

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Formation de boursouflures dans les couvertures en bitume élastomère SBS

Liu, K. K. Y.; Paroli, R. M.; Smith, T. L.

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/10.4224/40002905>

Solution constructive; no. 38, 2000-06-01

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=348746ed-2ad0-401a-bd62-4e126038fb31>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=348746ed-2ad0-401a-bd62-4e126038fb31>

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.

Formation de boursouffures dans les couvertures en bitume élastomère SBS

par *K.K.Y. Liu, R.M. Paroli et T.L. Smith*

Fondé sur une étude de l'IRC, cet article décrit les causes des boursouffures qui se forment dans les couvertures en bitume élastomère SBS (styrène-butadiène-styrène) et propose certaines méthodes préventives et correctives.

Les membranes employées dans les toits à faible pente sont généralement faites de matériaux à base de bitume ou de polymères¹. Le bitume est utilisé depuis de nombreuses années dans les couvertures comme agent imperméabilisant. Pour accroître la résistance et l'élasticité du bitume, on l'additionne ordinairement d'un polymère synthétique. Le mélange qui en résulte est appelé « bitume élastomère ». Dans les couvertures de bitume élastomère, différentes armatures comme les fibres de verre et de polyester sont ajoutées à ce matériau.

Il existe deux types courants de modificateurs : le polypropylène atactique (APP) et le styrène-butadiène-styrène (SBS). Le SBS est un modificateur de type caoutchouc qui confère au bitume une aptitude à l'étirement et une résistance à la rupture. Il améliore la souplesse du bitume à basse température.

Il arrive souvent que des boursouffures se forment dans les revêtements à base de bitume. Les boursouffures sont des poches d'air ou d'humidité emprisonnées dans les membranes de couverture. Elles peuvent se former entre la couche de recouvrement et la couche de base ou entre la couche de base et le support

(figure 1). Elles peuvent se limiter à de petites zones spongieuses ou former des bosses de plusieurs mètres carrés de superficie. Non seulement les boursouffures posent-elles un problème sur le plan esthétique, mais elles peuvent également réduire la durée de vie d'une couverture en accroissant la vulnérabilité de la membrane à la dégradation physique et chimique. L'inclinaison observée à la périphérie des boursouffures peut aussi modifier le sens d'écoulement de l'eau sur le revêtement et entraîner la formation de flaques.

Les boursouffures constituent le désordre le plus courant dans les couvertures multicouches²; elles peuvent se produire encore plus souvent dans les couvertures en bitume élastomère. Les recherches sur le terrain indiquent que la formation de boursouffures

La National Roofing Contractors Association (NRCA) et l'Institut de recherche en construction (IRC) ont collaboré à une étude sur la formation de boursouffures dans les revêtements en bitume élastomère SBS appliqués à chaud⁴. Des échantillons de couvertures ont été prélevés dans diverses régions des États-Unis. Les mélanges gazeux contenus dans les boursouffures ont été recueillis dans des récipients, et leur composition a été déterminée à l'IRC à l'aide de techniques d'analyse chimique. Des échantillons de membranes ont été extraits de plusieurs couvertures boursouffées, et leur comportement mécanique a été caractérisé au moyen d'essais de traction. Les propriétés physiques (par exemple le point de ramollissement et la compatibilité d'adhérence) des bitumes de collage appliqués entre la couche de recouvrement et la couche de base ont également été étudiées.

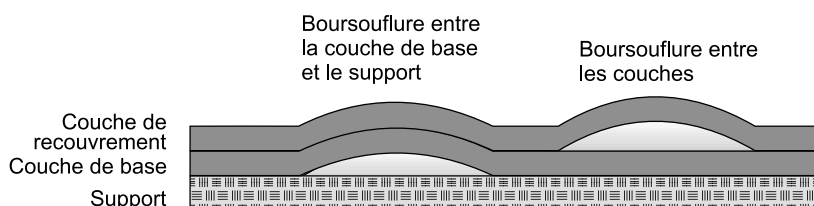


Figure 1. Emplacement des boursouffures dans les membranes en bitume élastomère

est plus courante dans les membranes en bitume élastomère SBS que dans les membranes en bitume élastomère APP³.

Causes des boursouffures

Les boursouffures qui se forment dans les membranes en bitume élastomère appliquées à chaud ont la même origine que dans les multicouches : les vides que comporte la couverture. Ces vides peuvent provenir de défauts d'application du bitume, de débris emprisonnés, d'irrégularités du support, de la présence de tensions dans les membranes ou de gaz captifs liés à la présence d'humidité dans les matériaux. Sous l'effet de la chaleur du soleil, l'air et l'humidité emprisonnés dans les vides se dilatent. La pression qui s'exerce dans les vides étire la membrane chaude et souple et la boursouffle. La nuit, la membrane se refroidit, durcit et résiste aux efforts qui tendent à lui faire reprendre sa forme d'origine. Ce processus crée à l'intérieur de la boursouffure un vide partiel qui favorise l'infiltration dans celle-ci d'une plus grande quantité d'air par les microfissures de la membrane. La boursouffure s'étend sous l'effet de cette infiltration, puis le cycle recommence le jour suivant. Comme dans les multicouches, les boursouffures se propagent lorsque le volume d'air aspiré pendant la nuit est supérieur au volume expulsé pendant le jour et que l'accroissement de pression dépasse le pouvoir adhérent de la membrane en périphérie de la boursouffure. La présence de vapeur d'eau accélère la propagation des boursouffures sous l'effet de ce pompage cyclique⁶⁻⁸.

Contenu des boursouffures

Les boursouffures des membranes en bitume élastomère SBS renfermaient de l'air, de la vapeur d'eau et une quantité négligeable de composés organiques volatils (COV)⁴. L'humidité relative (HR) à l'intérieur des boursouffures variait entre 50 et 75 p. 100. Ces valeurs sont comparables à celles qu'on a relevées pour les gaz contenus dans les échantillons de boursouffures des couvertures multicouches⁵. Étant donné que le volume de l'eau augmente considérablement (~1250 fois) lorsque celle-ci passe de l'état liquide à l'état gazeux, une infime quantité d'eau peut produire une pression de vapeur suffisante pour transformer un petit vide en boursouffure. La présence d'eau est particulièrement néfaste à haute température, lorsque le bitume ramollit et que la pression à l'intérieur de la boursouffure augmente.

Boursouffures et résistance des membranes

Les essais mécaniques effectués sur les couches de recouvrement et de base de boursouffures intactes (étanches à l'eau)

révèlent que celles-ci n'ont aucun effet sur la résistance de la membrane⁴. Il se peut que l'existence d'une boursouffure intacte ne réduise pas la résistance de la membrane, mais la présence d'une boursouffure rompue, dans un échantillon, a réduit de plus de 50 p. 100 la résistance de la couche de recouvrement⁴. Étant donné que la boursouffure rompue contenait une grande quantité d'eau entre les couches, il est possible que l'eau emprisonnée ait migré dans la couche de recouvrement par la zone de rupture et affaibli la liaison à l'interface de l'armature et du bitume. La couche de base de l'échantillon en question est restée intacte et la présence d'eau n'a pas eu d'effet sur sa résistance.

Des boursouffures ont été observées sur des membranes de résistance différente et additionnées de différentes armatures. La résistance des membranes ne semble pas constituer un facteur déterminant dans la formation des boursouffures.

Effet des propriétés des bitumes de collage

Les boursouffures s'étendent lorsque la liaison périphérique cède. La résistance à la propagation des boursouffures dépend donc de la qualité de la liaison entre les couches. En outre, pour réaliser une bonne liaison, il faut utiliser un bitume de collage et des membranes chimiquement compatibles. La compatibilité d'adhérence entre le bitume de collage et la membrane en bitume élastomère peut être vérifiée selon un test de laboratoire normalisé⁹. Une incompatibilité peut souvent être décelée sur le terrain, car une pellicule huileuse se forme alors sur la surface de contact entre le bitume de collage et la membrane en bitume élastomère¹⁰. Bien que l'incompatibilité d'adhérence ne soit pas une cause directe de la formation de boursouffures, elle peut diminuer la résistance des liaisons entre les couches et favoriser ainsi l'apparition de boursouffures. L'utilisation d'un bitume de mauvaise qualité peut également avoir un effet sur la qualité de la liaison et favoriser la propagation des boursouffures entre les couches.

Le type de bitume de collage n'a aucune incidence sur la formation de boursouffures si le bitume est appliqué à la bonne température. Cependant, les bitumes dont le point de ramollissement est élevé (p. ex. les types III et IV de l'ASTM) sont plus susceptibles que les autres de subir, lors de l'application, un « refroidissement instantané »¹⁰. Lorsque la température d'application est trop basse, certaines zones peuvent être laissées à nu et créer des vides. Le couvreur doit donc être particulièrement soigneux lorsqu'il emploie des bitumes de collage dont le point de ramollissement est élevé.

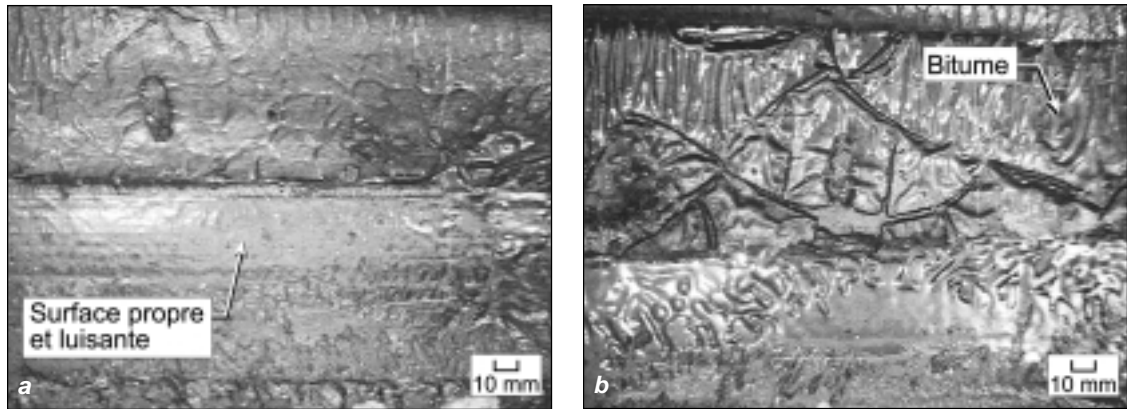


Figure 2. Mauvaise liaison entre les couches due à une température d'application trop basse
a) Couche de recouvrement, b) Couche de base

Importance de la qualité d'exécution

Pour accroître la résistance d'un revêtement à la formation de boursouflures, il est important de réaliser de bonnes liaisons entre les couches. Dans une application à chaud, le bitume doit s'écouler facilement de manière à « mouiller » la surface de la membrane, et être encore suffisamment chaud lorsque la couche de recouvrement est mise en place. Autrement, la liaison entre les membranes sera faible, ce qui favorisera la propagation des boursouflures. La figure 2a montre la sous-face de la couche de recouvrement d'une boursouffure. Cette sous-face est luisante, propre et presque complètement exempte de bitume. Comme la liaison à l'interface du bitume et de la couche de base semble être bonne (figure 2b), la température du bitume de collage devait initialement être assez élevée. Le bitume se serait donc refroidi rapidement pendant le processus de collage, atteignant une température inférieure à sa plage d'équiviscosité avant la mise en place de la couche de recouvrement. Pour réduire au minimum la chute de température du bitume, il faudrait mettre en place la couche de recouvrement dès que le bitume est appliqué.

Le bitume de collage doit être appliqué uniformément. À la figure 3, les discontinuités observées dans le bitume proviennent vraisemblablement de défauts d'application dus à un collage non uniforme. Les analyses ont révélé que le bitume de collage de cet

échantillon contenait des corps étrangers (sable, matières de charge, granulats et autres contaminants). Ceux-ci peuvent rendre le bitume plus difficile à manipuler et à épandre uniformément, favorisant ainsi l'apparition de défauts de collage susceptibles de créer des vides. Il ne faut pas oublier que le bitume de collage sert principalement d'adhésif entre les couches de bitume élastomère et qu'un adhésif est plus efficace lorsqu'il est appliqué en couches minces.

Les zones non enduites peuvent aussi être à l'origine de boursouflures. La zone nue à motif étoilé représentée à la figure 4 a probablement donné naissance aux deux boursouflures voisines. Le centre de cette zone est découvert, le bitume n'y ayant presque pas adhéré. Les « branches » (ou stalactites et stalagmites) forment à l'intérieur de la boursouffure des ponts entre la couche de recouvrement et la couche de base. Elles proviennent sans doute de la déformation et de l'étirement du bitume de collage à la périphérie du vide, lors de la dilatation de la boursouffure à haute température. Ce phénomène pourrait être attribuable à la présence d'un agent de séparation liquide à l'interface des couches de recouvrement et de base. Des agents de séparation liquides étaient parfois utilisés, dans le passé, dans le cas d'une épaisseur ou de la couche de base pour l'empêcher de coller à l'intérieur du rouleau, mais ils ne sont guère plus employés,

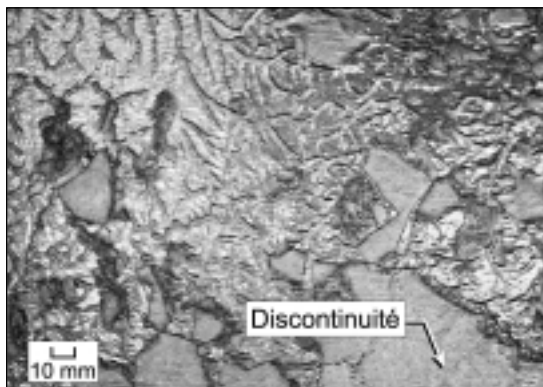


Figure 3. Discontinuité dans le bitume de collage due à une application non uniforme

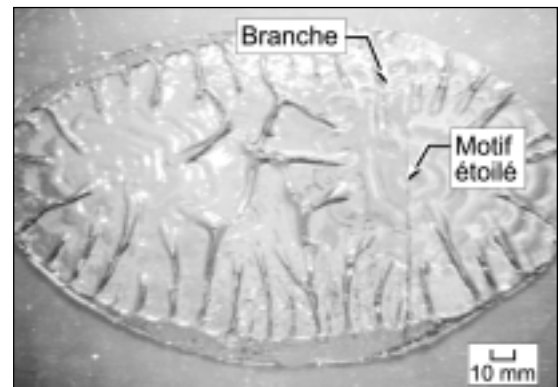


Figure 4. Les zones non enduites peuvent être à l'origine de boursouflures.

de nos jours. Le phénomène observé pourrait également résulter du fait que la membrane n'était pas plane lorsqu'elle a été déroulée, au moment du collage. La couche de recouvrement s'est bien liée à la couche de base dans les zones planes, mais des vides ont été laissés entre les couches dans les zones surélevées et irrégulières. Ces vides peuvent passer inaperçus au moment de la pose, mais ils prennent de l'expansion avec le temps.

Comment prévenir la formation de boursoufflures

Les recommandations ci-dessous visent à empêcher la formation de boursoufflures dans les couvertures en bitume élastomère SBS.

Pour réduire le plus possible la formation de vides :

- laisser les membranes s'assouplir avant de les poser;
- éliminer les excès d'agent de séparation, p. ex. enlever au balai l'excès de sable sur les membranes, avant l'application;
- prévenir les défauts de collage en appliquant le bitume à une température se situant dans la plage d'équioscosité (ou plus élevée, selon les recommandations du fabricant);
- accorder une attention particulière aux zones de chevauchement.

Pour réduire le plus possible l'emprisonnement d'humidité :

- garder tous les matériaux au sec pendant l'entreposage et la pose;
- réduire au minimum les délais pendant la pose.

Pour assurer une bonne liaison entre les couches :

- appliquer le bitume à une température se situant dans la plage d'équioscosité (ou plus élevée, selon les recommandations du fabricant);
- réduire le plus possible l'épaisseur d'application (le bitume étant un adhésif, une couche plus épaisse ne sera pas plus efficace);
- s'assurer de la compatibilité d'adhérence entre le bitume de collage et la membrane;
- par temps froid, prendre les précautions nécessaires pour maintenir la température du bitume à l'intérieur de la plage d'équioscosité, lors de l'application.

Comment traiter les boursoufflures

Lorsque leur nombre est restreint, les boursoufflures n'entraînent généralement pas de problèmes dans la mesure où elles demeurent intactes (étanches) et ne s'étendent pas trop. Lorsqu'une boursoufflure est rompue, l'eau peut attaquer l'interface armature-bitume et réduire la résistance de la membrane. Il importe donc de ne pas percer les boursou-

fflures. Il faut éviter de marcher dessus, en particulier lorsque la membrane est froide. Lorsqu'une rupture se produit ou que la boursoufflure devient trop étendue (~1,5 m), il est recommandé de réparer la couverture.

Les boursoufflures peuvent parfois provoquer l'ouverture des joints. Lorsque la perte d'adhérence touche un tiers ou plus de la largeur du joint (traction de cisaillement), il est recommandé de réparer la couverture¹¹.

Résumé

Les boursoufflures qui se forment dans les couvertures en bitume élastomère SBS proviennent de vides et s'étendent sous l'effet de la dilatation des poches d'air et d'humidité emprisonnés. Pour diminuer les risques de formation de boursoufflures, il faut prendre des précautions particulières, lors de la pose, pour réduire le plus possible les vides et l'humidité, et assurer une bonne liaison entre les couches.

Références

1. Paroli, R.M., Liu, K.K.Y., et Simmons, T.R. *Membranes de couverture en polyoléfine thermoplastique*, Solution constructive n° 30, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, décembre 1999.
2. Cullen, W.C. *Project Pinpoint analysis: ten year performance experience of commercial roofing 1983-1992*, National Roofing Contractors Association, 1992.
3. Smith, T.L. « Understanding and coping with blisters », *Professional Roofing*, septembre 1995, p. 62.
4. *Investigating the cause of blistering in SBS polymer modified-bitumen roofing membranes*, rapport de recherche, National Roofing Contractors Association, 1998.
5. Rossiter, W.J., et Mathey, R.G. « Risk of blistering of built-up roofing membranes applied to polyurethane foam insulation », *Thermal Insulation: Materials and Systems*, ASTM STP 922, ASTM, Philadelphie, 1987, p. 431-448.
6. *Blistering in built-up roofs*, Bulletin technique, vol. 46, Association canadienne des entrepreneurs en couverture, juillet 1996.
7. Korhonen, C. *Blistering of built-up roof membranes*, Special Report 86-29, US Army Corps of Engineers, Cold Regions Research and Engineering Laboratory, octobre 1986.
8. Paroli, R.M., et Booth, R.J. *Comment réduire la formation de boursoufflures dans les couvertures multicouches*, Solution constructive n° 4, Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, 1997.
9. « Standard test method for contact compatibility between asphaltic materials (oliensis test) », ASTM D 1370-84, *Annual Book of ASTM Standards*, vol. 04.04, 1996.
10. Baxter, D. « A tale of blister », *Contractors Guide*, juillet 1998, p. 24-31.
11. *ARMA/NRCA/SPRI Repair manual for low-slope roof systems*, 1997.

Karen Liu, Ph.D., est chercheuse au sein du programme Enveloppe et structure du bâtiment, à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches.

R.M. Paroli, Ph.D., est directeur du programme susmentionné.

T.L. Smith fait partie de T.L. Smith Consulting Inc., de Rockton, dans l'Illinois.

© 2000
Conseil national de recherches du Canada
Juin 2000
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.
Téléphone : (613) 993-2607; télécopieur : (613) 952-7673; Internet : <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>