosion, type de matériaux pour éviter les contacts alu/acier*).
- Utiliser des panneaux sous avis techniques adaptés aux régions tropicales.
- Étudier la position des panneaux pour limiter le nombre de points singuliers.
- Prévoir le passage des câbles électriques par les sous-rives et éviter les traversées de tôles de couverture en partie courante.
- Dimensionner le système de fixation pour renforcer la résistance aux vents.
- Prévoir des profilés de jonction spécifiques entre les embases des panneaux et la tôle existante.
- Définir les compléments d'étanchéité ainsi que les mastics adaptés (*voir également la fiche C9 : Infiltrations d'eau des couvertures en milieu tropical*).

Les études préalables à la pose des panneaux photovoltaïques pour l'évaluation du rendement de l'installation doivent tenir compte :

- du niveau d'ensoleillement du site selon les données de la station météo locale la plus proche et en

prenant en compte une moyenne sur 5 années minimum;

- des ombres portées sur les panneaux comme les végétaux ou lignes électriques (*chaque panneau connecté en série a comme limite de puissance celle du panneau le plus faible - l'ombre portée sur un seul panneau aura une incidence sur tous les panneaux reliés à la même série*);
- de l'orientation des panneaux, les couvertures existantes n'ayant pas toujours l'orientation optimale.

■ Établir avant pose, en cas de pose en surimposition, un diagnostic de l'état des existants.

■ Faire valider par un bureau de contrôle les systèmes de fixation.

■ Utiliser des profilés de qualité marine pour les systèmes, et éviter les couples galvaniques.

■ Vérifier que le domaine d'emploi de panneaux bénéficie d'un avis technique permettant leur utilisation dans les DROM (*résistance au vent, ossature de maintien adaptée*).

■ Soigner la mise en œuvre des panneaux et réaliser avec soin l'ensemble des points singuliers (*traversées de couvertures, recouvrements...*).

■ Vérifier minutieusement les mécanismes de maintien et de serrage des panneaux en raison de l'effet domino potentiel dans le cas de l'envol d'un panneau.

**N.B. :** les systèmes intégrés présentent des risques importants de défaut d'étanchéité et de risque d'incendie.

## L'essentiel

■ Respecter les précautions de pose et des points singuliers des avis techniques des panneaux, relativement aux référentiels (DTU et règles tropicales) des couvertures.

■ Prendre en compte l'aspect, compétence, qualification et formation des personnels. La pose de ce type d'installation nécessite donc du personnel qualifié en couverture tôle mais aussi formé aux risques électriques.

■ Réaliser la mise en œuvre des panneaux avec soin, toute défaillance de pose entraînant de facto des incidences sur les existants, en raison des risques d'infiltration mais aussi sur l'exploitation des panneaux en cas de réparation.

■ Prêter attention aux risques inhérents à ce type d'installation, les panneaux étant sous tension dès exposition aux rayonnements solaires.

## 4 À Consulter

- Série 40 des DTU, y compris le DTU 40.35 relatif aux couvertures en tôle de grands éléments et de la couverture.
- NF C 15-100 - Installations électriques à basse tension.
- UTE C15 712 Installations électriques à basse tension - Guide pratique - Installations photovoltaïques.
- Règles de pose des couvertures en région tropicale.
- Avis techniques des panneaux photovoltaïques.
- NF EN 50548 - Boîtier de jonction pour modules photovoltaïques.
- NF EN 62446 - Systèmes photovoltaïques connectés au réseau électrique - Exigences minimales pour la documentation du système, les essais de mise en service et l'examen.
- NF EN 50583 - Éléments photovoltaïques dans la construction.
- NF EN 50380 - Spécifications particulières et informations sur les plaques de constructeur pour les modules photovoltaïques.
- NF EN 61215 - Modules photovoltaïques (PV) au silicium cristallin pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation.
- NF EN 61646 - Modules photovoltaïques (PV) en couches minces pour application terrestre - Qualification de la conception et homologation.
- NF EN 61730 - Qualification pour la sûreté de fonctionnement des modules photovoltaïques (PV).
- NF EN 61727 - Systèmes photovoltaïques (PV) - Caractéristiques de l'interface de raccordement au réseau.

### Pour en savoir plus

[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

## 5 L'œil de l'expert



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORIL

*Pente insuffisante - défaut étanchéité - accumulation poussière en bas de panneaux.*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORIL

*Recouvrement panneaux.*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORIL

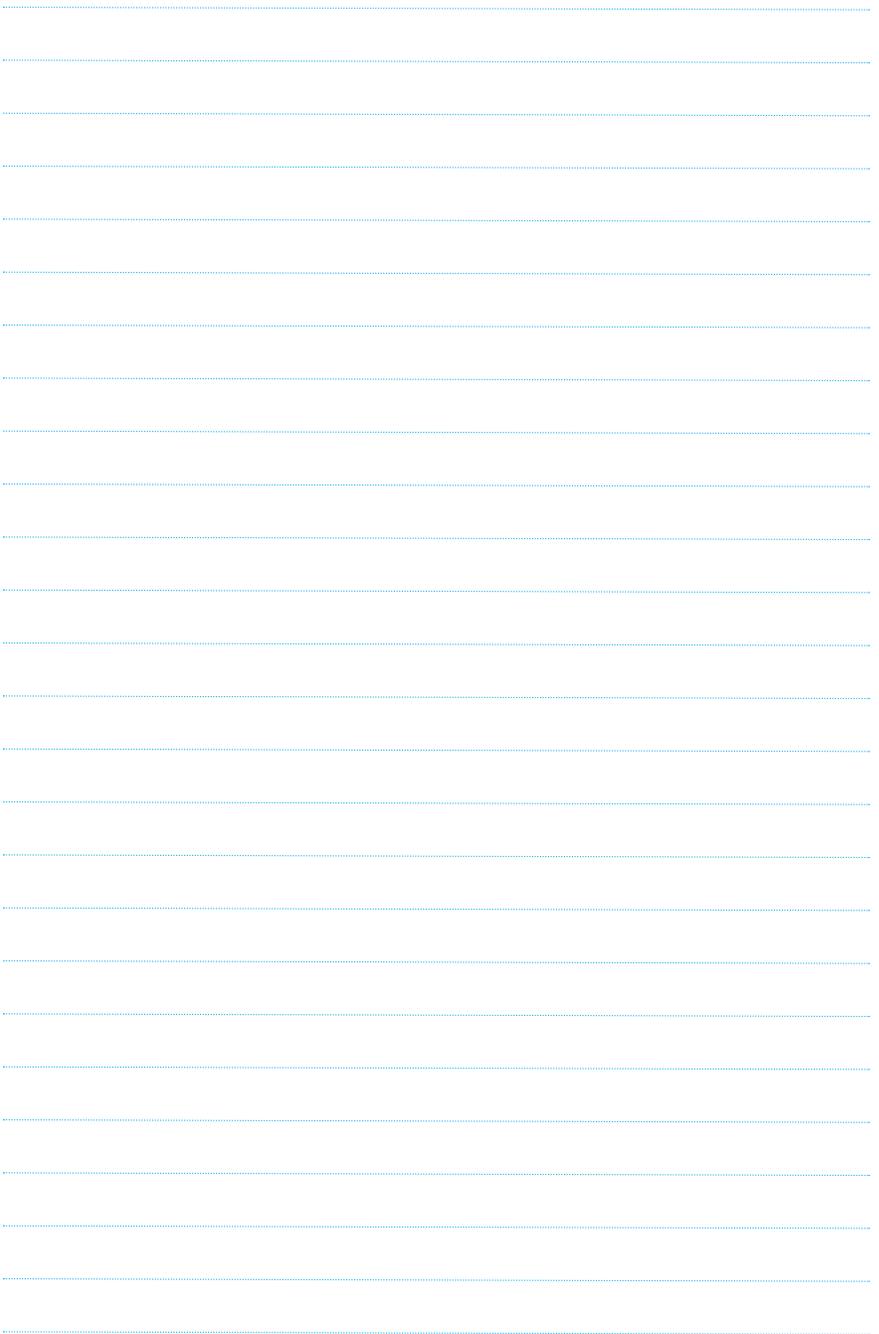
*Détail rive haute jonction panneaux - tôle ondulé*



Photo : © SARETEC - Pierre LAMORIL

*Absence de complément panneaux - tôle égout.*





L'Agence Qualité Construction et la fondation Excellence SMA  
souhaitent remercier tout particulièrement :

Laurent CANU et Pierre LAMORIL, experts SARETEC,  
pour la rédaction des fiches,

Marc DUPONT, expert GIE SOCABAT,  
pour la supervision technique,

Erwan BIDAN (AQC) et Stéphane ORSETTI (GIE SOCABAT),  
pour la coordination de cet ouvrage.

Et tous les professionnels qui,  
par leur relecture attentive et leurs conseils avisés,  
ont contribué à la réalisation de ce fascicule.

•

Relecture orthographique: Nathalie ROGER  
Maquette: Michel HOUEIX  
Imprimeur: société OTT

•

Avril 2018



# Retrouvez l'ensemble des Fiches pathologie bâtiment

sur

[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)

rubrique : « Nos ressources »

Depuis 1993 les *Fiches pathologie bâtiment* recensent les désordres avérés, constatés sur le terrain par les experts construction. Chaque fiche établit le constat et le diagnostic concerné, développe les bonnes pratiques de mise en œuvre à l'aide de nombreux schémas et illustrations.



**AGENCE QUALITÉ CONSTRUCTION**

29, rue de Miromesnil, 75008 Paris  
[www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)



**FONDATION EXCELLENCE SMA**

6-8, rue Louis Armand, 75015 Paris  
[www.groupe-sma.fr](http://www.groupe-sma.fr)

ISBN : 978-2-35443-597-4

