

Chapes d'étanchéité de pont

Point sur les problèmes de gonflement des chapes d'étanchéité et les procédés bouche-pores

Jean-Paul BENNETON

Laboratoire régional des Ponts et Chaussées de Lyon

Michel FRAGNET

Service d'études techniques des routes et autoroutes

Problématique

Les feuilles préfabriquées bitumineuses, utilisées seules ou recouvertes d'asphalte, sont très utilisées depuis plus de vingt ans pour l'étanchéité de tabliers de pont. Elles présentent des caractéristiques fonctionnelles intéressantes : bonne continuité pour assurer la fonction d'étanchéité, bon comportement sous les contraintes de trafic, relative facilité de mise en œuvre.

Cependant, dans certains cas, on observe des pertes locales d'adhérence de la feuille au support et la chape présente des gonflements pouvant atteindre un diamètre de quelques décimètres et une hauteur de plusieurs centimètres (fig. 1). Le phénomène se produit généralement par temps chaud lorsque la chape reste exposée plusieurs jours au soleil ; il peut aussi se produire également lors de la mise en œuvre du béton bitumineux de la couche de roulement, voire même pendant l'été suivant la mise en œuvre de celle-ci.

Ce phénomène est très gênant puisque l'air présent entre le support béton et la chape, au droit des gonflements, empêche localement un compactage efficace de la couche de roulement. Ces gonflements présentent des évolutions dimensionnelles importantes en fonction des cycles thermiques journaliers et saisonniers et, de ce fait, des fissurations très spécifiques apparaissent et conduisent à terme à une destruction locale de la couche de roulement sous forme de « nid de poule ». Cela constitue une gêne très importante pour l'exploitation de l'ouvrage et hypothèque également la fonction d'étanchéité car les modalités de réparations sont techniquement assez difficiles et très fastidieuses si elles sont nombreuses.

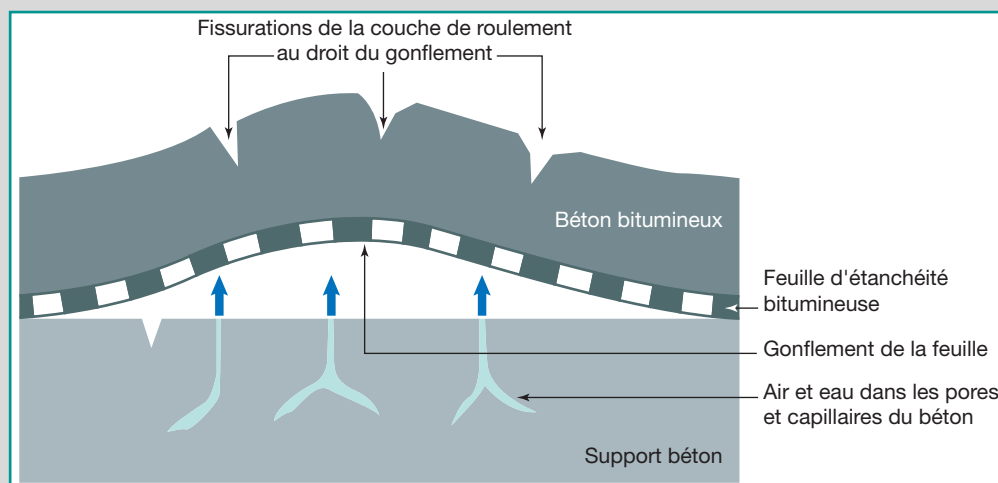


Fig. 1 - Gonflement d'un complexe étanchéité en feuille et couche de roulement par la pression d'air et d'eau venant du support béton.

Causes du phénomène

Le gonflement provient d'une dilatation du gaz (principalement de la vapeur d'eau) se trouvant initialement dans la peau superficielle du support béton ou entre la chape d'étanchéité et le support béton dans le cas d'un mauvais collage de celle-ci. L'apport thermique nécessaire au développement du phénomène est généralement produit par un ensoleillement important et prolongé (au soleil, une chape bitumineuse peut atteindre la température de 50 à 60 °C du fait de sa couleur noire).

L'adhérence au support des produits bitumineux, même ceux modifiés par des polymères, diminue beaucoup avec la température et, de ce fait, n'est plus à même de s'opposer au décollement de la chape. Le phénomène est cumulatif car, lors des périodes de refroidissement, la chape ne peut retrouver sa position d'origine au contact du support ; en effet, la condensation de vapeur d'eau dans cette poche résiduelle produit une légère dépression, qui génère un nouvel appel d'air et de vapeur d'eau en provenance du support, et permettra au gonflement de se poursuivre lors de la prochaine remontée des températures.

Depuis une dizaine d'années, sur initiatives privées ou publiques, plusieurs études ont visé à analyser scientifiquement le phénomène et à essayer de le modéliser ; celui-ci reste toutefois complexe du fait de la multiplicité des facteurs intervenants et de l'hétérogénéité de certains (texture de la surface et de la peau du béton, adhérence de la chape). Le document [1] du Service d'études techniques des routes et autoroutes (SÉTRA) fait la synthèse de ces documents. De manière plus pragmatique, l'observation sur site met en évidence divers facteurs d'aggravation du risque qui, selon le contexte, agissent seuls avec plus ou moins d'acuité ou en synergie : âge du béton et contexte de séchage, nature du béton (certains n'induisent pratiquement aucun gonflement), épaisseur du support, macro-rugosité de surface, mode et qualité d'application de la feuille et, bien sûr, durée et intensité du couple température ambiante/ensoleillement sur la feuille en place.

Solutions de prévention

Différentes approches sont possibles :

- **diminuer la pression de gaz** sous la feuille, en réalisant un système d'étanchéité avec indépendance partielle de la feuille par rapport au support ; plusieurs procédés ont fait ou vont faire l'objet d'avis techniques et il conviendra d'apprécier à l'usage l'efficacité antigonflement. Sur un plan général, les techniques de semi-indépendance ont l'inconvénient, en cas de défaillance locale de la chape d'étanchéité, de ne pas localiser la fuite et de permettre une circulation d'eau entre la chape et le support béton, ce qui n'est pas souhaitable ;
- **équilibrer les pressions de gaz**, en agissant sur l'épaisseur (isolant thermique) et le poids du complexe de chaussée, mais seulement de manière limitée et, parfois, insuffisante. La recherche d'une adhérence très supérieure de la chape d'étanchéité au support béton, par exemple du niveau de celle des résines, est une démarche technique difficile qui n'est pas abordée actuellement par les fabricants de feuilles ;

L'épaisseur de 7 cm des couches de chaussée au-dessus de la feuille est un minimum préconisé dans les avis techniques du SÉTRA pour réduire le risque ;

- **éviter la remontée de gaz**, c'est cette approche qui actuellement fait l'objet du développement le plus important. Elle consiste à appliquer sur le support béton convenablement préparé (par exemple, décapage par grenailage ou autre projection d'abrasif) un film de résine dit « bouche-pores » d'environ 500 à 1 000 g/m². Du fait de sa forte adhérence au support béton et de son imperméabilité au gaz, ce film est susceptible de s'opposer aux remontées de gaz, même aux températures élevées (60 °C) auxquelles peut être soumise la chape ; c'est en Allemagne que cette technique a été initiée et réglementée et, actuellement, quelques fabricants développent en France des procédés bouche-pores sous feuille préfabriquée (ou sous asphalte) (fig. 2).

Contribution du réseau des Laboratoires des Ponts et Chaussées

Le Laboratoire régional des Ponts et Chaussées (LRPC) de Lyon a essayé de mettre en évidence en laboratoire l'efficacité antigonflement des procédés « bouche-pores » et, éventuellement, de mettre

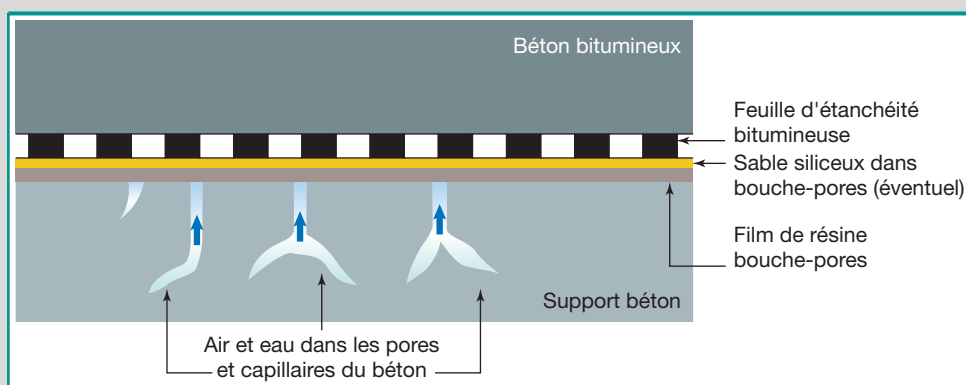


Fig. 2 - Chape d'étanchéité en feuille préfabriquée monocouche sur film de résine bouche-pores (antigonflement).

en place un essai de qualification en laboratoire [2]. Les « maquettes de gonflement » (fig. 3) destinées à simuler les phénomènes réels du site sont constituées de dalles de béton (60×50 cm), de porosité définie, sur la face supérieure desquelles sont appliquées les feuilles d'étanchéité ; celles-ci sont utilisées seules, comme c'est le cas classiquement sur ouvrage, ou avec application préalable sur le support de divers films de résine bouche-pores de nature et d'épaisseur variables. Un film de résine polyuréthane est appliqué sur les cinq autres faces de façon à contenir la vapeur d'eau et la diriger vers la face supérieure. L'énergie thermique nécessaire au gonflement des chapes est fournie par un système de tubes radiants infrarouges, régulés afin que la température sur l'ensemble de la surface de la chape soit uniformément de 55°C ; des cycles journaliers de chauffage peuvent être effectués.

Avec un procédé classique de feuille bitume-polymère sur primaire bitumineux, les phénomènes de gonflement observés sur site, et décrits dans la littérature précédemment citée, ont été facilement reproduits ; il faut noter que le protocole expérimental utilisé ne permettait aucune mesure physique à l'intérieur des « gonfles » (pression, température du gaz), mais que seuls étaient notés le moment d'apparition des gonfles et l'évolution de leurs dimensions en fonction des cycles de rayonnement infrarouge.

Quatre produits bouche-pores de nature époxydique (agréés en Allemagne) ont été testés avec la même feuille préfabriquée citée précédemment, avec des dosages appliqués croissants (200 à 600 g/m^2 exprimé en produit sec).

On a mis en évidence l'efficacité antigonflement des produits bouche-pores lorsque le dosage au m^2 est de l'ordre de 500 à 600 g/m^2 ; cette efficacité est variable selon les produits testés. L'examen au microscope électronique du film bouche-pores après enlèvement de la feuille testée, montre dans certains cas, une forte altération du film bouche-pores (microfissure). Cette altération produite par le choc thermique lors du soudage de la chape suffit à expliquer la mauvaise efficacité « antigonflement » observée dans quelques cas.

Une application expérimentale de produit bouche-pores sur un ouvrage avec un dosage de 500 g/m^2 n'a pas montré une diminution très importante du gonflement entre des zones avec et sans bouche-pores ; on peut penser que des dosages plus importants (de l'ordre de $2 \times 500 \text{ g/m}^2$ comme pratiqués en Allemagne) sont nécessaires. La procédure de l'essai en laboratoire est discriminante puisqu'elle a permis de différencier des performances anti-gonflement selon les procédés testés (nature et dosage) et, à ce titre, elle constitue un essai d'information. Par contre, l'essai n'est pas assez reproductible pour constituer un essai de qualification des procédés proposés par les fabricants, par exemple dans le cadre d'une procédure d'avis techniques. La mise au point d'un tel essai serait éminemment souhaitable et est donc à poursuivre ; sa représentativité ne pourra s'évaluer qu'en parallèle avec des réalisations sur ouvrages.

Il faut noter que, lors de ces essais, la présence du film bouche-pores n'a entraîné aucune baisse significative de l'adhérence de la feuille au support.

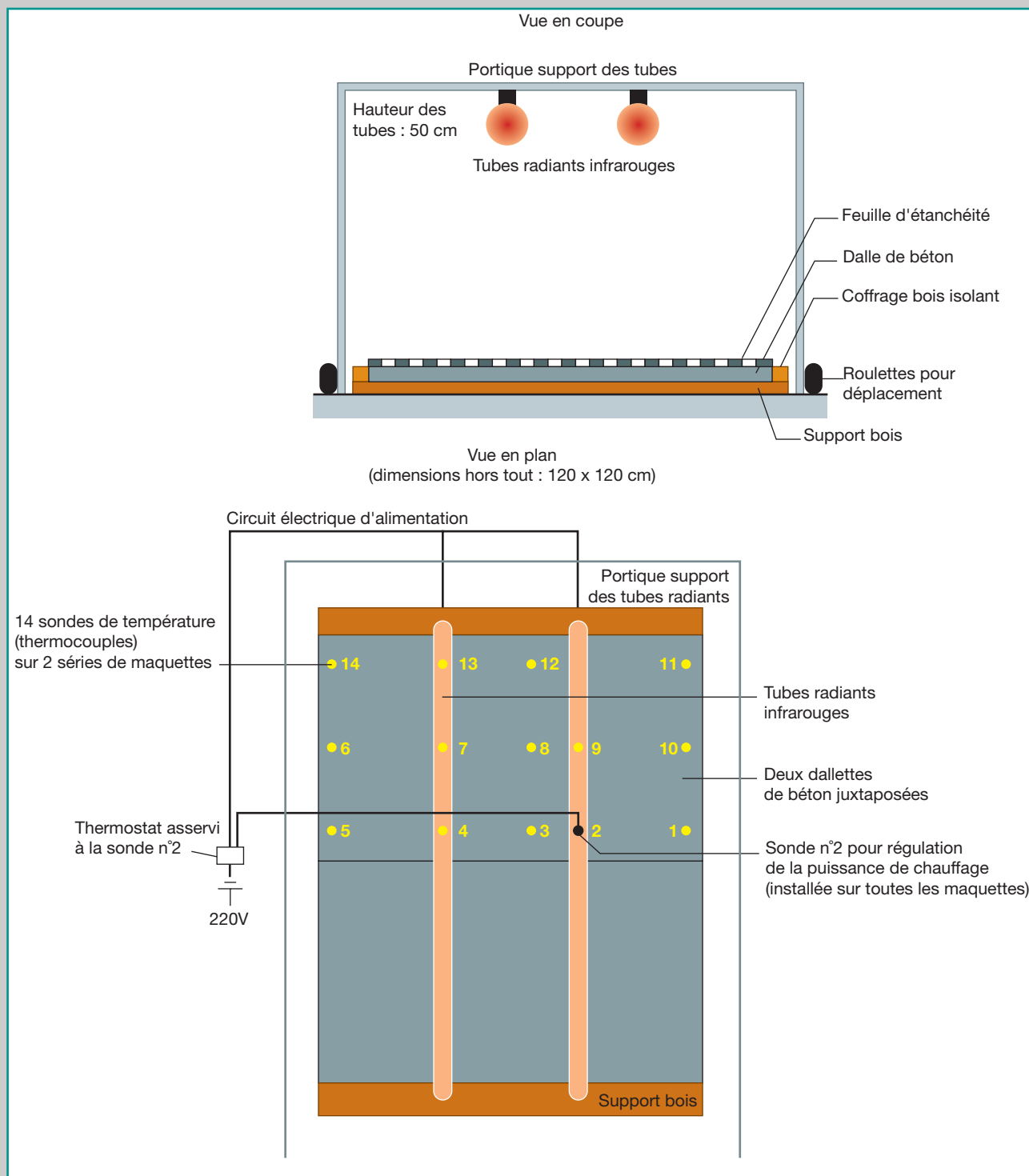


Fig. 3 - Dispositif d'irradiation des maquettes.

Conclusions

La réalisation d'un film bouche-pores antigonflement est une opération onéreuse (jusqu'à 40 % de surcoût), mais qui peut s'avérer très utile, voire indispensable dans certains cas, pour réduire le risque de gonflement de la chape d'étanchéité bitumineuse, et cela particulièrement si, au niveau du projet, on doit réduire l'épaisseur/poids des couches de chaussées (par exemple, sur les passerelles piétons ou les ponts suspendus) et si, de plus, les travaux sont effectués pendant l'été.

La qualification préalable des produits bouche-pores est nécessaire, mais un protocole expérimental simple, représentatif, reproductible et discriminant reste à mettre au point. Peu d'ouvrages en France ont fait à ce jour l'objet de réalisations de films bouche-pores, mais plusieurs fabricants disposent actuellement d'un avis technique du SÉTRA pour ces procédés, ce qui devrait permettre leur développement et donc de juger de leur efficacité.

Enfin, cette technique est difficilement compatible avec les procédés courant de soudage de la feuille au moyen d'un chalumeau, qui peuvent altérer le film de résine bouche-pores ; le développement actuel des machines automatiques de pose, souhaitable pour diverses autres raisons, permettra de palier cette difficulté.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Service d'études techniques des routes et autoroutes (SÉTRA), *Étanchéité des ponts routiers – cloques et gonfles*, Rapport de Recherche, septembre **1998**.
- [2] Action de recherche des Laboratoires des Ponts et Chaussées, Commission technique n° 42 « Ouvrage d'art en construction et en service » (AER 1.42.03.5), Rapport interne du laboratoire de Lyon, *Chapes d'étanchéité en feuilles préfabriquées bitumineuses – Étude des procédés bouche-pores pour réduire le gonflement*, mars **1999**.