



Matinales technique

Toitures à faible pente

Jean-Marc ESCRICHE

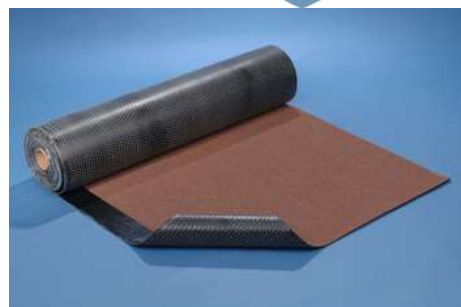
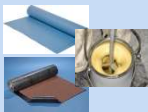
1^{er} décembre 2023





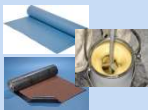
Sommaire

1. Généralités
2. Quelques chiffres
3. Le référentiel
4. Pathologie (15 exemples)
5. Synthèse
6. Moyens d'investigation (pour information)



1

Généralités

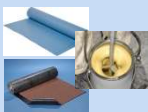


1

Généralités

Le support : Maçonnerie - Bac-acier - Bois



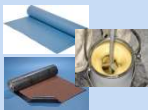


1

Généralités

Les matériaux : Bitume feuille - Asphalte - feuille synthétique - SEL



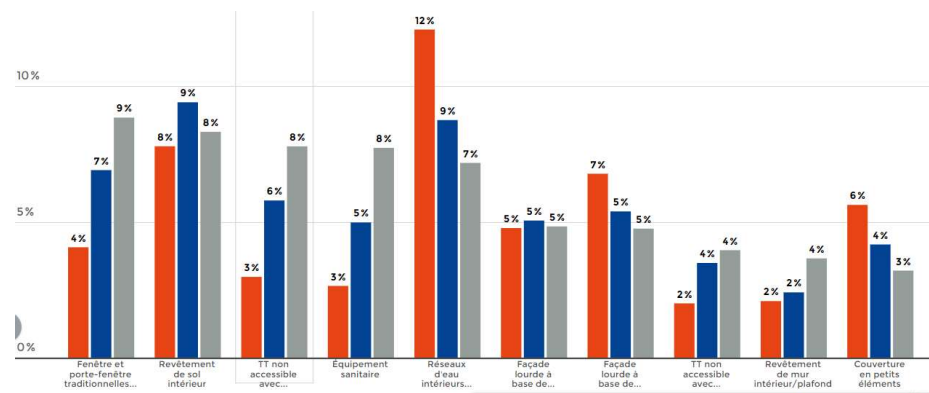
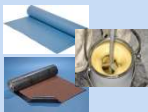


1

Généralités

La protection : Dure - meuble - Dalle sur plot - Végétale - Auto-protégé



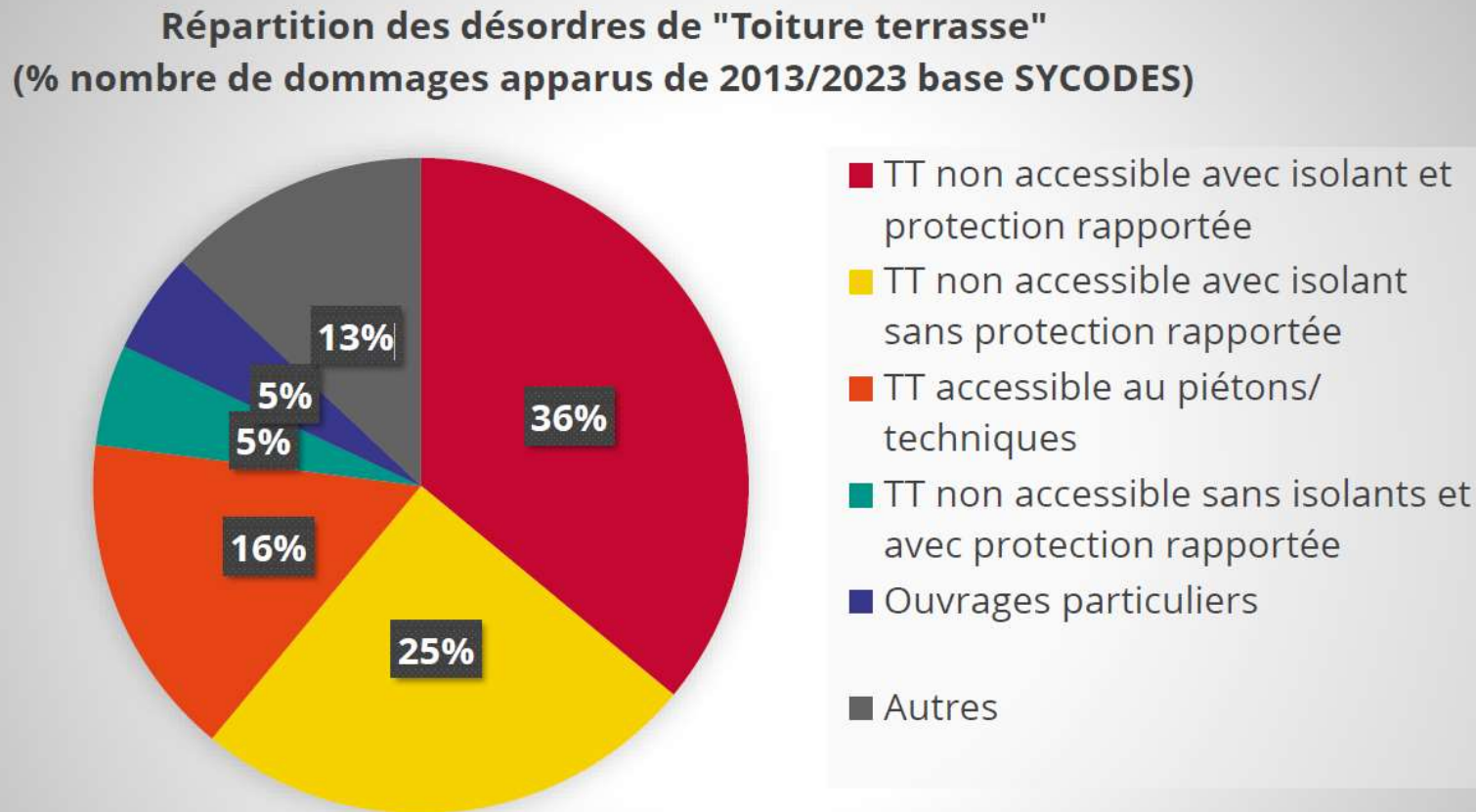


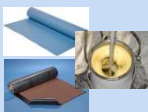
Quelques chiffres



2

Quelques chiffres

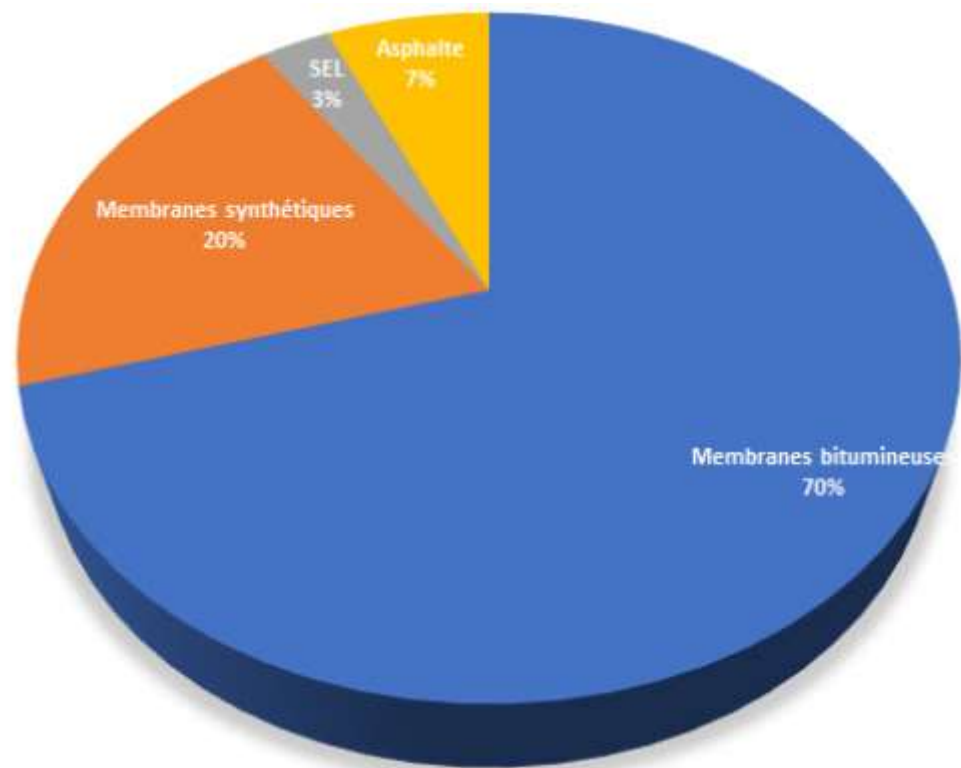




2

Quelques chiffres

Répartition par type d'étanchéité en 2022





Référentiel



Référentiel

- Normes série NF-P84 (produits)

- DTU Série 43

Réf. DTU	Dénomination
43.1	Travaux d'étanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de plaine
43.11	Etanchéité des toitures terrasses et toitures inclinées avec éléments porteurs en maçonnerie en climat de montagne
43.3	Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité
43.4	Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité
43.5	Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures terrasses ou inclinés
43.6	Etanchéité des planchers intérieurs en maçonnerie par produits hydrocarbonés

- Règles professionnelles (CSFE, APSEL, SFJP, Office des Asphaltes) dont celles validées par la C2P:

- ✓ Systèmes d'étanchéité liquide appliqués sur planchers extérieurs en maçonnerie dominant des parties non closes de bâtiment (09/1999)
- ✓ Conception et réalisation des terrasses et toitures végétalisées (11/2007)
- ✓ Travaux d'étanchéité à l'eau réalisés par application de systèmes d'étanchéité liquide sur planchers intermédiaires et parois verticales de locaux intérieurs humides (03/2010)
- ✓ Travaux d'étanchéité à l'eau pour application de SEL sur les rampes de parking (05/2012)
- ✓ Travaux d'étanchéité à l'eau pour application de SEL sur les dalles de parking (12/2013)

- CPT : Cahier de prescriptions techniques CSTB (GS 5)

- ✓ Membranes monocouche synthétiques (Cahier CSTB n°3502, Avril 2004)
- ✓ Etanchéité liquide de toiture (Cahier CSTB n°3680, Septembre 2010)

- DTA : Documents Techniques d'Application (DTA) ou Avis techniques



4

Pathologie



4

Pathologie – Exemple 1



❑ **Ouvrage :**

- Ensemble de 24 maisons individuelles jumelées deux à deux de type R+1.

❑ **Constat :**

- Infiltrations d'eau dans le séjour et le plafond de l'escalier de la maison, dégradation de la peinture



4

Pathologie – Exemple 1



❑ **Diagnostic et causes :**

- Défaut d'adhérence des panneaux d'isolant sur le pare vapeur, en raison de l'insuffisance du collage (absence de plots de colle bitumineuse constatée en sous face, et de fixation mécanique).
- Libre rétraction/dilatation. Phénomène de mouvement alterné et cyclique sur de grandes surfaces, déplacements non négligeables des panneaux (reptation).
- Phénomène cumulatif et non réversible, contraintes sur la membrane d'étanchéité, plissements en partie courante, tractions sur les relevés périphériques, décollements et aux déchirures.
- Soulèvements et arrachements du revêtement d'étanchéité soumis aux efforts de dépression du vent.



4

Pathologie – Exemple 2



- ❑ **Ouvrage :**
 - 4 bâtiments collectifs à usage d'habitation R+4 R-2 de 122 logements

- ❑ **Constat :**

Domage :

 - Infiltration dans une entrée d'appartement
 - Traces d'infiltration au plafond se traduisant par des auréoles avec dégradation de la peinture



4

Pathologie – Exemple 2



❑ **Diagnostic et causes :**

- Siphon de sol de la chaufferie fuyard. Siphon de sol mis en place après réalisation de l'étanchéité, sans qu'il y ait de traitement spécifique.
- Présence de fissures sur l'édicule de maçonnerie
- Défaut d'étanchéité de la dalle située juste au-dessus de l'appartement. Une costière a été mise en œuvre autour des tuyaux de chauffage qui traversent la dalle. Ceux-ci auraient été également mis en œuvre après réalisation de l'étanchéité. Des percements sont à l'origine des infiltrations
- Défaut de traitement au droit des traversées de canalisations provenant de la chaufferie. Percements de l'étanchéité

❑ **Coût et responsabilités :**

- 50% pour entreprise titulaire du lot étanchéité
- 50% pour entreprise titulaire du lot chauffage / plomberie / ventilation, pour défaut d'exécution
- 5 791€



4

Pathologie – Exemple 3



❑ **Ouvrage :**

- 65 logements + 1 commerce

❑ **Constat :**

- Infiltration en cueillie de plafond et mur du séjour et de la chambre
- Large auréole ponctuelle d'humidité se développant en cueillie de plafond côté terrasse extérieure

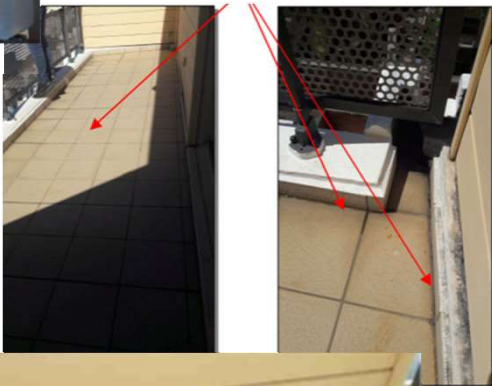


4

Pathologie – Exemple 3



Défaut d'étanchéité de l'étanchéité sous carrelage au niveau de la boîte à eau béton, point bas de la terrasse.



❑ Diagnostic et causes :

- Défauts isolés de traitement d'imperméabilité au droit de points singuliers de la façade et défaut de mise en œuvre de l'étanchéité à l'intérieur de la boîte à eau
- Défaut d'étanchéité de l'étanchéité sous carrelage au niveau de la boîte à eau béton, point bas de la terrasse.
- Défaut d'étanchéité en partie courante et au droit d'un relevé d'étanchéité de cette terrasse
- Défauts du complexe d'étanchéité sous carrelage cisailé par sa protection dure due à une insuffisance de joints périphériques et de joint de fractionnement.
- Présence de pousses de végétation à travers le carrelage de la terrasse
- Les eaux de pluie et/ou de lavage de la terrasse s'infiltrent par des défauts du complexe d'étanchéité sous carrelage cisailé par sa protection dure due à une insuffisance de joints périphériques et de joint de fractionnement

❑ Coût et responsabilités :

- 50% pour entreprise titulaire du lot étanchéité
- 50% pour entreprise pour défaut de mise en œuvre de joints périphériques
- 6 582€



4

Pathologie – Exemple 4

❑ **Ouvrage :**

- Bâtiment collectif d'habitation

❑ **Constat :**

- Remontées capillaires dans les cloisons de la chambre et venues d'eau au plafond
- Dégradation de la peinture au-dessus de plinthes sur 10 cm.

❑ **Diagnostic et causes :**

- Orifices de drainage obstrués par les dalles de protection de la terrasse.
- Faible hauteur des relevés d'étanchéité autour des seuils des portes fenêtres. Les relevés d'étanchéité sont conformes en partie courante, sauf au niveau du franchissement des seuils.
- Ce dommage trouve son origine dans la conception et la réalisation de la liaison de l'étanchéité avec les tableaux des portes-fenêtres. Il en ressort que cette disposition n'est pas conforme, dès lors elle implique le maître d'œuvre (conception), l'entreprise de gros-œuvre (hauteur de relevé non conforme) et l'étancheur (discontinuité de l'étanchéité).

❑ **Coût et responsabilités :**

- 15 476€
- 20% pour entreprise, lot étancheur
- 20 % pour entreprise, lot gros-oeuvre
- 60 % pour maître d'oeuvre





4

Pathologie – Exemple 5



- ❑ **Ouvrage :**
 - 2 bâtiments à usage de bureaux, locaux techniques, ateliers
- ❑ **Constat :**
 - Infiltration dans les vestiaires du rez-de-chaussée et du premier étage en dessous de la terrasse étanchée accessible et végétalisée



**Percements anarchiques de l'étanchéité
en partie courante sous les deux zones végétalisées.**



4

Pathologie – Exemple 5



Perforations visibles au travers
du polystyrène et de l'étanchéité

❑ Diagnostic et causes :

- Percements anarchiques de l'étanchéité en partie courante sous les deux zones végétalisées.
- Découverte d'une barre à mine, outil ayant servi à réaliser les plantations et qui aurait accidentellement provoqué les percements de l'étanchéité

❑ Coût et responsabilités :

- 100% pour l'entreprise à l'origine des perforations accidentelles de l'étanchéité lors de la plantation des végétaux en godets.
- 65 616€



4

Pathologie – Exemple 6



- ❑ **Ouvrage :**
 - Immeuble R+4

- ❑ **Constat :**
 - Nouvelles infiltrations toilettes, plafond affecté d'une dégradation

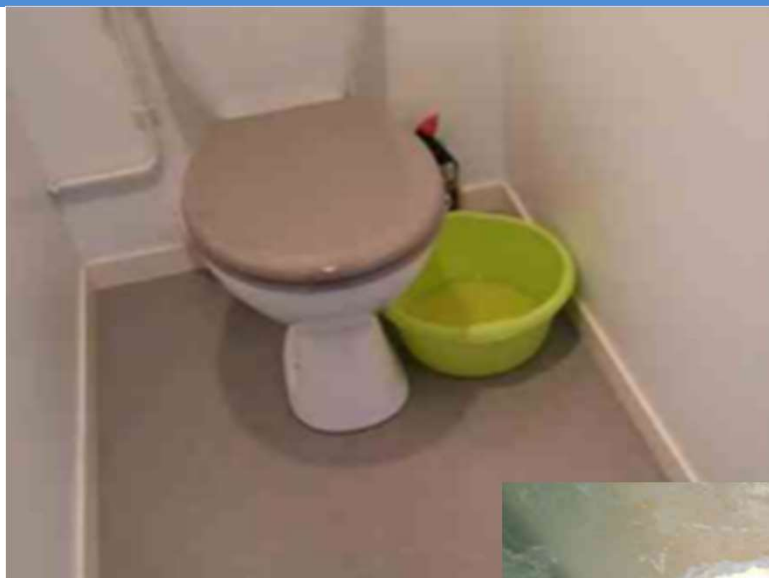
- ❑ **Diagnostic et causes :**
 - Percement d'un relevé d'étanchéité évacuant les condensats du groupe de climatisation

- ❑ **Coût et responsabilités :**
 - 4 000€



4

Pathologie – Exemple 7



❑ **Ouvrage :**

- 96 logements collectifs

❑ **Constat :**

- Infiltrations en provenance de la terrasse
- Disposition d'une bassine à l'aplomb d'une conduite d'eau pluviale transitant en plénum du plafond plâtre suite à des écoulements d'eau importants lors de périodes pluvieuses.



4

Pathologie – Exemple 7



❑ Diagnostic et causes :

- Percement de l'étanchéité par les pieds de platines des brises vues disposées sur la toiture terrasse de l'immeuble.
- Cette disposition permet l'infiltration d'eau sous l'étanchéité puis sa migration d'eau jusqu'en plafond du WC de l'appartement.
- La mise en œuvre d'un complément d'étanchéité qui a déjà été réalisé, postérieurement à l'année de parfait achèvement, s'avère insuffisante

❑ Coût et responsabilités :

- 100% pour entreprise de serrurerie/brise vue terrasse
- 5 216€





4

Pathologie – Exemple 8



❑ Diagnostic et causes :

- Défauts de pente en partie courante de la toiture terrasse
- Fluage de l'asphalte (mise en œuvre trop chaud, mauvaise adaptation du produit aux conditions d'utilisation)
- Cloquage (eau piégée lors du coulage du revêtement)

❑ Responsabilités :

- 100 % pour titulaire du lot étanchéité





4

Pathologie – Exemple 9

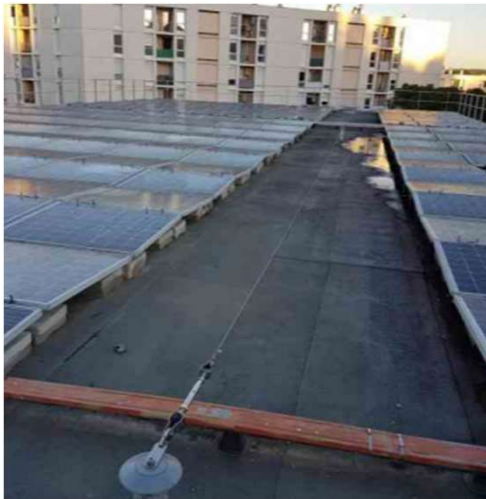


❑ **Ouvrage :**

- Construction d'une centrale photovoltaïque sur deux toitures d'un bâtiment existant

❑ **Constat :**

- La terrasse basse présente une dégradation généralisée qui se manifeste par un très important effet de tuilage des panneaux de l'isolant thermique





4

Pathologie – Exemple 9



□ Diagnostic et causes :

- Dégradation généralisée, important effet de tuilage des panneaux d'isolant thermique, décollement des lés du complexe d'étanchéité.
- Présence d'une poche d'eau entre la membrane d'étanchéité et l'isolant
- Nombreux incidents d'exécution en zone courante (jonction des lés) : mise en œuvre défectueuse de la membrane d'étanchéité.
- Isolant thermique non soudé sur son support, en violation des prescriptions de l'avis technique du panneau
- Défauts de calepinage des panneaux isolants (non posés en quinconce)





4

Pathologie – Exemple 10



❑ Diagnostic et causes :

- Nombreux points d'infiltration tous localisés au droit des acrotères bas et entrées d'eau pluviale.
- Décollements de membranes au niveau des relevés.
- Fixation des garde-corps entrainant fissuration du support qui participe à la dégradation du complexe d'étanchéité de la terrasse

❑ Coût et responsabilités :

- 90% pour l'entreprise d'étanchéité
- 5% pour l'entreprise de serrurerie-métallerie
- 5% pour l'entreprise de PV
- 152 963€





4

Pathologie – Exemple 11



- ❑ **Ouvrage :**
 - Construction d'un ensemble immobilier de 3 bâtiments à usage d'habitation
- ❑ **Constat :**
 - L'étanchéité du bac (jardinière étanchée en terrasse) est décollée et gondolée
- ❑ **Diagnostic et causes :**
 - Défaut de mise en œuvre de l'étanchéité : il n'y a aucune (ou très peu) adhérence/soudure entre le revêtement et le support.
- ❑ **Coût et responsabilités :**
 - 100% pour entreprise titulaire du lot étanchéité.
 - 3 590€



5

Synthèse

Sources de la pathologie

- ❑ **La partie courante :**
 - Le support (fissuration, points durs,...)
 - La mise en œuvre (soudure, piégeage d'eau, fixation/collage, protection, charges lourdes)
 - L'isolant (tuilage, rétractation)
 - Conditions d'utilisation (trafic, passage ultérieur)

- ❑ **Les points singuliers :**
 - Les relevés (solins, becquets, hauteur)
 - Les évacuations (colmatage, raccordement)
 - les émergences et autres points singuliers

- **Les équipements :**
 - Garde-corps
 - Systèmes de ventilation (support, traversées)
 - Installations photovoltaïques (support, fixation, incendie)

- ❑ **Le défaut d'entretien :**
 - Absence d'entretien (colmatage des évacuations, végétation)
 - Les interventions après réception (maintenance des équipements)



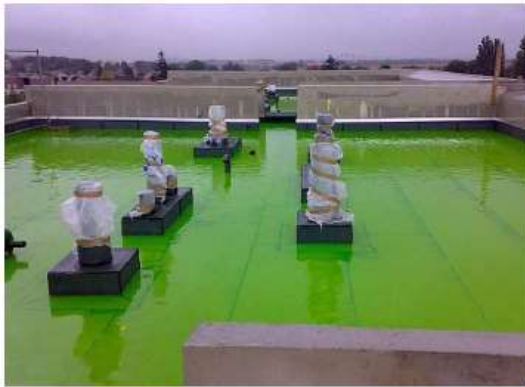
6

Moyens d'investigations



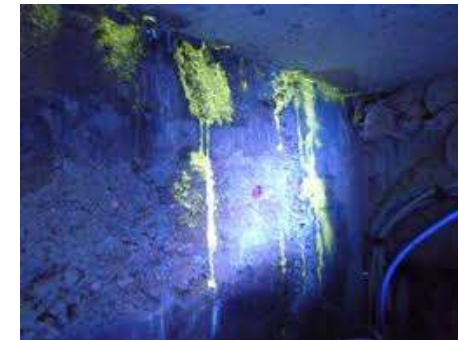
6

Mise en eau



Exemples de mise en eau

Investigations à réaliser par zonage



Durée minimale de mise en œuvre (en général, 24h) nécessite

- ✓ 1 préparation + 1 mise en eau + 1 dépose
- ✓ 2 passages de vérification



6

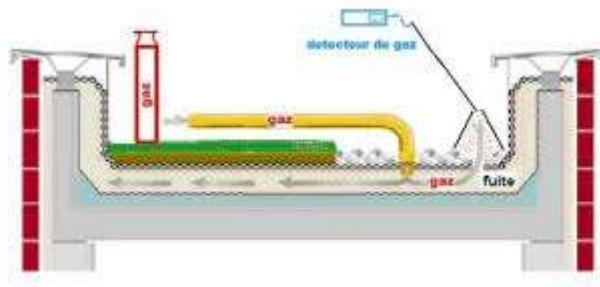
Fumigène et gaz traceur

Fumigènes



Avantages	Inconvénients
Révélation quasi immédiate et précise de <u>tous</u> les points de sortie du gaz	Le système d'étanchéité doit être indépendant ou semi indépendant
	Absence de vent lors des essais

Autre procédé assimilable : la recherche au gaz traceur





6

Caméra thermique

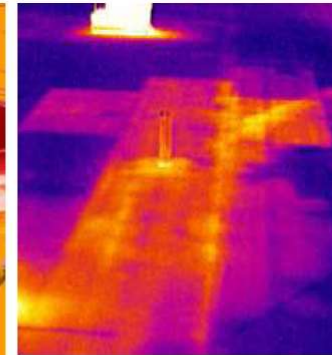
Révèle la présence d'eau par différence de température des matériaux

Ne permet toujours pas de faire ressortir le défaut d'étanchéité

- Précaution à prendre :
Intervenir lors de changements de température ambiante (matin ou fin de journée)
- Limite :
Uniquement pour toitures terrasses auto protégées, propres (ni déchets, ni résidus)



Caméra thermique



Exemple de restitution



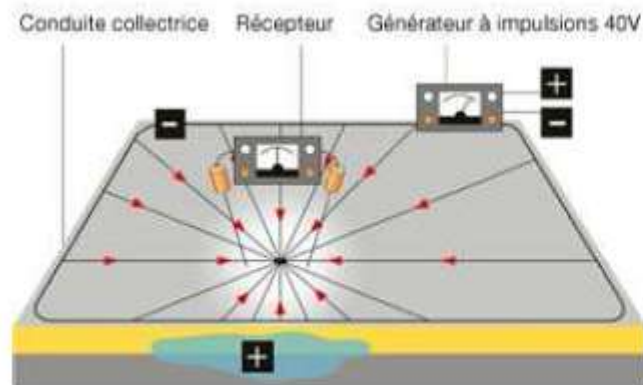
Exemple de constat thermique



6

Impulsion électrique

Sans dépose de la protection, le système consiste à émettre des impulsions électriques destinées à générer un courant de fuite entre la sonde et le gros œuvre



Principe de la recherche de fuite par impulsion électrique



Exemple de recherche

Ce procédé nécessite :
Arrosage de la surface de la terrasse avec de l'eau,
Bonne mise à la terre du bâtiment,
Éviter la présence de pièces métalliques incorporées dans le complexe étanche.



6

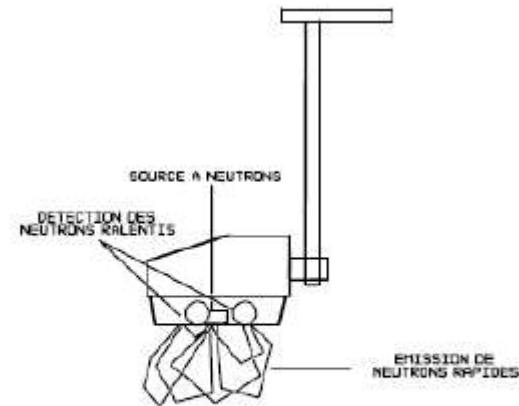
Neutrographie

Permet, sans destruction, de mesurer à l'aide d'un faisceau de neutrons rapides la présence d'hydrogène au cœur des matériaux (béton, isolant, complexe d'étanchéité, dalle, mur...).



Exemple de sonde

Ce procédé nécessite : Connaissance des matériaux en présence (masses atomiques),
Plans, épaisseurs,
Quadrillage fin (50cmx50cm)



Les épaisseurs contrôlables sont de l'ordre de 27 cm (sur une face) et environ 60 cm (pour deux faces).

Principe



6

Investigations

Coût moyen d'investigations

Dépend de l'étendue de la zone à analyser et des moyens employés

Type d'investigation	Coût moyen €HT
Gaz traceur ou fumigène (1/2 journée)	500,00
Mise en eau (2 interventions)	1 000,00
Impulsion électrique	650,00
Neutrographie	650,00



Merci de votre attention

