

Livre blanc



Conséquences du rayonnement UV sur le vieillissement des membranes pare-pluie

Sommaire

1. Résumé du Livre Blanc	3
2. Comprendre les mécanismes de détérioration et réduire les effets	4
3. Fonctions d'un pare-pluie	5
4. Conséquences d'un pare-pluie dégradé	6
5. Facteurs d'agression agissant sur le pare-pluie	7
6. Phase de vie du pare-pluie 1 : la phase chantier	8
7. Phase de vie du pare-pluie 2 : la phase bardage en place.	11
8. Conclusion intermédiaire	14
8.1. Résumé des facteurs d'agression et de vieillessement accéléré du pare-pluie	14
8.2. Point réglementaire et inadéquation avec la réalité	15
8.3. Fonctionnalité et durée de vie de différents types de pare-pluie	17
9. Un nouveau pare-pluie s'impose	19
10. Résultats de nos campagnes d'essais	20
10.1. Tests QUV – simulation de la phase chantier	21
10.2. Vieillessement accéléré par thermo-oxydation due à la ventilation	22
10.3. Tests in situ en Floride	24
11. Comparaison directe de deux écrans et évaluation (page 12 DELTA®-PENTAXX)	26
12. Conclusion et recommandations	27

1. Résumé du Livre Blanc

En construction à ossature bois comme en isolation thermique par l'extérieur (ITE), la fonctionnalité à long terme de la paroi ventilée est directement liée à la longévité du pare-pluie. Une paroi bien protégée par un pare-pluie fonctionnel est l'assurance d'une isolation thermique de qualité en cela que l'écran va préserver l'isolant des agressions extérieures : humidité, pénétration d'air froid, nuisibles, UV, etc.

Durant la phase chantier, les rayons UV causent des dommages irréversibles au pare-pluie et donc entamer son « capital durabilité ». Ces dommages, souvent invisibles à l'œil et au toucher, vont être responsables de la destruction de la couche protectrice du pare-pluie et ainsi créer un risque important pour l'efficacité thermique de toute la paroi ventilée.

Une fois le bardage en place, le vieillissement du pare-pluie – c'est à dire sa thermo-oxydation liée à la ventilation – se poursuit et peut conduire dans le cas de la plupart des pare-pluie d'entrée de gamme à courte ou brève échéance à une perte totale de fonctionnalité, d'autant plus si celle-ci a déjà été nettement entamée durant la phase chantier.

À cela s'ajoute l'exposition du pare-pluie aux UV pendant la phase bardage en place dans le cas de parements à claire-voie.

Ces facteurs ont motivé la création d'un pare-pluie révolutionnaire et offrant une longévité maximale derrière bardages fermés ou bardages à faibles ajourations (jusqu'à 10 mm) : le DELTA®-FASSADE 10.

Un pare-pluie « durable » doit non seulement résister au phénomène de thermo-oxydation liée à la ventilation une fois le bardage en place mais également et avant tout aux UV pendant et après la phase chantier : idéalement, son capital « durabilité » est ainsi intact lors de la mise en œuvre du bardage et lui assure une longévité supérieure. C'est le défi relevé par le DELTA®-FASSADE 10.



2. Comprendre les mécanismes de détérioration et réduire leurs effets

Mis en œuvre derrière des bardages ventilés dans le cadre de constructions à ossature bois ou de murs avec ITE, les pare-pluie jouent un rôle primordial en créant derrière le bardage une enveloppe complémentaire étanche.

Dans le cas d'infiltrations d'eau de pluie au travers du bardage (accidentelles dans le cas de bardages à joints fermés ou plus régulières lorsque le bardage est à claire-voie), le pare-pluie protège la structure du mur de toute pénétration d'humidité. Les conséquences de cette dernière peuvent aller d'une diminution de l'efficacité de l'isolant thermique jusqu'à des atteintes à la santé des habitants du fait de l'apparition de moisissures.

Jusqu'à la mise en place définitive du bardage, le pare-pluie contribue également à la protection provisoire de la construction pendant la phase chantier, autorisant ainsi la poursuite des travaux à l'intérieur du bâtiment. Cette notion a notamment été introduite dans le DTU 31.2 (constructions à ossature bois) de mai 2019.

Pendant cette période, le pare-pluie est particulièrement exposé aux facteurs externes et qui, en fonction de leur intensité et de leur combinaison, peuvent conduire à une perte de performance significative et irréversible de

la membrane : rayonnement UV, températures élevées, humidité, mouvements d'air.

Parmi ces facteurs, le rayonnement UV joue un rôle fondamental dans le processus de diminution de la fonctionnalité de l'écran : il provoque des dommages importants sur des membranes insuffisamment stabilisées, généralement bon marché et exposées trop longtemps durant la phase chantier. La conséquence pour le pare-pluie est des pertes de performance importantes qui peuvent le rendre inefficace dès les premières années après la mise en place du bardage : diminution notable de la résistance mécanique et une altération irrémédiable de l'étanchéité à l'eau avec les risques inhérents décrits plus haut.

En conséquence, il est impératif pour les concepteurs et les entreprises de façade de connaître les effets du rayonnement UV et d'en tenir compte dans leur choix de produits et lors du processus de construction, ce afin de garantir l'absence de dommages à long terme et la satisfaction finale du maître d'ouvrage et des futurs occupants.

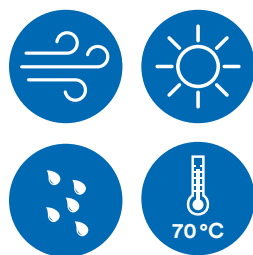


Fig. 1 : Facteurs externes agissant sur le pare-pluie



3. Les fonctions d'un pare-pluie

La façade représente l'une des parties les plus exposées aux intempéries de la construction. Le recours à un bardage ventilé a depuis longtemps fait ses preuves, celui-ci offrant une protection et une sécurité inégalées. Les matériaux utilisés pour le bardage assurent aisément leur fonction pendant plusieurs dizaines d'années, même soumis à des températures élevées et un rayonnement solaire important.

Dans la mesure où les façades sont aujourd'hui systématiquement isolées, les différentes couches constituant la paroi (et plus particulièrement l'isolant) doivent non seulement être protégées contre toute intrusion d'humidité venant de l'extérieur via l'installation d'un pare-pluie (cf. DTU 31.2 et 41.2), mais également contre la vapeur d'eau venant de l'intérieur par l'installation d'écrans pare-vapeur (également exigés dans les DTU).

Le pare-pluie est destiné à protéger la façade isolée contre la pénétration d'humidité, de poussières, d'insectes et va permettre d'améliorer l'étanchéité au vent de la paroi et ainsi d'y limiter l'entrée d'air froid. Le pare-pluie contribue en outre à la protection temporaire de l'ouvrage pendant la phase chantier avant la mise en œuvre du revêtement extérieur.

En combinaison avec le pare-vapeur, le pare-pluie régule la teneur en humidité de la structure de la paroi et contribue – avec la couverture – à la protection de l'isolant des infiltrations d'eau venant de l'extérieur.

Ces dernières années, les durées d'exposition aux intempéries (phase chantier) toujours plus longues combinées à l'emploi de plus en plus fréquent de bardages plus ou moins ouverts (bardages bois à claire-voie, panneaux HPL, parement en métal déployé ou panneaux métalliques perforés...) ont conduit à une augmentation des exigences imposées au pare-pluie, aussi bien pendant la phase chantier (cf. DTU 31.2) qu'après la pose du bardage. Une diminution de la performance d'étanchéité à l'eau entraîne dans ce cas des conséquences bien plus préjudiciables que dans le cas d'un pare-pluie peu exposé aux UV pendant la phase chantier et mis en œuvre derrière un bardage à joints fermés.

Le pare-pluie idéal doit offrir une protection constante contre les infiltrations d'eau et être suffisamment perméable afin de permettre à la vapeur d'eau emprisonnée dans la construction de s'échapper. Ces caractéristiques sont aisément vérifiables et consultables à partir des fiches techniques ou des déclarations de performances (DoP) des produits. La résistance en traction et l'élongation permettent de caractériser le comportement mécanique d'un écran pendant la pose. Le grammage (ou masse surfacique) donne quant à lui une indication sur la facilité de pose et la planéité de la membrane.

Il est néanmoins plus compliqué d'évaluer et de qualifier les déclarations d'un fabricant quant à la résistance aux UV d'un pare-pluie ou sa durée maximale d'exposition en phase chantier. La fonctionnalité d'un écran à long terme ne peut pas être définie en ne se basant que sur les exigences normatives actuelles, celles-ci ne prenant que trop peu en compte l'effet irrémédiable du rayonnement UV sur l'intégrité de la membrane.

4. Conséquences d'un pare-pluie endommagé

Même si un pare-pluie – qu'il soit onéreux ou bon marché – ne représente qu'une très faible proportion du coût total d'une façade, sa défaillance peut néanmoins avoir des conséquences néfastes pour la construction, ainsi que pour ses concepteurs, applicateurs et maîtres d'ouvrage.

Si un pare-pluie ne peut plus assurer sa fonction de protection complémentaire, la pénétration d'humidité dans la structure isolée peut avoir les conséquences suivantes :

- Réduction des performances de l'isolant thermique placé entre les montants, avec pour résultat une augmentation de la consommation d'énergie.
- Développement de moisissures sur l'isolant avec des effets négatifs sur la qualité de l'air intérieur, avec des conséquences possibles pour la santé des occupants.
- Infestation des bois de structure par des champignons destructeurs du bois et diminution de la stabilité de la structure.

De tels dommages ne sont perceptibles généralement que plusieurs années après la fin des travaux. Leur prise en charge est toujours associée à des désagréments considérables pour le client, notamment des coûts élevés de réfection.

En outre, la détermination de la responsabilité des dommages et de la prise en charge des frais donne souvent lieu à des litiges juridiques.

Indépendamment de leur dénouement et de la responsabilité réelle, ils portent souvent atteinte à la réputation du maître d'œuvre et/ou de l'applicateur – même si l'erreur présumée porte « seulement » sur le choix ou la recommandation d'un produit qui s'est, rétrospectivement, avéré inadapté.

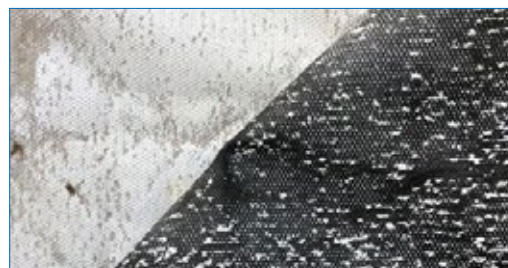
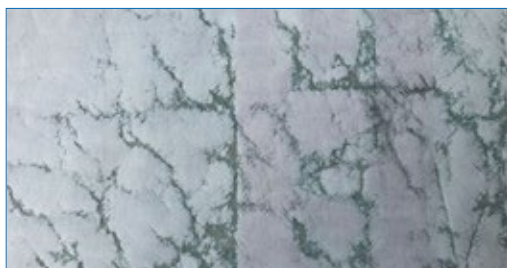


Fig. 2 : Exemples de dommages liés à des pare-pluies défectueux ou mal choisis

5. Les facteurs d'agression du pare-pluie

Quel que soit le type de bardage, un pare-pluie doit protéger la construction jusqu'à la mise en place du parement final – par exemple pour permettre la poursuite des travaux à l'intérieur du bâtiment. Lors de l'exposition aux intempéries d'un pare-pluie, le rayonnement UV représente le principal facteur de dégradation.

Hormis le cas particulier des bardages à claire-voie qui engendrent une exposition durable aux UV du pare-pluie au-delà de la phase chantier, d'autres facteurs de dommages sollicitent le pare-pluie une fois le bardage final en place. Cette phase avec bardage en place est beaucoup plus longue que la durée de mise hors d'eau (ou phase chantier) et des facteurs externes tels que les mouvements d'air combinés à des températures élevées ou l'apport d'oxygène via la lame d'air gagnent maintenant en importance. La dégradation engendrée par ces facteurs est appelée thermo-oxydation. Les températures sont plus élevées en raison de l'irradiation solaire quo-

tidienne ou saisonnière. Il en va de même pour les mouvements d'air entre le pare-pluie et la bardage, influencés par le rayonnement solaire et les échanges thermiques qui en résultent.

Dégradation des matériaux plastiques due au vieillissement oxydatif

Les matériaux polymères utilisés dans la fabrication de produits de construction tels que les pare-pluie peuvent avoir une durée de vie de quelques années jusqu'à plusieurs décennies. Lors de leur transformation ou au cours de leur utilisation, les propriétés physiques de nombreux polymères changent et se dégradent avec le temps (en fonction des sollicitations), mais il est néanmoins possible de limiter leur vieillissement et d'augmenter la durée de vie du produit final par des modifications appropriées (par exemple par l'utilisation d'additifs tels que stabilisateurs et absorbeurs UV, pigments, colorants) ou, mieux encore, en utilisant des plastiques réticulés (par exemple, des acrylates).

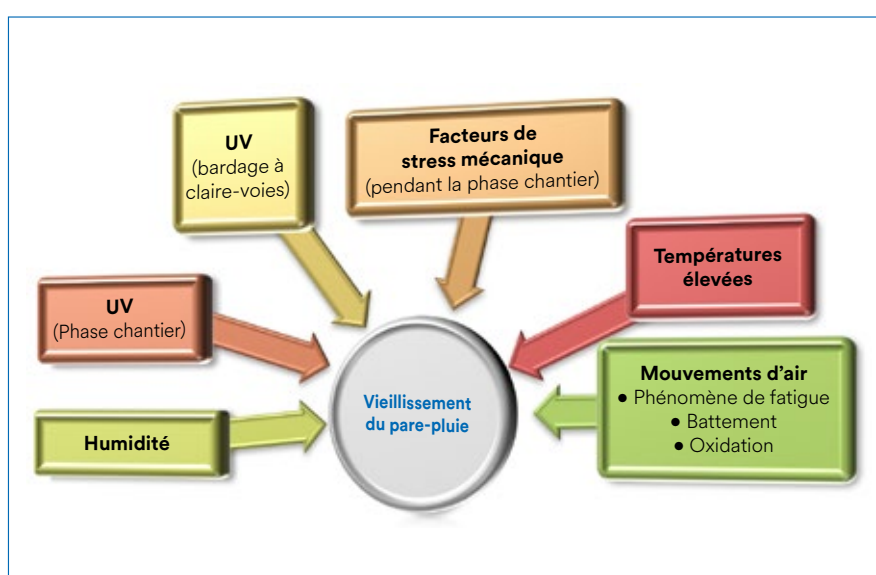


Fig. 3 : Facteurs externes influant la pérennité du pare-pluie

6. Phase de vie « 1 » du pare-pluie : la phase chantier

Bien qu'inhérente à toute construction, la notion de phase chantier a définitivement été introduite dans les règles de l'art par le DTU 31.2 (constructions à ossature bois) dans sa version datée de mai 2019.

Les dommages causés aux pare-pluie pendant la phase chantier dus à des actions mécaniques (par exemple la chute d'un objet) peuvent être facilement détectés et réparés (remplacement du pare-pluie, réparation à l'aide d'adhésifs adaptés). À l'inverse, il est presque impossible de déterminer visuellement sur chantier le degré d'endommagement d'un pare-pluie causé par le rayonnement UV. Ces dommages, bien que souvent invisibles, ne sont pas anodins. Comme pour les autres facteurs d'endommagement physique, le rayonnement UV détériore le polymère qui compose le pare-pluie au niveau moléculaire. Les différents polymères à partir desquels les membranes peuvent être fabriquées résistent à des degrés divers aux différents facteurs d'influence extérieurs. Les dernières études pointent le rayonnement UV – éventuellement en combinaison avec des températures élevées – comme le facteur de risque le plus important pour les pare-pluie pendant la phase chantier.



Fig. 4 : Pare-pluie directement exposé aux UV pendant la phase chantier



Fig. 5 : Pare-pluie pendant la phase chantier

6. Phase de vie « 1 » du pare-pluie : la phase chantier

Vieillessement photo-oxydatif lors de la phase chantier

Le vieillissement photo-oxydatif est déclenché par l'exposition du pare-pluie aux UV : ce phénomène se produit principalement pendant la phase chantier et peut dans certains cas se poursuivre une fois le bardage en place (par exemple lorsque le bardage comporte des claire-voie). L'utilisation de pare-pluie peu stabilisés combinée à une forte intensité de rayonnement, même dans le cas de temps d'exposition courts, peuvent entraîner des dommages préalables importants sur les polymères et une diminution voire une perte totale de fonctionnalité du pare-pluie.

C'est pourquoi la durée d'exposition aux UV pendant la phase chantier d'un pare-pluie doit être aussi courte que possible. Pour des durées d'exposition plus longues et/ou la présence de bardages à claire-voie, il conviendra de choisir un pare-pluie adapté et nettement plus durable que les pare-pluie d'entrée de gamme.

Corrélation entre intensité de rayonnement et résistance aux UV des pare-pluie

L'intensité du rayonnement UV à laquelle un pare-pluie est exposé pendant la phase chantier est différente de la quantité d'énergie à laquelle est soumise la membrane pendant un essai de vieillissement accéléré dû aux UV en laboratoire, dans un environnement contrôlé. Dans la pratique, des facteurs tels que les gouttelettes ou particules d'eau en suspension dans l'atmosphère, les niveaux d'ozone, l'angle d'incidence du rayonnement solaire, l'humidité, la température, la présence de nuages ou d'aérosols ont une influence sur l'énergie de rayonnement qui est susceptible d'atteindre un pare-pluie. La situation géographique d'un bâtiment est également importante. Les conditions climatiques à Stockholm ou à Varsovie ne sont pas les mêmes qu'à Marseille ou dans le sud de l'Espagne : le rayonnement UV annuel à Marseille, par exemple, est près de deux fois plus élevé qu'à Stockholm ou à Moscou.

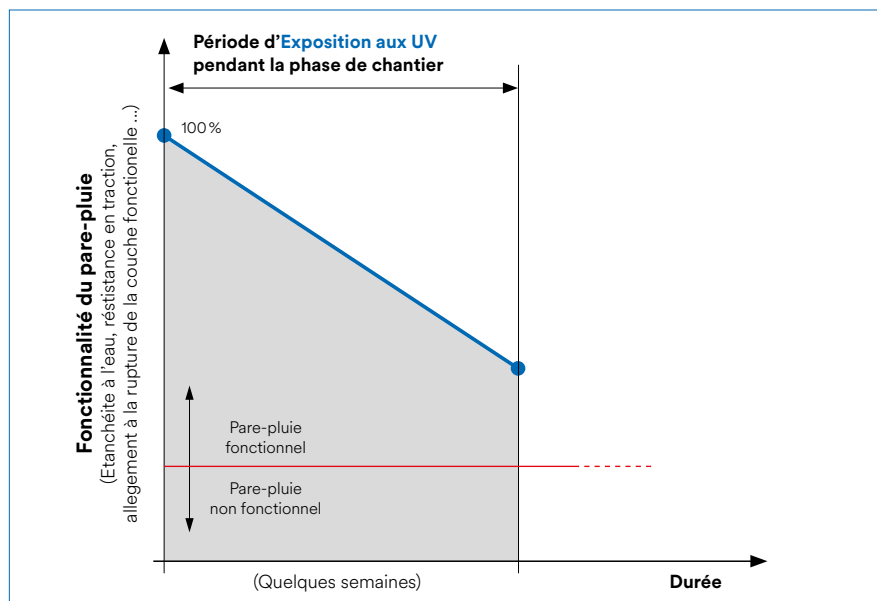


Fig. 6 : Évolution type de la fonctionnalité d'un pare-pluie pendant la phase chantier

6. Phase de vie «1» du pare-pluie : la phase chantier

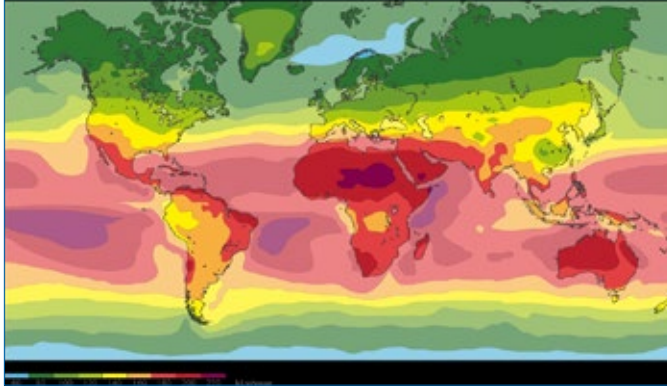


Fig. 7 : Carte du rayonnement solaire mondial en kLy par an (source : agroplast.gr)

Le rayonnement solaire est mesuré en kilo Langley (kLy) par an. En Europe, des valeurs d'environ 100 kLy sont courantes, ce qui correspond à une intensité de rayonnement totale d'environ 4.000 MJ/m².

Bien que les rayons UV-A et UV-B (longueur d'onde comprise entre environ 295 et 400 nm) ne représentent qu'environ 5 à 6% de l'intensité totale du rayonnement, ceux-ci peuvent endommager considérablement les polymères d'un pare-pluie et occasionner une dégradation importante voire irréversible.

Le tableau 1 montre, en fonction de la situation géographique de la façade, une corrélation entre le rayonnement global ou UV annuel et différentes durées d'exposition dans l'étuve QUV normalisée. Un pare-pluie pouvant résister à l'essai QUV de 1.000 h pourrait théoriquement être exposé à un rayonnement UV dans le sud de l'Espagne de 149 jours, ce qui correspond à environ 21 semaines. À titre de comparaison, ces mêmes 1.000 heures de laboratoire correspondent à environ 238 jours ou 34 semaines à Dortmund.

Situation du projet	Rayonnement solaire global annuel [kLy]	Rayonnement UV annuel [MJ/m ²]	Corrélation entre les tests de laboratoire QUV et la période d'exposition extérieure aux UV en jours		
			336 h QUV = 55 MJ/m ² Laboratoire	1.000 h QUV = 164 MJ/m ² Laboratoire	5.000 h QUV = 818 MJ/m ² Laboratoire
Dortmund	100	251	80	238	1.190
Marseille	130	326	62	183	915
Moscou	80	201	100	298	1.490
Stockholm	70	176	114	341	1.705
Malaga	160	402	50	149	745
Miami, Floride	170	427	47	140	700

Tableau 1 : Rayonnement solaire annuel et période d'exposition extérieure correspondante en termes de rayonnement UV

7. Phase de vie « 2 » du pare-pluie : la phase bardage en place.

Bien qu'atténuée par le bardage, l'influence néfaste de températures élevées, de l'humidité, des mouvements d'air (et du rayonnement UV dans le cas de bardages à claire-voie) se poursuit et, combinée aux dommages

antérieurs (rayonnement UV notamment), elle peut après plusieurs années entraîner la perte de la fonctionnalité du pare-pluie et en particulier de son étanchéité à l'eau.

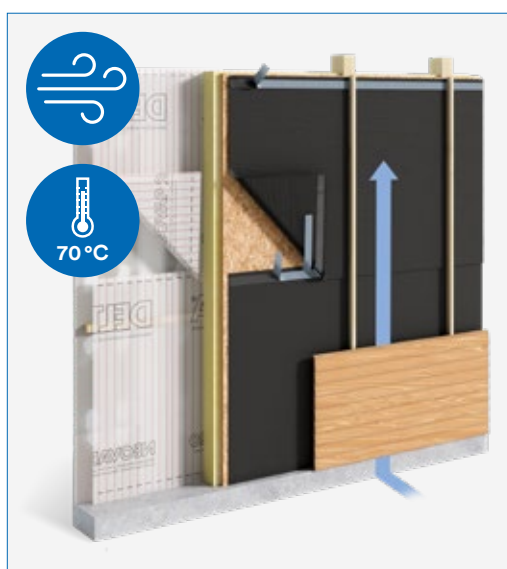


Fig. 8 : Construction à ossature bois avec bardage à joints fermés.

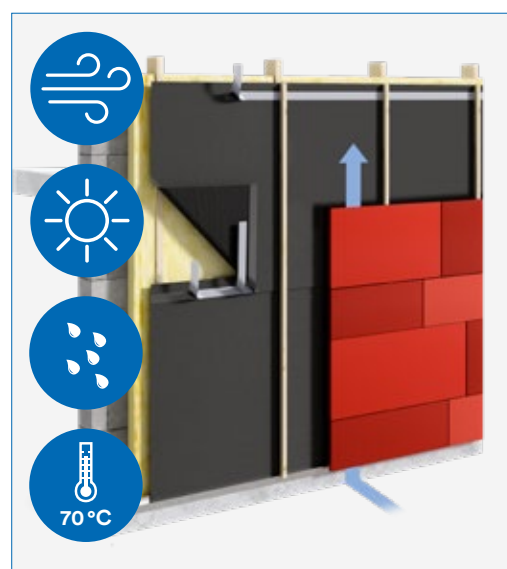


Fig. 9 : Maçonnerie avec ITE et bardage ventilé à joints légèrement ouverts



Fig. 5 : Pare-pluie pendant la phase chantier

7. Phase de vie « 2 » du pare-pluie : la phase bardage en place.

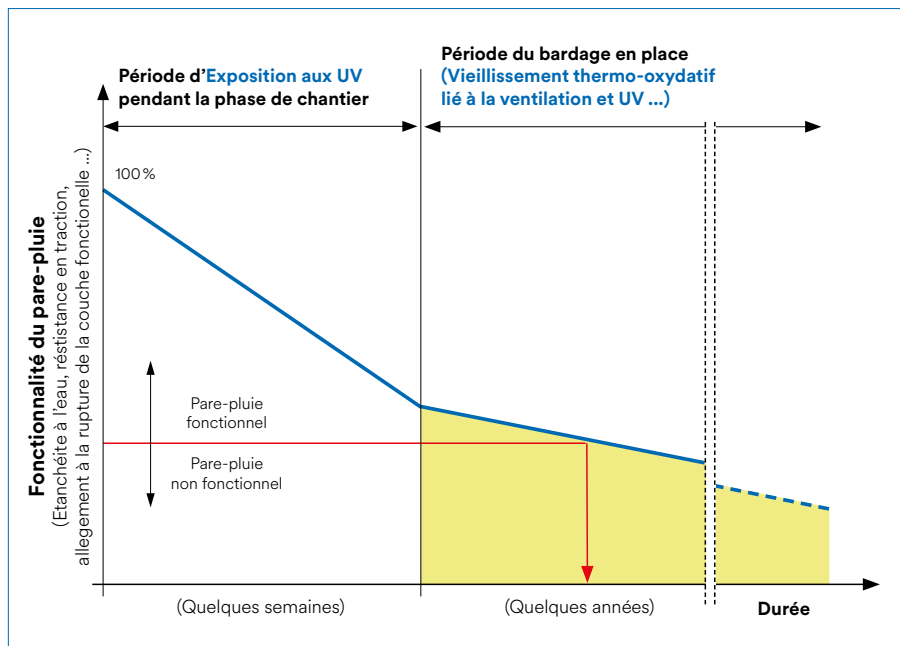


Fig. 10 : Évolution type de la fonctionnalité d'un pare-pluie en distinguant la phase chantier et la phase du bardage en place

Vieillessement thermo-oxydatif lié à la ventilation une fois le bardage en place

Comme nous l'avons vu au paragraphe précédent, le vieillissement des pare-pluie est initié pendant la phase chantier (principalement vieillissement photo-oxydatif par exposition au rayonnement UV) et se poursuit une fois le bardage en place au travers d'un vieillissement essentiellement thermo-oxydatif lié à la ventilation. Au cours du vieillissement thermo-oxydatif, l'énergie thermique en présence d'oxygène (échauffement et circulation d'air dans la lame comprise entre le pare-pluie et le bardage) a un effet négatif sur la durabilité des pare-pluie et en particulier celle des membranes d'entrée de gamme en polypropylène peu stabilisées. Pour simuler le processus de dégradation thermo-oxydative liée à la ventilation, on utilise des méthodes d'essai qui permettent d'obtenir un vieillissement accéléré à des températures plus élevées (70 °C) combinées à une circulation d'air importante.

Les processus suivants peuvent être observés au sein de la matrice plastique lorsque de l'énergie thermique combinée à un mouvement d'air sont appliqués :

- accélération du processus de vieillissement chimique (y compris de l'oxydation)
- accélération de la migration des stabilisateurs d'UV et antioxydants (l'augmentation de la température provoque l'expansion des chaînes moléculaires et ainsi la migration des stabilisateurs de la matrice plastique).

Le problème de la migration des stabilisateurs est particulièrement observé pour les membranes avec couche fonctionnelle en polypropylène peu stabilisée (aux UV, aux antioxydants...). En revanche, les pare-pluie utilisant des couches fonctionnelles en plastique réticulé comme la résine acrylique ne sont que très peu sujets au vieillissement prématuré par thermo-oxydation liée à la ventilation.

7. Phase de vie « 2 » du pare-pluie : la phase bardage en place.

Cas particulier :

Les membranes pour bardages à claire-voie sont non seulement sollicitées par une exposition aux UV pendant la phase chantier et par une thermo-oxydation due à la ventilation une fois le bardage en place mais sont en outre durablement exposées au rayonnement UV traversant les joints ouverts du bardage. En fonction de la taille des ouvertures, les sollicitations dues aux UV pendant la phase de vie du pare-pluie peuvent être bien supérieures à la quantité d'UV agissant sur le pare-pluie pendant la phase chantier.

Prenons l'exemple d'un bardage à claire-voie avec joints horizontaux (20 mm) et une façade exposée plein sud située Marseille :

- ➔ Energie de rayonnement UV pendant 10 ans :
env. 20 kWh/m²/an soit 200 kWh/m² au total
- ➔ Energie de rayonnement UV lors d'une phase chantier de 6 mois :
env. 230 MJ/m² = 63 kWh/m²

La validation de la pérennité d'un pare-pluie destiné à être appliqué derrière un bardage à claire-voie passe non seulement par la réalisation de tests standards décrits dans la norme EN 13859-2 mais requiert en plus une justification au travers d'essais complémentaires tels qu'un test d'exposition à des sources lumineuses à arc au xénon, le prélèvement et l'analyse d'échantillons vieillis, des essais de fatigue et de ruine, etc. Les procédures d'ATEX (Appréciation Technique Expérimentale) ou d'ATEc (Avis Technique) par exemple compileront les différentes justifications et définiront le domaine d'emploi.

8. Conclusion intermédiaire

8.1 Résumé des facteurs d'agression et de vieillissement accéléré du pare-pluie

L'exposition prolongée aux UV d'un pare-pluie pendant la phase chantier peut singulièrement entamer son capital « durabilité », le degré d'avancement de la dégradation étant bien évidemment lié au type et à la qualité du pare-pluie considéré. Néanmoins, dans la plupart des cas, la fonctionnalité du pare-pluie est toujours assurée au moment de la pose du bardage.

Une fois le bardage en place, le vieillissement du pare-pluie c'est-à-dire sa thermo-oxydation liée à la ventilation se poursuit, certes de manière plus lente, mais conduira dans le cas de la plupart des pare-pluies d'entrée de gamme à courte ou brève échéance à une perte de fonctionnalité (celle-ci ayant déjà été nettement entamée si la durée d'exposition aux UV pendant la phase chantier a été longue).

Un pare-pluie « durable » doit non seulement résister au phénomène de thermooxydation liée à la ventilation une fois le bardage en place mais également et avant tout aux UV pendant la phase chantier : idéalement, son capital « durabilité » est intact lors de la mise en œuvre du bardage.

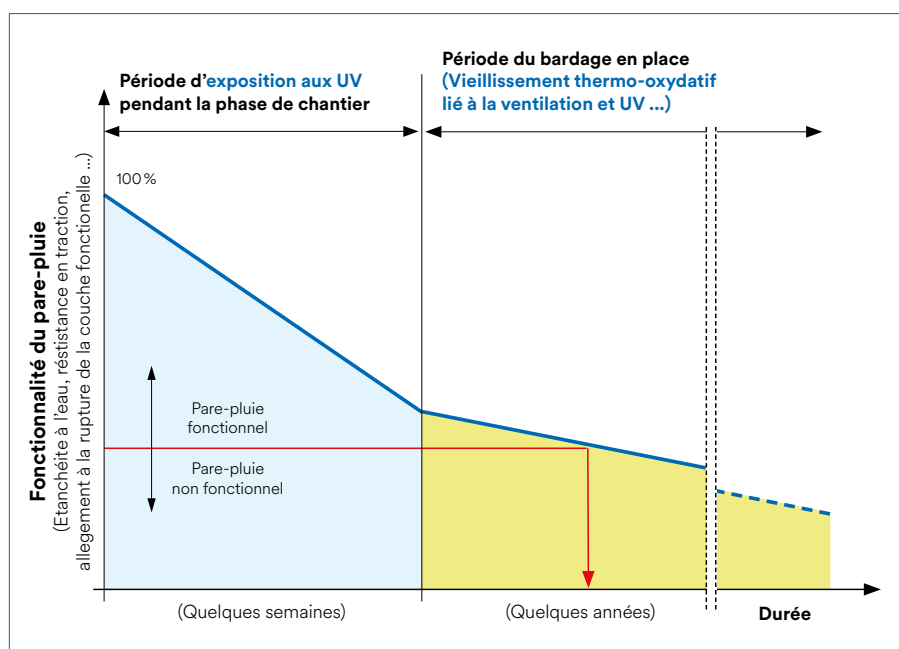


Fig. 11 : Comportement type d'un pare-pluie

8. Conclusion intermédiaire

8.2 Point réglementaire et inadéquation avec la réalité

La norme EN 13859-2 actuellement en vigueur dans l'ensemble de l'Union Européenne décrit deux méthodes de vieillissement artificiel (exigences et procédures de contrôle pour les pare-pluie). Selon cette méthode, les échantillons à tester doivent d'abord être exposés à un rayonnement UV défini avec précision à une température de 50 à 53 °C pendant une durée de :

- 336 heures pour les pare-pluies destinés à être posés derrière des bardages ventilés à joints fermés,
- 5.000 heures dans le cas de bardages ventilés à claire-voie.

Après le conditionnement dans l'étuve QUV, les échantillons sont stockés pendant 90 jours à une température de 70 °C ($\pm 2^\circ\text{C}$). Après ce test de vieillissement artificiel, outre les propriétés mécaniques, la résistance au passage de l'eau sera testée (sous la forme d'une colonne d'eau placée sur les échantillons) et devra correspondre à la même classe de résistance déterminée avant vieillissement.

Les durées du rayonnement UV définies dans cette norme correspondent à une période

d'exposition en conditions réelles d'environ 1,5 mois (test 336 heures QUV) et 26 mois (test 5.000 heures QUV) en considérant un pare-pluie directement exposé aux UV pendant les mois d'été dans le sud de l'Europe.

La norme **NF DTU 31.2** (mai 2019)

« Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois - Indice de classement : P21-204-1-1 » définit dans son § 9.3.3.1 des durées d'exposition en phase chantier du pare-pluie avant la mise en œuvre du revêtement extérieur. A défaut, cette durée est fixée à 3 mois pour les pare-pluie souple.

- Lorsque la durée d'exposition aux intempéries est de 15 jours, le vieillissement subi par le pare-pluie souple pour sa caractérisation doit être de type 336 h UV.
- Lorsque la durée d'exposition aux intempéries est de 3 mois, le vieillissement subi par le pare-pluie souple pour sa caractérisation doit être de type 1.000 h UV.
- Lorsque la durée d'exposition aux intempéries est de 6 mois, le vieillissement subi par le pare-pluie souple pour sa caractérisation doit être de type 5.000 h UV.

8. Conclusion intermédiaire

Limites de ces deux normes :

Une prise en compte plus précise du pourcentage de diminution de la résistance au passage de l'eau, qui permettrait d'estimer le comportement au vieillissement, n'est pas prévue. Pas plus que l'indication de valeurs absolues de la colonne d'eau mesurée avant et après le vieillissement. Seule la classe de résistance au passage d'eau W1 (colonne d'eau de 200 mm appliquée pendant 2 heures), peu contraignante, y est mentionnée.

De plus, les effets néfastes de l'augmentation significative de l'humidité dans la lame d'air, qui peut être problématique pour certains polymères, et les effets du vieillissement prématuré des matériaux dus aux mouvements d'air ne sont actuellement pas pris en compte.

Les normes actuelles ne prennent pas en compte tous les facteurs d'agression agissant sur le pare-pluie et ne permettent donc ni de simuler le comportement réel d'un pare-pluie ni de qualifier ses aptitudes à bien vieillir i.e. à conserver sa fonctionnalité dans le temps. Le respect des « exigences minimales » normatives en matière de comportement au vieillissement n'est de loin pas suffisant pour garantir une fonctionnalité à long terme d'un pare-pluie.

Application	Vieillessement réel		Vieillessement accéléré	
	Principal facteur de vieillissement (phase chantier)	Principal facteur de vieillissement (phase du bardage en place)	Test de vieillissement accéléré selon la norme EN 13859-2	Essai de cycle de vie accéléré pour couvrir une durée de vie utile d'au moins 20 ans
Bardage ventilé à joints fermés	Photo-oxydation (UV)	Thermo-oxydation due à la ventilation à une température maximale de 70 °C	Test QUV 336 heures à 50°C suivi de 90 jours à 70°C (sans ventilation)	<ul style="list-style-type: none"> → Test 1: QUV 1.000 heures* (ou 5.000 heures**) à 50 °C suivi d'un conditionnement de 90 jours à 70°C sans ventilation → Test 2: conditionnement de 64 semaines à 70 °C avec forte ventilation
Bardage ventilé à claire-voies	Photo-oxydation (UV)	Thermo-oxydation due à la ventilation à une température maximale de 70 °C	Test QUV 5.000 heures à 50°C suivi de 90 jours à 70°C (sans ventilation)	<ul style="list-style-type: none"> → Test 1: QUV 5.000 heures à 50 °C suivi d'un conditionnement de 90 jours à 70 °C sans ventilation → Test 2: conditionnement de 64 semaines à 70 °C avec forte ventilation → Validation du comportement au vieillissement au travers d'une ATEx ou d'un Avis Technique

Tableau 2 : Principaux facteurs de dégradation du pare-pluie et comparaison des exigences normatives et celles nécessaires à valider la durabilité du pare-pluie.

8. Conclusion intermédiaire

8.3 Fonctionnalité et durée de vie de différents types de pare-pluie

Pare-pluie d'entrée de gamme (type 1) :

Il s'agit de pare-pluie en général bi- ou tri-couches en polypropylène avec film respirant peu stabilisé aux UV. Leur masse surfacique s'élève en général entre 90 et 130 g/m². Même soumis à une exposition aux UV de courte durée, la fonctionnalité du pare-pluie diminue rapidement, tout en restant supérieure à la limite entre fonctions assurée et non assurée. Le capital « durabilité » est très nettement entamé et la fonctionnalité poursuit sa diminution une fois le bardage en place, du fait du phénomène de thermo-oxydation lié à la ventilation. La durée de vie de ce type de membrane ne dépasse en général pas quelques années.

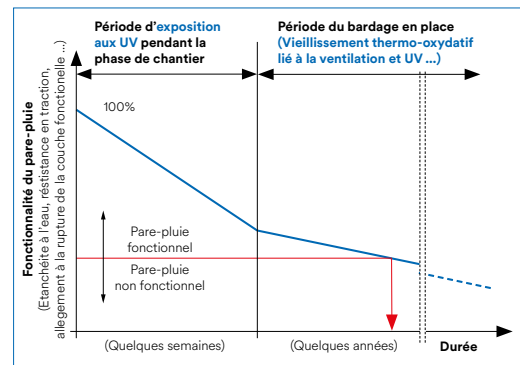


Fig. 12 : comportement type d'un pare-pluie d'entrée de gamme (type 1)

Pare-pluie de milieu de gamme (type 2) :

Il s'agit de pare-pluie en général tri-couches avec couche fonctionnelle moyennement stabilisée aux UV. Leur masse surfacique s'élève en général entre 120 et 160 g/m². Ces pare-pluies sont plus résistants aux UV que les pare-pluies de type 1 et passent pour certains avec succès le test de vieillissement de 1.000 heures QUV spécifié dans le DTU 31.2. La fonctionnalité du pare-pluie diminue relativement lentement mais de manière continue pendant la phase chantier et ensuite une fois le bardage en place. La limite de fonctionnalité est en général atteinte au bout d'une dizaine d'années. de 1.000 heures QUV spécifié dans le DTU 31.2. La fonctionnalité du pare-pluie diminue relativement lentement mais de manière continue pendant la phase chantier et ensuite une fois le bardage en place. La limite de fonctionnalité est en général atteinte au bout d'une dizaine d'années.

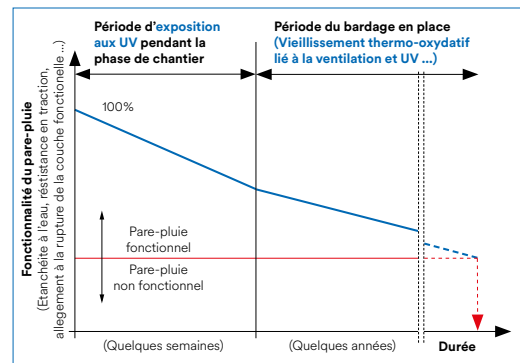


Fig. 13 : comportement type d'un pare-pluie de milieu de gamme (type 2)

8. Conclusion intermédiaire

Pare-pluie à durabilité élevée (type 3) :

Il s'agit de pare-pluie multi-couches de masse surfacique en général supérieure à 200 g/m² et constitués d'une couche fonctionnelle, en général en résine acrylique, 3 à 5 fois plus lourde que celle des pare-pluie traditionnels. Leur résistance aux UV très élevée est justifiée par un essai de vieillissement accéléré 5.000 heures QUV selon le DTU 31.2 et la norme EN 13859-2 et selon le cas par un essai complémentaire d'exposition à des sources lumineuses à arc au xénon.

La fonctionnalité du pare-pluie ne diminue que très peu, que ce soit pendant la phase chantier mais également une fois le bardage en place. La limite de fonctionnalité est en général supérieure à vingt ans.

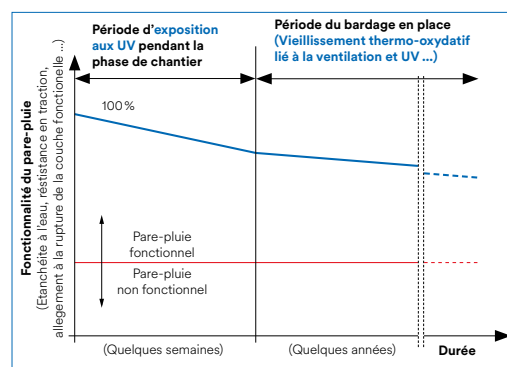


Fig. 14 : comportement type d'un pare-pluie à durabilité élevée (type 3)

9. Un nouveau pare-pluie s'impose

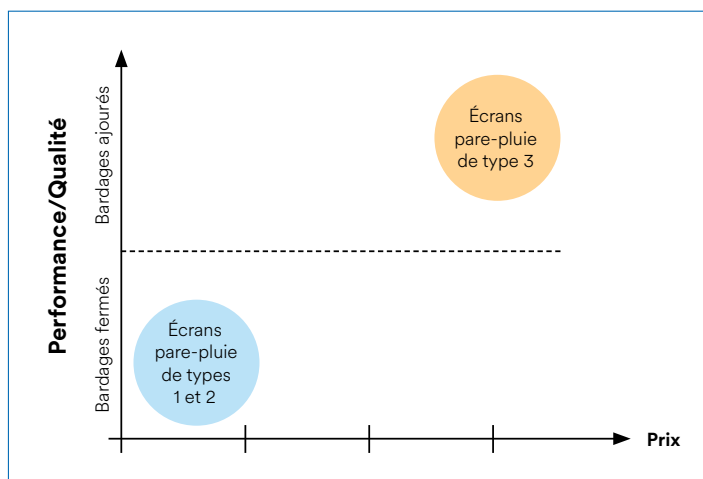


Fig. 15 : état de l'art du marché des écrans pare-pluie. L'offre du marché présente un grand vide.

En qualité de fabricant de premier ordre dans le domaine des membranes destinées à l'enveloppe du bâtiment, DÖRKEN s'attache à être moteur sur le marché qui est le sien en proposant les produits adaptés à l'évolution de celui-ci.

Preuve a été faite au long des chapitres 2 à 8 de ce Livre Blanc que les écrans pare-pluie de types 1 ou 2 (voir le point 8.3) et les exigences qualitatives des normes et réglementations ne sont pas ou plus en adéquation avec :

- les nouvelles habitudes de pose (phases chantier allongées, bardages ajourés),
- l'importance de la membrane vis-à-vis de la protection requise pour assurer la longévité du bâtiment.

La classe de pare-pluie de type 3 (voir le point 8.3) est actuellement occupée par des pare-pluie haut de gamme destinés aux bardages ajourés avec ouvertures jusqu'à 50 mm, voire plus. Si leur qualité ne peut être remise en cause, leur usage reste rare du fait de caractéristiques largement supérieures au besoin – surtout si l'on considère un bardage fermé – et leur prix trois à six fois supérieur à celui d'un pare-pluie de types 1 ou 2 (voir le point 8.3).

C'est ainsi qu'est né chez DÖRKEN au cours de l'année 2020 l'idée de combler le vide de l'offre produit mis en exergue plus haut et ainsi du lancement d'un pare-pluie révolutionnaire se caractérisant par :

- une résistance accrue aux UV en phase chantier (vieillissement photo-oxydatif),
- une durabilité accrue durant la phase en place du bardage (vieillissement thermo-oxydatif et rayonnement UV dans le cas de bardages ajourés),
- un rapport qualité/prix très concurrentiel.

C'est ainsi qu'est né chez DÖRKEN le DELTA®-FASSADE 10.

10. Résultats de nos campagnes d'essais

Le vieillissement d'un pare-pluie et l'altération de sa fonctionnalité sont principalement dus à l'oxydation de ses constituants lors de la phase chantier (essentiellement la photo-oxydation liée aux UV) et une fois le bardage en place (thermo-oxydation due à la ventilation). Le comportement au vieillissement de différents pare-pluie a été testé avec pour objectif de montrer l'évolution de leur fonctionnalité en fonction de la phase d'application :

- Série de tests 1: exposition QUV à 50 °C destinée à simuler la phase chantier,
- Série de tests 2 : vieillissement accéléré par thermo-oxydation due à la ventilation avec pour objectif de simuler la phase de vie du pare-pluie une fois le bardage en place,
- Série de tests 3 : vieillissement in situ en Floride combinant les différents facteurs de dégradation : UV, température, mouvements d'air, humidité.

Tous les pare-pluie ont montré une diminution plus ou moins importante de leurs performances en termes de résistance à la déchirure, d'élongation à la rupture de la couche fonctionnelle et d'étanchéité (colonne d'eau dynamique). Les différences de comportement au vieillissement sont néanmoins notables, certains des pare-pluie testés ayant singulièrement entamé leur capital « durabilité » dès la phase chantier, d'autres en revanche conservant une fonctionnalité suffisante (par exemple des colonnes d'eau supérieures à 2.000 mm à la fin des essais) bien que quelque peu diminuée par rapport à la valeur initiale.

Pare-pluie	Composition des pare-pluie
Membrane A (200 g/m ²) : DELTA®-FASSADE 10	Non-tissé en PP – multicouche fonctionnelle – Non-tissé en PP
Membrane B (150 g/m ²)	Non-tissé en PP – couche fonctionnelle – Non-tissé en PP
Membrane C (80 ou 190 g/m ²)	Couche fonctionnelle – Non-tissé en PP
Membrane D (110 ou 145 g/m ²)	Non-tissé en PP – couche fonctionnelle – Non-tissé en PP
Membrane E (150 g/m ²)	Non tissé en PP – couche fonctionnelle – Non-tissé en PP

Tableau 3 : Description des pare-pluie considérés pour les réalisations des différentes séries de tests



10. Résultats de nos campagnes d'essais

10.1 Série de tests 1 : exposition QUV à 50°C

Ce test est destiné à simuler la phase chantier durant laquelle le pare-pluie est directement exposé aux intempéries et plus particulièrement au rayonnement UV qui représente le facteur externe le plus contraignant. Après un test QUV en laboratoire de 1.000 h (environ 6 semaines de vieillissement en étuve), les colonnes d'eau dynamiques présentaient encore plus de 50% de la valeur initiale, mais les écrans B et D montraient déjà des pertes de performance significatives. Les prédominances importants induits par les UV entraîneront une diminution notable des propriétés fonctionnelles, potentiellement quelques an-

nées après la mise en place du bardage. Les pare-pluie C et E ont également révélé des pertes de performances importantes après 36 semaines d'exposition aux UV. L'écran A (DELTA®-FASSADE 10), en revanche, qui possède une couche fonctionnelle spéciale stable aux UV, n'a montré des pertes de performance similaires qu'après 96 semaines (environ 2 ans). Comme il avait également une valeur initiale de colonne d'eau dynamique très élevée, il offrait un énorme potentiel de sécurité même dans les conditions extrêmes décrites dans l'essai avec une hauteur de colonne d'eau supérieure à 4.000 mm.

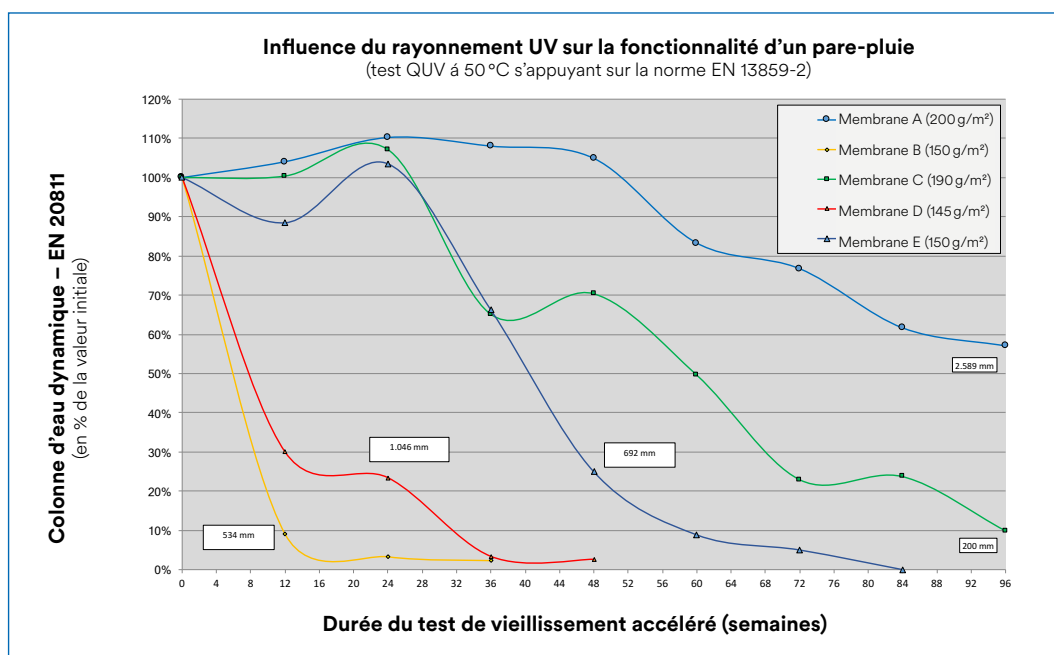


Fig. 16 : état de l'art du marché des écrans pare-pluie. L'offre du marché présente un grand vide.

Conclusion des tests QUV :
Tous les pare-pluie testés présentent après 1.000 heures (6 semaines) d'exposition QUV une fonctionnalité suffisante mais qui pour certains a déjà singulièrement diminuée. Ces pare-pluie sont donc théoriquement compatibles avec une durée de résis-

tance aux intempéries de 3 mois selon le DTU 31.2. Dans la pratique, le processus de dégradation est déjà bien avancé pour certains pare-pluies, ce qui conduira à une perte totale de la fonctionnalité une fois le bardage en place après seulement quelques années.

10. Résultats de nos campagnes d'essais

10.2 Série de tests 2 : vieillissement accéléré par thermo-oxydation due à la ventilation

Comme nous l'avons vu plus haut, le rayonnement UV constitue le facteur de dégradation le plus contraignant pour un pare-pluie mais le processus de vieillissement ne se limite pas uniquement à la phase chantier. Une fois le bardage en place, le pare-pluie est exposé à des mouvements d'air combinés à des températures ponctuellement élevées.

Pour simuler ce phénomène, la société DÖRKEN a développé un test réalisé en étuve à +70 °C pendant une durée de 64 semaines maximum et qui simule les mouvements d'air dans l'espace entre le pare-pluie et le parement extérieur. Pour un pare-pluie qui conserve sa fonctionnalité et en particulier une étanchéité à l'eau W1 après 64 semaines de vieillissement accéléré, une durée de vie de 20 ans peut être visée.

Quelles sont les raisons de la forte influence du mouvement de l'air sur le processus de vieillissement ?

Comme de nombreux matériaux, les polymères constituant un pare-pluie sont également soumis à un processus d'oxydation plus ou moins fort.

Nous connaissons les processus d'oxydation du fer (formation de rouille), la combustion des aliments (« calories ») dans le corps humain qui n'est rien d'autre qu'un processus d'oxydation dans lequel l'oxygène inhalé est impliqué (d'où la nécessité d'anti-oxydants). Lors d'activités sportives, le processus d'oxydation est accéléré par une respiration plus rapide.

La même chose peut s'appliquer à un poêle. Ici aussi, le bois de chauffage s'oxyde plus ou moins rapidement selon l'alimentation en air, qui peut être réglée par le biais du papillon des gaz.

Plus l'apport d'air frais est important, plus le processus d'oxydation est rapide. Ce principe simple s'applique également aux membranes pare-pluie.



10. Résultats de nos campagnes d'essais

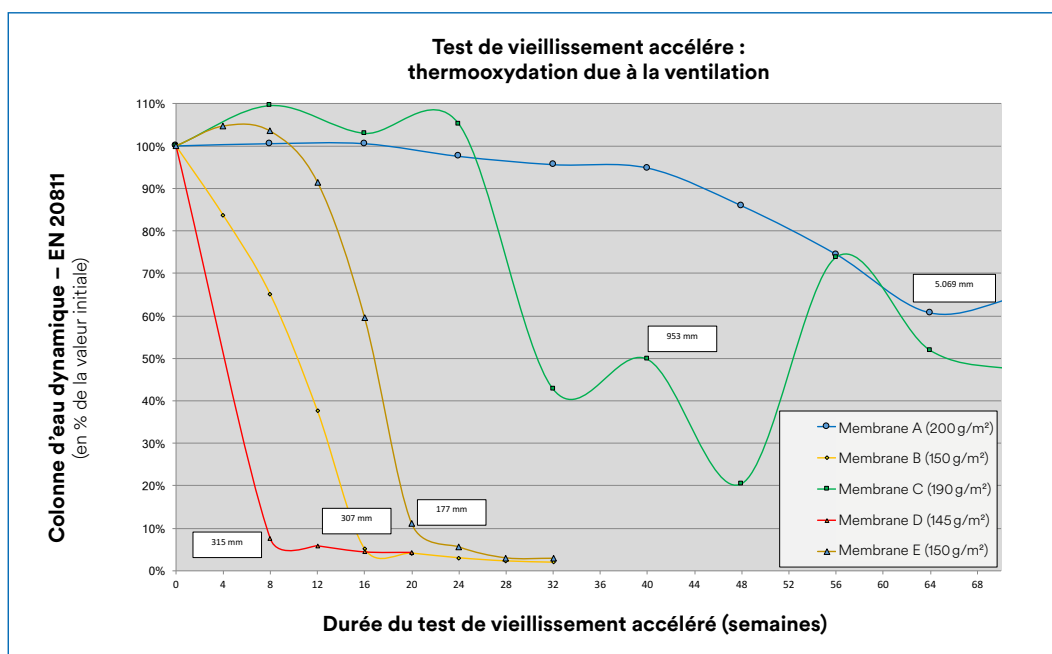


Fig. 17 : Influence à long terme de la thermo-xydation liée à la ventilation

Comme pour les UV, le comportement au vieillissement des pare-pluies soumis au test de thermo-xydation due à la ventilation peut nettement varier en fonction des polymères et/ou des stabilisateurs utilisés.

Les pare-pluie B, D et E voient leur fonctionnalité diminuer très rapidement, les colonnes d'eau étant pratiquement nulles après 20 semaines d'exposition. De tels comportements au vieillissement signifient dans la réalité une durée de vie présumée inférieure à dix ans. Il convient en outre de noter que ces pare-pluies n'ont pas été préalablement soumis à une exposition aux UV, ce qui aggraverait encore la situation.

Le comportement du pare-pluie C est nettement moins homogène avec une colonne d'eau à environ 50% de sa valeur initiale après 64 semaines avec des disparités importantes en fonction de l'échantillon testé : un échantillon testé après 48 semaines n'atteint plus qu'une colonne d'eau de l'ordre de 400 mm, soit 20% de valeur résiduelle.

Le pare-pluie A (DELTA®-FASSADE 10) est relativement peu sensible au phénomène d'oxydation avec une diminution de sa colonne d'eau lente et linéaire, celle-ci s'élevant encore à plus de 5 m après 64 semaines de vieillissement accéléré. Même préalablement soumis au test QUV pendant 5.000 heures (env. 30 semaines), son comportement au vieillissement n'en sera que peu impacté.

10. Résultats de nos campagnes d'essais

Conclusion des tests de thermo-oxydation due à la ventilation :

L'influence néfaste du rayonnement UV sur des pare-pluie non adaptés ou stabilisés, que ce soit en phase chantier ou une fois le bardage ajouré en place, est connue depuis longtemps et peut être contrôlée par l'emploi de polymères adéquats et/ou des stabilisateurs, et surtout par la limitation de la durée de la phase chantier pour des pare-pluie d'entrée de gamme.

En revanche, les conséquences du phénomène de thermo-oxydation due à la ventilation étaient jusqu'à présent inconnues ou tout du moins sous-estimées et représentent pour certains pare-pluie un facteur de vieillissement au moins aussi contraignant que le rayonnement UV. Seule la compréhension de la mécanique de dégradation permet aux fabricants de développer des pare-pluie résistant non seulement aux UV mais aussi et surtout peu sujets au phénomène de thermo-oxydation.

10.3 Série de tests 3 : vieillissement in situ en Floride

Ce test présente l'intérêt de combiner différents facteurs de dégradation tels que le rayonnement UV, la température, l'humidité et les mouvements d'air. Les échantillons sont directement exposés aux intempéries et la combinaison de ces différents facteurs de détérioration peut rapidement entraîner une perte des performances dans le cas de pare-pluie de mauvaise qualité. Les cinq produits testés ont donné des résultats très différents.

Les résistances mécaniques dépendent principalement des géotextiles utilisés sur les faces externes des pare-pluie. Toutes les membranes ont vu leur résistance à la traction diminuer après quelques semaines d'exposition, les écrans B, D et E étant néanmoins plus impactés que les écrans A (DELTA®-FASSADE 10) et C. L'analyse de l'évolution des résistances mécaniques n'est cependant pas suffisante pour qualifier la fonctionnalité d'un écran. Il est possible qu'un produit présente une résistance en traction élevée, même après une exposition prolongée aux UV, mais que la couche fonctionnelle (qui est responsable de l'étanchéité à l'eau du pare-pluie), ait déjà été considérablement endommagée.

L'évolution de l'élongation du film fonctionnel fournit une indication importante pour l'évaluation de la performance d'un pare-pluie. Après 12 semaines d'exposition aux intempéries, les pare-pluie B, D et E révèlent déjà des réductions de 60 à 90 % par rapport aux valeurs initiales. Les pare-pluie A et C présentent des propriétés mécaniques nettement meilleures et sont validés par leurs fabricants pour les revêtements de façade à joints légèrement ajourés.

Alors que la fonctionnalité des pare-pluie B, D et E (étanchéité à l'eau) est remise en question après seulement 12 semaines d'exposition directe aux intempéries en Floride, les pare-pluie A et C présentent toujours des propriétés mécaniques satisfaisantes, même après 24 semaines (6 mois).

Il convient de noter que le test d'exposition directe aux intempéries réalisé en Floride n'est pas aussi contraignant que les essais QUV et de thermo-oxydation : une exposition de 36 semaines en Floride équivaut à environ 1.700 heures d'exposition en étuve QUV.

10. Résultats de nos campagnes d'essais

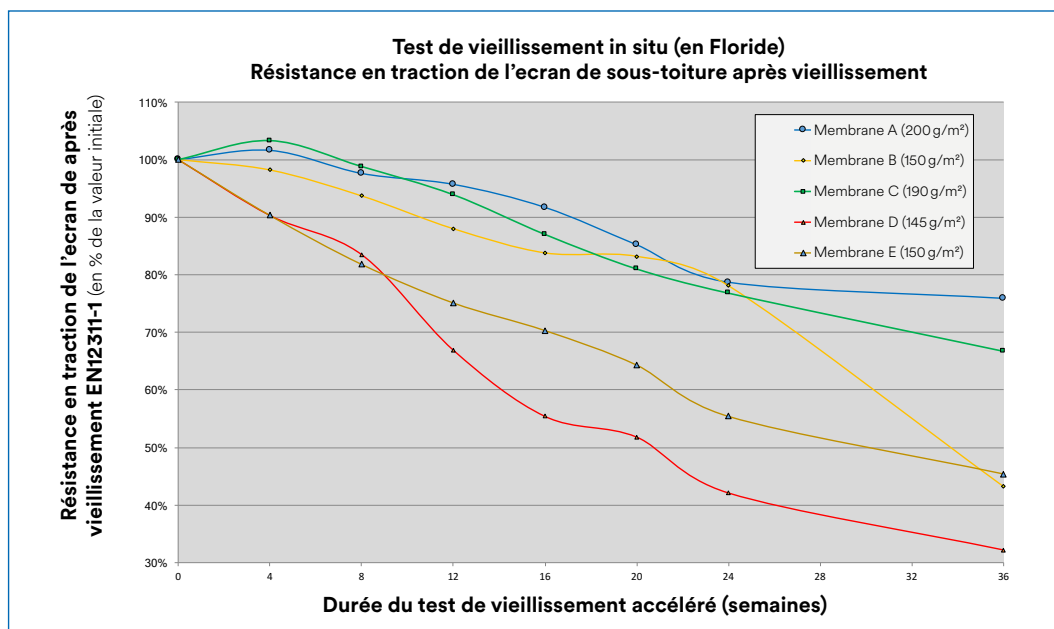


Fig. 18 : Test in situ en Floride (exposition directe aux intempéries), résistance en traction du pare-pluie après vieillissement

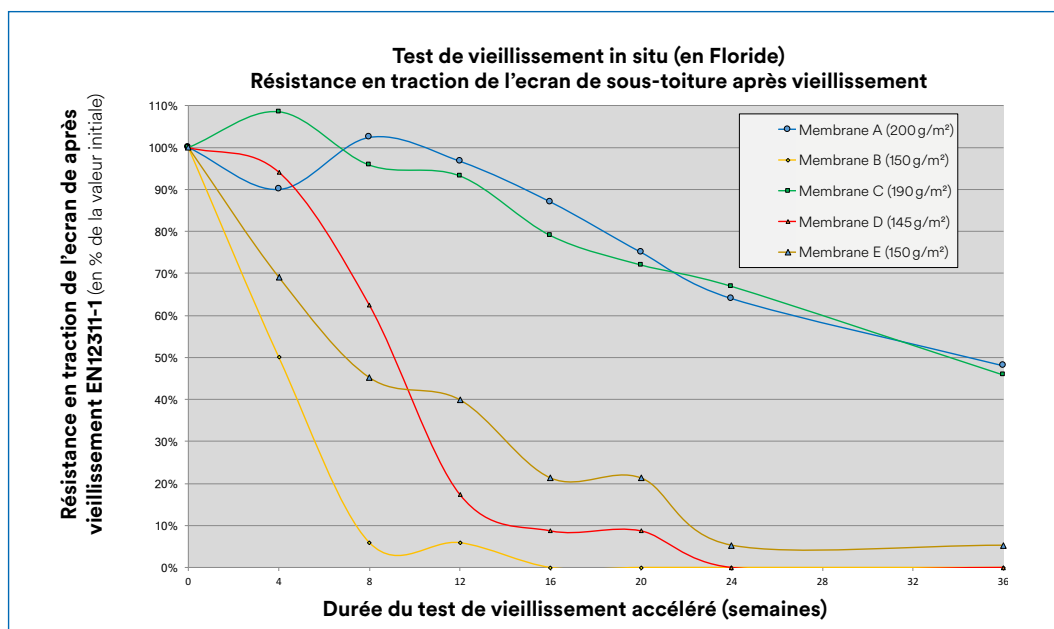


Fig. 19 : Test in situ en Floride (exposition directe aux intempéries), élongation à la rupture de la couche fonctionnelle du pare-pluie après vieillissement

Conclusion des tests de vieillissement in situ en Floride : Ce test permet de faire ressortir les limites de durabilité d'un pare-pluie d'entrée de gamme mais est moins adapté pour déterminer le comportement à long terme de pare-pluie « durables ».

11. Comparaison directe de deux écrans et évaluation

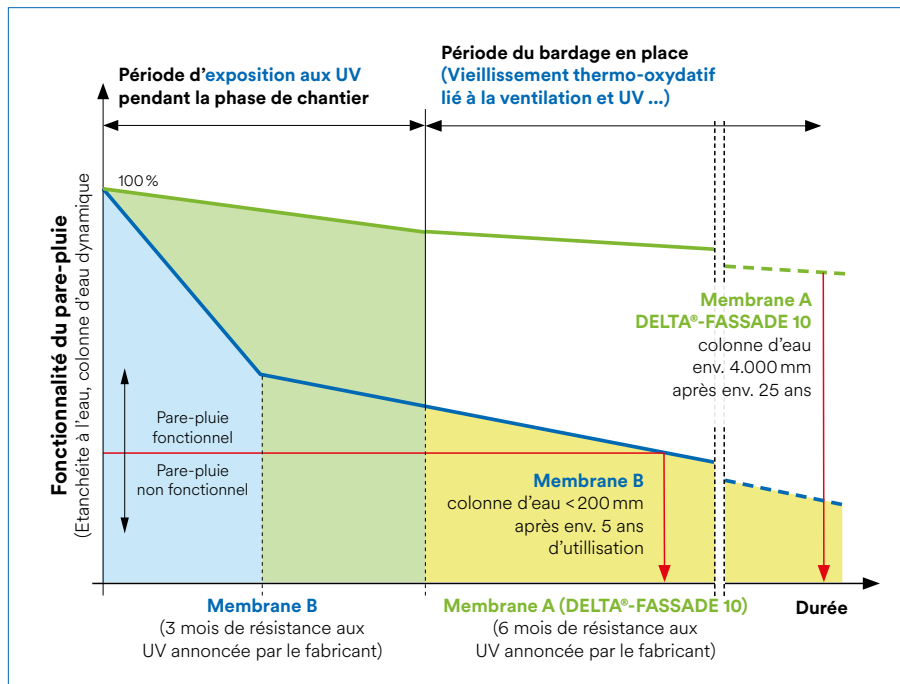


Fig. 20 : Comparaison des performances des pare-pluie A et B

Membrane A (DELTA®-FASSADE 10)

Le pare-pluie A peut supporter une période d'exposition aux UV extérieure maximale de 6 mois. Il a obtenu de très bons résultats à tous les tests. Même après une période d'exposition extérieure maximale complète, les résultats de la colonne d'eau juste avant la pose du bardage étaient à peine inférieurs à ceux à l'état neuf – la membrane ne montrait en outre aucun prédommage dus au rayonnement UV. On peut supposer que la fonctionnalité ne sera peu réduite après la mise en place de la couverture et que le pare-pluie supportera une très haute colonne d'eau même après de nombreuses années (> 4.000 mm).

Membrane B

Pour le pare-pluie B, le fabricant déclare une période d'exposition aux UV maximale de 3 mois. Après un essai correspondant à 3 mois d'exposition extérieure dans le sud de la France, la membrane avait déjà perdu environ 50% de ses performances de résistance au passage d'eau : les dommages causés par le rayonnement UV étaient déjà importants avant même que le bardage ne soit mis en place. On peut supposer que l'endommagement du polymère se poursuivra de manière atténuée même après la pose du bardage, aboutissant à des colonnes d'eau de moins de 200 mm après quelques années. Bien que la colonne d'eau de ce pare-pluie soit encore suffisante après la phase chantier, il faut s'attendre à ce qu'il perde rapidement sa fonctionnalité après quelques années.

12. Conclusion et recommandations

Dans le cadre d'un mur revêtu d'un bardage ventilé, les pare-pluie assurent en complément du parement extérieur proprement dit une importante fonction de protection des couches sous-jacentes (isolation thermique, structure à ossature bois, etc.).

Avant la pose du bardage ventilé, le pare-pluie représente l'unique protection contre la pluie (avec une pose appropriée et pour une durée limitée). Durant ce laps de temps, le pare-pluie est exposé à différents facteurs de détérioration, dont en particulier le rayonnement UV qui peut entraîner des prédominances importants à la membrane.

D'autres facteurs de détérioration continuent d'affecter le pare-pluie même après la pose du bardage, en particulier l'exposition à la thermo-oxydation liée à la ventilation, avec pour conséquence des pertes de performance importantes.

Au final, un pare-pluie peu résistant aux UV verra son capital « durabilité » nettement entamé pendant la phase chantier, la thermo-oxydation liée à la ventilation une fois le bardage en place finissant le processus de détérioration : le pare-pluie aura perdu son fonctionnalité au bout de quelques années.

Le DELTA®-FASSADE 10, une nouvelle classe de pare-pluie révolutionnaire

A contrario des écrans standards décrits par les types 1 et 2 (voir le point 8.3), le pare-pluie DELTA®-FASSADE 10 de Dörken offre une résistance accrue à la fois durant la phase chantier (vieillessement photo-oxydatif) et la phase bardage en place (vieillessement thermo-oxydatif) grâce à l'apport de couches supplémentaires destinées à protéger la couche fonctionnelle centrale qui remplira ainsi beaucoup plus longtemps son rôle de protection étanche et respirante.

A contrario des écrans très haut-de-gamme décrits par le type 3 (voir le point 8.3), le pare-pluie DELTA®-FASSADE 10 de DÖRKEN va permettre d'accéder à un niveau de résistance équivalent pour un coût réduit. Si sa destination première est la pose derrière des bardages à joints fermés, sa résistance accrue façon au rayonnement UV permet même au DELTA®-FASSADE 10 d'être posé derrière des bardages présentant des ajourations inférieures à 10 mm et 10%.

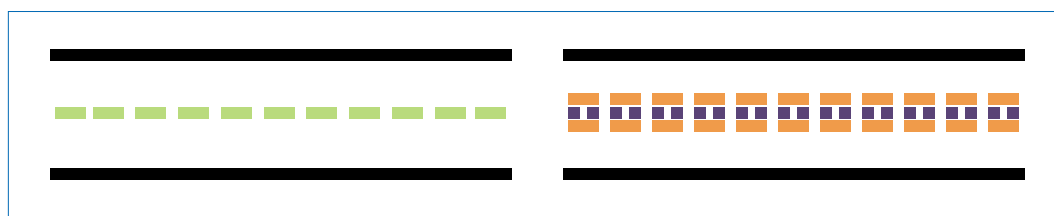


Fig. 21 : écran de type 1 ou 2 (à gauche) contre DELTA®-FASSADE 10 (à droite). La couche fonctionnelle du DELTA®-FASSADE 10 possède une structure composite nettement plus lourde (3 à 5 fois) et résistante que celle des films respirants utilisés dans le cas des pare-pluie « traditionnels », offrant ainsi une plus grande longévité au DELTA®-FASSADE 10.

12. Conclusion et recommandations

Le DELTA®-FASSADE 10 crée de fait une nouvelle classe de pare-pluie comblant le vide de l'offre produit et se caractérisant par :

- une résistance accrue aux UV en phase chantier (vieillessement photo-oxydatif),
- une durabilité accrue durant la phase en place du bardage (vieillessement thermo-oxydatif et rayonnement UV dans le cas de bardages ajourés),
- un rapport qualité/prix très concurrentiel.

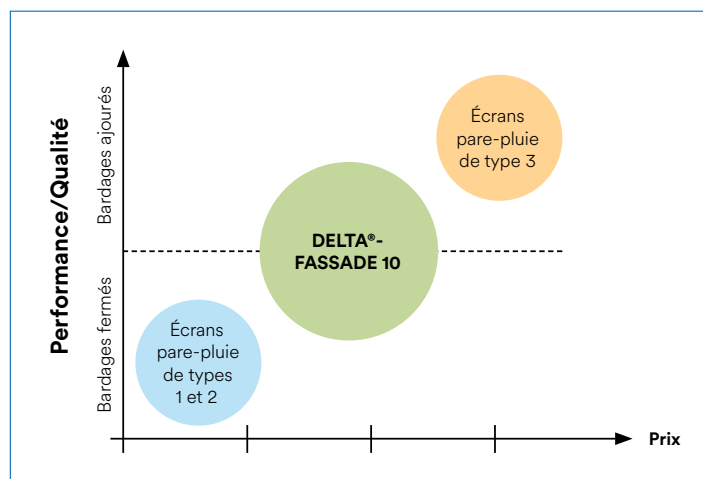
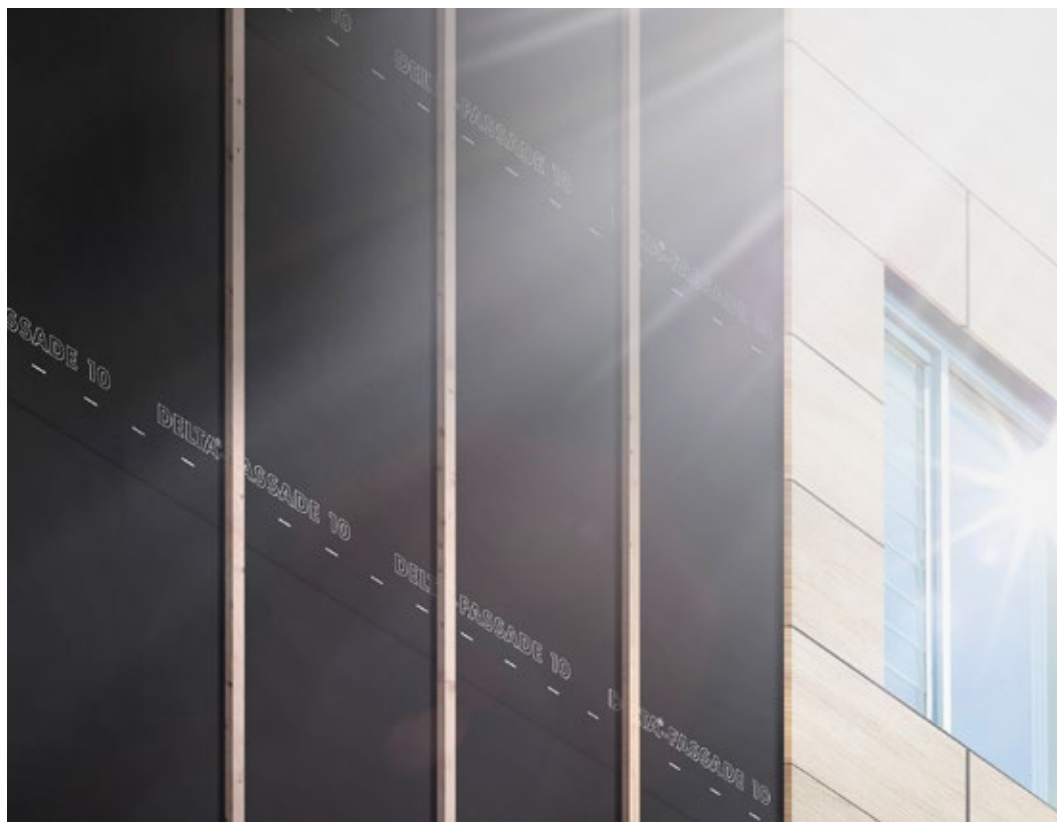


Fig. 22 : état de l'art du marché des écrans pare-pluie. L'offre du marché présente un grand vide.



12. Conclusion et recommandations

→ Sensibilisation au problème du rayonnement UV

Lors de la planification et de la mise en œuvre d'une paroi avec bardage ventilé, prenez en compte le problème du rayonnement UV comme facteur de risque pour la construction et sensibilisez vos employés ou collaborateurs à ce sujet.

→ Prise en compte des conditions spécifiques

En fonction de la situation géographique du bâtiment, de l'orientation de la façade toit, de la saison de pose, de la météorologie au moment de la pose, de l'exposition aux intempéries et du type de bardage, il est impératif de prendre en compte le facteur de détérioration des rayons UV.

→ Planifier et respecter des temps d'exposition courts en extérieur

Les différents facteurs de détérioration mentionnés représentent un risque important pour la pérennité du pare-pluie, en particulier les membranes d'entrée de gamme peu résistantes aux UV et à la thermo-oxydation. Le rayonnement UV pouvant endommager gravement le pare-pluie, même sur un temps relativement court, et ce, jusqu'à la mise en œuvre complète du bardage, il est nécessaire de veiller à réduire au maximum la phase chantier pour ces pare-pluie.

→ Choix de pare-pluie avec une bonne résistance aux UV

Contrairement à un pare-pluie classique et économique, une membrane spécialement conçue pour résister durablement au rayonnement UV et à la thermo-oxydation assurera une meilleure longévité à tout le complexe de façade sans occasionner un surcoût important. Preuve a été faite qu'un pare-pluie économique, exposé aux UV, n'offrira rapidement plus les garanties d'étanchéité pour protéger le matériau d'isolation thermique, nécessitant ainsi d'être régulièrement remplacé.

→ Fonction de protection du pare-pluie lors de la phase chantier

Si l'exposition du pare-pluie aux rayons UV et aux intempéries durant la phase chantier (avant pose du bardage) doit être prolongée, il est impératif de se reporter aux indications du fabricant de la membrane pour connaître la durée maximale d'exposition possible. Néanmoins, il est indispensable de garder en mémoire qu'en l'absence de tests appropriés, la majorité des documentations techniques ou commerciales ne tiennent compte que partiellement du rayonnement UV mais que très rarement de la problématique de vieillissement par thermo-oxydation liée à la ventilation, une fois le bardage en place.

→ Quoi d'autre ?

Dans le cas de travaux de construction nécessitant une fonction de protection « accrue » (par exemple pour du patrimoine culturel) ou si la durée de mise hors d'eau devait dépasser les spécifications du fabricant, des mesures complémentaires telles que la mise en place d'un bâchage provisoire doivent être envisagées.

www.delta-fassade10.fr