NRC·CNRC

NRC Publications Archive
Archives des publications du CNRC

Revêtements des toits en agrégats minéraux

Tibbetts, D. C.; Baker, M. C.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:
https://doi.org/10.4224/40001121
Digeste de la construction au Canada, 1967-09

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=3e88cd34-e32f-4ea0-b822-d022d839c267
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=3e88cd34-e32f-4ea0-b822-d022d839c267

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at
https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright
READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits
LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

National Research Council Canada | Conseil national de recherches Canada

Canada

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 65F

Revêtements des toits en agrégats minéraux

Publié à l'origine en septembre 1967

D.C. Tibbetts et M.C. Baker

Veuillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Les toits sont souvent plus exposés aux conditions climatiques que les autres éléments extérieurs des bâtiments. A part un petit nombre d'exceptions, les revêtements d'étanchéité des toits ne sont pas protégées par les bâtiments adjacents; ils sont en général exposés dans leur totalité au vent, aux précipitations atmosphériques, aux variations de température, et au rayonnement solaire. Dans un multicouche de couverture, le revêtement supérieur imperméable à l'eau consiste généralement en un feuil relativement mince de bitume. Pour lui conférer un degré satisfaisant d'étanchéité à l'eau et de résistance à l'usure, il est nécessaire de prévoir un certain supplément de protection superficielle. Les émulsions d'asphalte stabilisées à l'argile font peut-être exception à cette règle. Même pour ces matériaux, cependant, l'aptitude à résister aux intempéries est très améliorée par un traitement superficiel consistant dans l'application d'un recouvrement réflecteur.

Un revêtement convenable protège le bitume contre le rayonnement solaire et empêche les températures superficielles d'atteindre une valeur excessive. On a eu recours dans ce but à des applications de peinture, des feuilles d'aluminium, des carreaux d'asphalte, des dalles de béton, et des agrégats minéraux. La peinture protège d'une manière satisfaisante contre le rayonnement solaire qu'elle réfléchit, mais sa vie utile est limitée et en général courte. Les feuilles d'aluminium peuvent assurer une excellente protection; on les a utilisées avec succès à l'étranger pour réaliser quelques multicouches brevetés à base de feutre. On emploie souvent les carreaux d'asphalte et les dalles de béton lorsque la surface du toit doit supporter le piétinement; ces matériaux protègent parfaitement le revêtement d'étanchéité à condition qu'on ait pris la précaution de laisser le champ libre aux mouvements de charpente et aux dilatations thermiques, et d'assurer l'égouttement des eaux. Les bardeaux d'asphalte et les matériaux de couverture préfabriqués sont munis d'une couche protectrice de fin matériau minéral appliqué en usine. Au Canada, les toitures à faible pente et les toitures-terrasses à multicouches bitumées sont ordinairement protégées par une couche d'un agrégat minéral à gros grain désigné communément sous le nom de gravier de toiture.

Rôle

En vue de protéger le revêtement bitumineux supérieur contre le rayonnement solaire directe et de réfléchir la radiation solaire, on applique sur les toitures multicouches des revêtements en agrégats minéraux. Ils provoquent une décroissance de la température superficielle maximale; ils réduisent aussi l'éventail des températures saisonnières et les fluctuations rapides de température sur la surface noire. Ils empêchent ainsi que les intempéries ne détériorent le bitume et les feutres bitumineux du revêtement d'étanchéité de toiture.

Une épaisse couche d'agrégat minéral réduit le danger d'incendie dû aux brandons volants et constitue un ballast qui s'oppose au soulèvement du revêtement par le vent. Elle fournit une certaine protection contre l'usure due au vent et aux intempéries, et contribue à empêcher par temps chaud les coulées de bitume sur les pentes. Dans les quartiers industriels, elle protège dans une certaine mesure contre les déchets de fabrication portés par le vent. Elle protège également le revêtement d'étanchéité contre les dégâts que pourraient causer des personnes circulant sur le toit. On se propose d'étudier ci-après quelques-uns de ces rôles d'une manière plus détaillée.

Rayonnement solaire et températures superficielles

De nombreux toits sont exposés aux rayons solaires du lever au coucher du soleil, et une grande partie du rayonnement solaire frappe les surfaces des toits sous un grand angle. On a montré dans **CBD 47F** que, sur un toit sombre faisant face au ciel sans aucune obstruction, la température superficielle peut, dans un endroit quelconque du Canada, atteindre 190°F. Sous l'action des radiations réfléchies par les surfaces adjacentes, les températures superficielles peuvent croître au-delà des valeurs atteintes sous l'effet de la radiation directe. La température superficielle maximale d'un toit horizontal sombre situé près du mur méridional d'un bâtiment très élevé peut, à la mi-été et au voisinage de midi, atteindre 230°F.

La couleur a une action considérable sur la fraction de rayonnement solaire absorbée par une surface. Le blanc en absorbe environ 40 pour cent. Les surfaces vert foncé, brunes ou noires, en absorbent environ 90 pour cent. La température maximale d'une surface blanche de toit est d'environ 130°F. La comparaison avec la valeur de 190°F qui correspond à un toit noir fait ressortir une différence de 60°F.

On admet généralement que la détérioration des matériaux bitumineux sous l'action du rayonnement solaire consiste dans une photo-oxydation. Les rayons ultra-violets du soleil, en présence d'oxygène, donnent lieu à des modifications chimiques d'où résultent des produits solubles dans l'eau et des produits volatils. Il est possible qu'en fait la réaction chimique soit extrêmement complexe et dépende de la nature et de l'origine du bitume. Comme elle se produit d'autant plus rapidement que les températures sont plus élevées, tous les traitements contribuant à abaisser les températures sont avantageux.

Variations de température

Les températures superficielles élevées qu'on observe en été sur les revêtements d'étanchéité des toitures peuvent accélérer la détérioration des bitumes. L'étendue des variations de température qui surviennent entre l'été et l'hiver et entre le jour et la nuit n'est pas moins importante. Ces variations thermiques peuvent contribuer à la désagrégation des bitumes et provoquer de grands déplacements de l'ensemble de la couverture. Le **CBD 47F** a indiqué que la température superficielle minimale de la surface noire d'un toit muni d'un isolant peut être inférieure de 10 degrés à la température de l'air ambiant. Dans certaines régions du Canada, les valeurs extrêmes des températures superficielles de toits noirs munis d'isolants peuvent atteindre -50°F et 230°F.

Des données relevées sur bâtiments, à Ottawa et ailleurs, ont confirmé les calculs concernant les températures de surfaces extérieures de bâtiments. A Halifax, par exemple, les températures relevées pendant une période d'un mois sur des surfaces de toits blanches ou noires se situent dans les domaines suivants:

1. températures de l'air: de 46° à 88°F, soit une différence de 34°F.
2. températures de surfaces blanches: de 42° à 124°F, soit une différence de 82°F.
3. températures de surfaces noires: de 42° à 145°F, soit une différence de 103°F.

(Il convient de noter que le mois de Juillet choisi pour relever les températures a été le plus froid qu'on ait observé à Halifax en 74 ans.)

Comme on s'y attendait, la surface noire était plus chaude que la surface blanche au moment de la température diurne maximale; toutes deux étaient en outre plus chaudes que l'air ambiant. Pendant la nuit la surface noire était plus froide que la surface blanche aux températures minimales; toutes deux étaient plus froides que l'air ambiant. Il est intéressant de noter l'écart de 120°F couvert par la température de l'air à Halifax. Ce domaine s'étend d'un maximum de 99°F en juillet 1912 à un minimum de -21°F en février 1922. Cette période de dix ans est plus courte que la durée pendant laquelle les multicouches de toitures doivent en principe rendre des services satisfaisants. Un tel écart de températures de l'air, couvrant toute l'existence probable d'un toit sombre, peut engendrer, pour la surface du revêtement un écart, de températures dépassant 200°F. On doit s'attendre, pour des toits blancs, à des températures de 25° à 60°F plus basses.

En plus des variations saisonnières décrites ci-dessus, les variations de température sur courtes périodes pendant l'hiver et l'été peuvent fréquemment atteindre 100 degrés F. dans quelques régions du Canada, à moins que l'on n'emploie des agrégats ou autres modes de surfaçage pour réduire les fluctuations. Le revêtement en agrégats permet d'atteindre ce but.

Le danger d'incendie

On connaît généralement bien les résistances offertes aux incendies intérieurs par les charpentes et les matériaux des toits; elles ont en effet été mesurées et spécifiées à la suite d'essais normalisés d'incendies. La couverture du toit ne doit pas alimenter en combustible les incendies intérieurs. Les combles devant naturellement offrir une résistance à ce genre d'incendies, le rôle essentiel de la couverture du toit en ce qui concerne l'incendie est de réduire le risque de propagation à partir des immeubles voisins. Il est non moins important que la couverture ne dissémine pas rapidement les flammes et ne donne pas naissance à des brandons votants qui pourraient offrir du danger pour les toits voisins. Au Canada, on élimine ce risque en utilisant des types de toits qui se sont révélés satisfaisants à l'usage.

La Compagnie Underwriters' Laboratories Inc. a mis au point aux Etats-Unis en 1958 des méthodes d'essai concernant la résistance au feu des matériaux de couverture (UL 790); elle a essayé, classifié et catalogué un grand nombre de types de revêtements multicouches. La résistance au feu des matériaux bitumineux est généralement mauvaise; il est cependant probable qu'un revêtement multicouche, ayant reçu un surfaçage par agrégat, serait catalogué dans les classes A ou B de la classification des Underwriters'. Ce classement signifie, dans plusieurs codes du bâtiment, "toits à action retardatrice du feu". La classe A concerne les couvertures de toit efficaces contre les expositions à un feu violent. On entend par ces mots qu'elles ne sont pas immédiatement inflammables, ne propagent pas le feu, assurent au voligeage du toit un assez haut degré de protection contre le feu, ne se déplacent pas hors de leur position normale, ne présentent aucun danger de brandons enflammés, et n'exigent pas de réparations fréquentes pour conserver leur capacité de résistance au feu. Les toitures de la classe B sont efficaces contre des expositions modérées au feu, tandis que les toitures de la classe C ne procurent qu'une légère protection contre le feu.

Effets du vent

Les pressions exercées par le vent sur les bâtiments ont été étudiées dans **CBD 34F**; on y a exposé que le toit constitue généralement une zone sensible exigeant une attention particulière lorsqu'on établit les plans de bâtiments de faible hauteur. A cause des conditions d'aspiration qui peuvent régner sur la plus grande partie du toit sinon sur sa totalité, il importe de soigner spécialement les dispositifs d'ancrage. Il est possible, de plus, que dans le cas de certaines formes de bâtiments ou de toits, et sous certains angles de vent, des zones locales de forte

aspiration prennent naissance. C'est lorsque le vent souffle à 45 degrés par rapport à la face latérale d'un bâtiment que se développent les aspirations locales les plus sérieuses. Des études sur maquettes ont révélé qu'il se produit, aux angles qui pénètrent dans la zone où souffle le vent ou dans le voisinage de ces angles, de petites zones locales où se manifestent des forces verticales atteignant deux à cinq fois valeur normale.

Pour certains bâtiments, il peut être nécessaire de prévoir des parapets ayant pour objet de réduire les forces tendant à soulever le toit. Pour que les toitures ne soient pas aspirées par le vent il est naturellement d'une extrême importance que les formes des solins soient toujours minutieusement étudiées. Le surfaçage par agrégats procure un poids additionnel qui augmente la résistance aux forces de soulèvement. Les agrégats protègent également le revêtement d'étanchéité contre les effets abrasifs des particules transportées par le vent. Ces particules peuvent se présenter soit sous forme de sable fin, soit sous forme de particules plus grandes provenant d'érosions ou d'un mauvais enrobement de l'agrégat sur des toits adjacents.

Produits corrosifs

Les revêtements des toits peuvent être endommagés par des émanations transportées par l'air, provenant de fourneaux industriels ou privés, ou d'appareillage servant aux fabrications industrielles. Il se produit fréquemment de fortes rosées sur les toits; aussi les produits polluants qui s'y déposent peuvent-ils donner naissance à des acides susceptibles de causer un dommage considérable aux solins métalliques et aux feutres organiques exposés à l'air. Ce processus peut se prolonger jusqu'à ce que la pluie entraîne les déchets dans les conduits d'égouttement des toits. Le revêtement en agrégats minéraux procure dans ce cas un certain degré de protection du revêtement d'étanchéité.

Circulation

Aux endroits des toits où on prévoit une circulation de piétons ou de tout autre genre, il y a lieu de prendre les mesures nécessaires pour parer à la situation. Elles peuvent consister dans la pose de tabliers de passage en bois, béton ou carreaux bitumés, ou par un surfaçage total aux endroits qui pourraient l'exiger. Le revêtement en agrégats minéraux confère effectivement une certaine protection du revêtement d'étanchéité contre un passage occasionnel de piétons pendant et après la construction du bâtiment. Mais on ne peut s'attendre à ce qu'il protège contre le piétinement des travailleurs installant au-dessus de la toiture un matériel mécanique ou autre.

Qualités exigées de l'agrégat

Pour donner satisfaction, un agrégat doit être propre et sec, de dimensions et de poids suffisants pour s'incruster convenablement dans le revêtement de bitume assurant l'étanchéité, et pour résister à l'arrachage par coup de vent ou forte pluie. L'agrégat doit être calibré de manière à s'encastrer d'une façon satisfaisante, à remplir les vides existants entre particules individuelles, et à recouvrir le multicouche bitumineux de manière complète et continue. Pour obtenir un service satisfaisant, il convient d'entretenir régulièrement la couverture d'agrégat sur toutes les parties du toit. Un agrégat doit être assez dur pour résister aux actions de l'abrasion et du gel, mais sans présenter une fragilité qui favoriserait les cassures et l'effritement.

Les agrégats usuels consistent en pierre concassée et gravier, ou en laitiers de hauts-fourneaux refroidis à l'air et concassés. Le laitier de haut-fourneau est opaque et anguleux. Ses surfaces basiques ont plus d'affinité pour les matériaux bitumineux que pour l'eau. L'adhérence du bitume à ce type d'agrégat est bonne.

Les particules d'agrégat doivent être uniformément calibrées. Comme l'indique le tableau n° I, la norme ASTM D1863-63 exige des essais au tamis. Le tableau n° II de cette norme mentionne d'autres prescriptions concernant les propriétés physiques. L'ASTM indique également les méthodes d'essai à suivre pour déterminer ces propriétés. La teneur en humidité permise influence grandement les qualités d'enrobement du bitume. On doit également étudier la relation entre le facteur poids et la charge du toit; un minimum de poids est d'autre part

imposé de manière à interdire l'emploi de gravier léger que le vent disperserait aisément. Même au taux de 0.5 pour cent, les agrégats fins (passant au tamis de 200 mailles à l'essai au tamis) doivent être évités. Normalement, cependant on peut en accepter 0.25 pour cent s'il ne se produit pas d'adhérence à la surface de l'agrégat. Si l'agrégat est susceptible de produire de la poussière, sa dureté joue un rôle important.

Tableau I. Prescriptions relatives a l'essais au tamis

Traversant la maille de (en po.)	Retenu par la maille de (en po.)	Pourcentage de l'échantillon
-	1	-
1	3/4	0
3/4	1/3	0 à 10
1/2	3/8	20 à 60
3/8	1/4	25 à 70
1/4	1/8	0 à 15
1/8	-	0 à 5

Tableau II. Prescriptions concernant les propriétés physiques

Pourcentage maximal en humidité:	
Pierre concassée et gravier	0.5
Laitier concassée pour toiture	5.0
Poids unitaire minimal (en vrac), en livres par pied cube	60.0
Pourcentage maximal de poussière	0.5
Dureté maximale, pourcentage traversant un tamis n° 6 (3.36 mm) maille de	20.0

Les agrégats de toiture ne doivent pas contenir d'argile, de terre franche, de sable, de matières organiques, de produits chimiques ou autres substances étrangères, ni de matériaux gelés. Il est important d'abandonner la méthode couramment suivie, qui consiste à utiliser les matériaux qui sont disponibles, et non les matériaux les plus appropriés. Les prescriptions contenues dans les normes devraient être précises et ne pas contenir des indications vagues telles que "la dimension de l'agrégat devra être comprise entre 1/4 et 5/8 de pouce; il devra être propre et exempt de poussières et de matières étrangères". Des normes de ce genre peuvent être interprétées de manières variées.

On admet généralement que l'agrégat doit être opaque à la lumière ultra-violette. Aucun des organismes dont le rôle est d'établir des normes n'a cependant fixé de limite de translucidité, et les informations concernant l'importance de la translucidité à la lumière ultra-violette sont rares ou inexistantes. D'après certains auteurs, les éclats de dolomie et de marbre, qui permettent de recouvrir les toits d'un agrégat blanc d'apparence agréable, seraient de mauvaise qualité sous ce rapport. On suppose que de petits morceaux séparés pourraient être translucides, laissant ainsi la lumière pénétrer jusqu'au bitume et accélérer les détériorations dues aux conditions atmosphériques. L'oxydation du revêtement bitumineux où l'agrégat est incrusté, cause un durcissement et la fissuration; ce processus affaiblit le lien existant entre le revêtement et l'agrégat. Celui-ci peut, dans ces conditions, être plus facilement emporté par le vent ou la pluie. Sous le rapport des températures superficielles, un agrégat blanc est avantageux. Un bon compromis permettant son emploi consisterait dans un double surfaçage. On pourrait, lors du premier, utiliser un agrégat plutôt dur et sombre; un produit moins dur, clair ou blanc, choisi principalement à cause de sa couleur, servirait au surfaçage final.

Pose

La couche finale de bitume constitue la première barrière interdisant la pénétration de l'humidité dans le revêtement d'étanchéité de la toiture. Aussi doit-on l'appliquer avec un soin exceptionnel. Elle doit être continue et recouvrir complètement les feutres, de sorte qu'aucune rive ne traverse le revêtement. Tel est son rôle principal, et l'incrustation de l'agrégat est secondaire. Ce dernier est appliqué en vue de protéger et conserver le revêtement supérieur. Il s'agit donc d'un rôle tout à fait différent de l'imperméabilisation.

On doit, en organisant le travail, prévoir les moyens de protéger suffisamment l'agrégat contre l'humidité et les impuretés, jusqu'à ce qu'il soit prêt à être utilisé sur le toit. La meilleure méthode consiste à transporter l'agrégat sec, entre le magasin au sol et le toit sur lequel on va l'appliquer, à une vitesse égale à celle à laquelle on l'emploie, c'est-à-dire sans constituer un stock sur le toit. S'il s'avère malgré tout impossible d'éviter un stockage, on procédera par petits tas ou rangées sans jamais laisser sur place pendant une nuit ou une fin de semaine des matériaux inutilisés. S'ils sont saturés d'eau ou de neige, ils ne peuvent remplir leur rôle avant d'être suffisamment secs; s'ils sont déposés sur des feutres de toiture, l'humidité peut traverser ceux-ci et détériorer le revêtement d'étanchéité. Lorsqu'on suit certaines méthodes de pose, il arrive assez souvent que certaines aires du toit soient oubliées. Cette erreur se produira plus rarement si l'opération de surfaçage par agrégat est réalisée en deux stades distincts. Il en sera ainsi en particulier si le gravier non incorporé est balayé après la première application. Il peut même être avantageux de différer le second surfaçage jusqu'au moment où les autres corps de métier auront fini de travailler sur le toit. Il sera en effet possible à ce moment de réparer avant la pose finale un faible dommage éventuel.

Le toit doit être entièrement sec, de sorte qu'il ne puisse exister aucun risque d'emprisonner de l'humidité entre les deux applications. Il est avantageux d'utiliser des couches épaisses d'agrégat soigneusement calibré dont les éléments peuvent se coincer, de sorte que leur maintien se position ne dépende pas exclusivement de l'adhérence. Au cours de la pose, la température de l'agrégat ne devrait pas être inférieur à 40°F. Par temps froid, il pourrait être nécessaire de le chauffer immédiatement avant emploi. Une attention particulière doit être apportée à l'incrustation de l'agrégat sur les bords et aux coins du toit, régions où les effets du vent sont d'ordinaire les plus graves.

Conclusion

Il est important de noter que le surfaçage par agrégats minéraux présente certains désavantages. Si on met à part le poids mort supplémentaire que doivent supporter le tablier et la charpente du toit, la principale difficulté concerne l'inspection et l'entretien. Le surfaçage par agrégats dissimule les défauts et solutions de continuité du revêtement d'étanchéité et l'agrégat doit naturellement être enlevé lorsqu'on exécute des réparations. Pour la plupart des toits bitumineux, un surfaçage s'impose si l'on désire être certain d'une durée raisonnable de service. Adéquatement choisis et appliqués, les agrégats minéraux sont économiques et efficaces. Bien que la qualité de la couverture semble être la même dans les deux cas, une couche mince d'agrégat fin ne fournit pas une aussi bonne protection qu'une couche épaisse de matériau calibré. En protégeant les bitumes contre les rayons ultra-violets du soleil, l'abrasion due au vent et à la pluie, et contre une circulation occasionnelle de piétons sur le toit, le revêtement en agrégat peut accroître substantiellement la vie utile des couvertures bitumineuses.