


CHAUSSÉE COMPOSITE DE BAC SUR GB

 Gilles Laurent - Chargé d'études du CETE de l'Ouest (CEREMA). Chargé par le SETRA pour l'assistance à maîtrise d'ouvrage et pour le suivi des chantiers expérimentaux en chaussées composites RN141 et RN4.



Ces structures apparues dans les années 2000 ont été inspirées des essais FABAC (Fatigue du Béton Armé Continu), du constat que le béton adhère durablement sur un support bitumineux et, par quelques essais d'ovalisation réalisés sur des chaussées BAC/BB en Belgique.

L'idée était d'avoir une fondation en grave bitume, donc non érodable, associé à un BAC pour éviter la création de joints, toujours compliqués à réaliser et à entretenir. Dans le fonctionnement théorique de cette structure, c'est essentiellement la grave-bitume qui supporte les efforts de traction par flexion dus aux charges routières. Il était donc nécessaire, pour avoir une bonne durabilité de la structure d'avoir une couche de forme de bonne qualité de classe PF3 (supérieur à 120 MPa). Les chantiers expérimentaux réalisés en 1998 sur la RN141 en Charente et en 2001 sur la RN 4 en Moselle ont montré la faisabilité de la technique et le bien-fondé des hypothèses de dimensionnement. Après plus de 25 ans sous de très forts trafics, ces chaussées n'ont reçu qu'un entretien de surface. Néanmoins l'expérience a montré que comme pour toute structure l'étanchéité de surface est importante pour limiter les entrées d'eau par les microfissures du BAC.

De nombreuses réalisations avec cette technique ont été depuis réalisées avec succès (voie bus à Nantes, giratoires, route départementale en Mayenne, etc.).



➤ RN4. Déviation de Bebing et d'Imling réalisée en 2001 en chaussée composite BAC sur GB3.



➤ Carrefour giratoire D'airvault (Deux-Sèvres) en BAC sur GB3. Date de réalisation 2001.

> INNOVATION RÉCENTE DANS LES STRUCTURES AÉROPORTUAIRES <

CHAUSSÉES COMPOSITES EN BCg SUR GRAVE-BITUME POUR AIRES DE CIRCULATION AÉROPORTUAIRES

 Nicolas Bernard, maître d'ouvrage et exploitant des aires aéronautiques de paris CDG.




Un maître d'ouvrage aéroportuaire, gestionnaire d'un actif conséquent, se doit d'être en veille sur des solutions nouvelles potentiellement industrialisables : le Groupe ADP recherche des solutions d'aménagements des aires aéroportuaires qui soient, à la fois, fiables techniquement, à coûts compétitifs et à impacts réduits sur l'environnement.

De ce point de vue, le concept de chaussée rigide béton sur enrobés (dite chaussée composite inversée) paraît répondre à toutes ces ambitions et, a priori, être une solution intéressante à tester car il permet d'optimiser la structure de chaussée en réduisant son épaisseur par rapport à une structure classique, grâce à la complémentarité des deux matériaux utilisés (béton et enrobé) et du fait de l'adhérence à l'interface des deux matériaux.

Dans sa version BAC/GB, (béton armé continu collé sur grave bitume) le concept bénéficie d'un retour d'expériences routier ou portuaire d'environ 26 ans avec un bilan très positif, mais cette structure trouve difficilement sa place dans les travaux aéroportuaires.

Nous nous sommes donc intéressés à la version BC6g/GB qui ne bénéficie certes pas du même retour d'expériences que la version BAC/GB, mais qui a été utilisée avec succès sur des ouvrages routiers très sollicités tels les carrefours giratoires et les plateformes de bus en site propre, mais jamais sur aéroport. Encouragés par ces résultats, ADP a réalisé récemment, sur propositions des entreprises et de l'ingénierie interne, deux chantiers sur l'aéroport Paris - Charles De Gaulle. Le propriétaire et exploitant débute la surveillance et le suivi dans le temps en lien avec son laboratoire interne. Le point de vigilance particulier est la durabilité de l'adhérence à l'interface des deux matériaux et plus particulièrement aux droits des joints de retrait. Cette adhérence constitue la clé du dimensionnement de la chaussée composite inversée, considérée «semi-collée» dans les calculs de dimensionnement à l'interface béton/enrobé

Sur ces deux chantiers, le bilan économique et environnemental à la construction est très intéressant. Si le comportement à moyen terme s'avère positif, le bilan global- à partager avec le Service Technique de l'Aviation Civile- sera alors de nature à nous motiver à développer l'usage de ce concept.

 Romain Clouzeau (études) et Philippe Coustal (suivi des travaux)



L'idée d'utiliser une structure composite béton sur enrobés sur les voies de circulation (taxiways) a émergé dans le cadre de la démarche globale de réduction des impacts environnementaux mise en place par le Groupe ADP, alors que nous cherchions en lien avec le Maître d'Ouvrage à réduire à la fois le coût et les impacts environnementaux dans tous nos projets, notamment dans le cadre d'une variante initialement suggérée par l'entreprise AGILIS

Ainsi, l'Aéroport de Paris-CDG, après concertation du Service Technique de l'Aviation Civile STAC, décide de lancer un programme expérimental pour tester le concept de chaussées composites sur les aires de circulation.

Il s'agit d'une structure intégrant nos spécificités aéroportuaires et comportant un revêtement en Béton à joints goujonnés (BCg), mise en œuvre non pas de façon traditionnelle sur une fondation en béton poreux puis GTLH, mais sur une fondation en grave-bitume puis GNT. L'objectif étant de profiter du collage des deux couches de sorte à faire jouer à la fondation en enrobés un vrai rôle dans le dimensionnement de la chaussée, contrairement au béton poreux négligé dans les calculs dans les méthodes admises à ce jour.

Le but recherché de la démarche est d'avoir une structure à longue durée de vie, donc à faible impact sur l'environnement et à un coût moindre sur l'ensemble du cycle de vie. Dans le cas des chantiers réalisés, ce but a été atteint par une diminution des épaisseurs (de l'ordre de 20% pour le trafic considéré). La structure composite réalisée (40cm BC6g/10 cm GB5/15 cm GNT) a été dimensionnée à l'aide du logiciel ALIZE aéronautique pour un trafic important (37000 passages par an d'avions moyen porteur et 2700 passages par an d'avions gros porteur) et ceci pour une durée de 20 ans. En lien avec le Service Technique de l'Aviation Civile et la Maitrise d'Ouvrage, il a été pris l'hypothèse d'un semi-collage à l'interface entre les couches béton et grave-bitume afin de représenter un risque de la perte d'adhérence entre ces matériaux, et avons fait le choix d'une grave-bitume GB5 pour une meilleure résistance à la traction et à la fatigue. Etant donnée la sensibilité de la structure et pour des raisons de cohérence avec les voies adjacentes, l'épaisseur de 40 cm de dalles béton a été retenue pour le premier essai, quand le calcul démontrait que 36 cm suffiraient.

Ce programme, de deux sections de taxiways (respectivement 6500 m² réalisés en 2022, et 11000 m² achevés mi-Juin 2024) permettant d'analyser la pertinence de la solution technique sur

différentes typologies de trafic et d'améliorer la comparaison entre les solutions béton usuelles et les solutions composite.

La planche expérimentale réalisée en 2024 a été instrumentée en 2024 pour mesurer les contraintes à l'interface entre les couches béton et grave-bitume dans le but d'y déceler tout décollement.

Une troisième section est programmée pour des travaux réalisés en 2025, section qui sera instrumentée dans ces différentes couches afin de permettre un meilleur suivi dans le temps et finaliser le calage des mesures par capteurs, dans le but d'améliorer le dimensionnement de ces typologies de structures novatrices en aéroportuaires.

A l'issue de ce programme d'expérimentation et d'une période de suivi, le Groupe ADP sera en mesure de décider si la chaussée composite inversée est adaptée ou non aux sollicitations particulières des aires de circulation aéroportuaires, et potentiellement de la généraliser pour les structures rigides de nos plateformes.



➤ Paris CDG, chaussée composite en BC6g/GB5 pour une aire de circulation avion. Mise en œuvre de la GB5.



➤ Paris CDG, chaussée composite en BC6g/GB5. Mise en œuvre du BC6g.

L'INTÉRÊT DES STRUCTURES COMPOSITES POUR LES TRAVAUX AÉROPORTUAIRES :

> Sur le plan technique :

- Structure optimisée tirant parti des avantages des deux matériaux (bonne tolérance de la grave-bitume à la traction, bonne résistance du béton aux charges statiques et de poinçonnement, aux déversements de carburants et meilleure résistance aux variations de température),
- Structure à durabilité accrue par rapport aux structures conventionnelles,
- Structure à impact environnemental réduit car plus fine et plus durable que les structures rigides usuelles.


> En matière de mise en œuvre :

- Gain de temps dans la mise en œuvre en remplaçant le béton drainant et la GTLH par la grave-bitume et la GNT (plus besoin d'observer un temps de séchage et de prise du béton poreux et de la GTLH),
- La mise en œuvre des fourreaux de balisage dans la grave-bitume est plus simple et plus aisée que dans les matériaux traités aux liants hydrauliques.

> En matière de bilan global :

- Réduction de l'épaisseur de la structure et diminution de la consommation des ressources nobles,
- Réduction des impacts sur l'environnement et en particulier les émissions de GES,
- Réduction des coûts d'investissement.

CHAUSSÉES COMPOSITES EN BAC SUR GRAVE-BITUME

 Gilles Lacassy - Responsable du service de l'ingénierie pour l'exploitation et l'entretien de la route. DIR Atlantique (DIRA).



Le premier chantier expérimental de chaussée composite a été réalisé en France à l'été 1998 sur la RN 141 à l'Est d'Angoulême. Il s'agit de la déviation des RASSATS-FAVRAUDS à 2x2 entre les PR 52+540 au PR 55+370 dans le département de la Charente.

Sur une longueur de 2,5 km, dans le sens 1 Limoges Angoulême, la structure est composée d'une couche de surface en BBTM d'épaisseur 2,5 cm, d'une couche de base en Béton Armé Continu BAC d'épaisseur 17 cm et d'une couche de fondation en Grave Bitume (GB3), d'épaisseur 8 cm.

Cette structure a été dimensionnée pour un trafic de 2200 PL/j et pour une période de 30 ans (soit 30 Millions de PL sur 30 ans, classe de trafic cumulé TC630). Depuis 2013, le trafic est supérieur aux 2200 PL/j et se situe actuellement plutôt vers 3000 PL/J.

En ma qualité d'exploitant de ce chantier je peux faire le constat suivant durant ces 26 ans :

- *La structure composite se comporte d'une façon excellente,*
- *Aucune dégradation structurelle n'a été relevée à ce jour,*
- *Seulement quelques petites réparations sur la couche de surface en BBTM,*
- *Un confort de roulement apporté par le BAC (revêtement sans joints) et par la couche de surface en BBTM,*
- *Il faut toutefois attendre la fin de la période de dimensionnement (30 ans) et regarder l'état de la chaussée composite, identifier les besoins en matière d'entretien et estimer les coûts des réparations et de calculer les impacts sur l'environnement.*


Pour information, le sens 2 de cette déviation réalisé en parallèle en structure bitumineuse a déjà fait l'objet d'un entretien avec une réfection généralisée des couches de chaussées en 2019.

Ce bon comportement nous rassure et nous encourage à introduire le concept de chaussée composite parmi les solutions à envisager pour de futurs projets et de procéder ensuite à une comparaison économique et environnementale, sur le cycle complet (construction, entretien, fin de vie) entre les solutions envisagées.



➤ RN 141. Déviation des Rassats-Favrauds en BBTM/BAC/GB3.

CHAUSSÉES COMPOSITES EN BCg SUR GB POUR UNE AIRE DE REPOS

 Gilles Petit - Chef de projet en Ingénierie routière – DIR Atlantique (DIRA), Secrétaire de la commission de normalisation chaussées en béton de 2009 à 2021



Choix d'un revêtement en béton

Pour l'aire de repos de la Grolle, la DREAL Nouvelle-Aquitaine, maître d'ouvrage, et la DIRA, maître d'œuvre, n'ont pas hésité sur le choix du béton comme matériau de surface. En effet, pour une aire de repos où le stationnement est la fonction d'usage par excellence, il était impératif de rechercher un matériau de revêtement de chaussée capable de résister durablement au poinçonnement, aux charges lourdes, aux efforts tangentiels et aux agressions chimiques causées par les chutes accidentelles de fioul, le béton étant le matériau le plus approprié pour un tel usage. En outre, compte tenu du trafic élevé de poids lourds (dimensionnement retenu : 970 Poids Lourds par jour, soit 10 % du nombre de Poids Lourds circulant sur la RN10, qui avoisine 10 000 PL/j) qui vont circuler et stationner sur ce revêtement, la DIRA a choisi un revêtement en dalles en béton non armé mais à joints goujonnés BC5g, car ce type de revêtement en béton présente une durée de service très élevée, ce qui – en termes de coût global – est important.

Choix de la chaussée composite comme type de chaussée

Encouragées par l'excellent comportement de la chaussée composite appliquée sur la déviation des Rassats-Favrauds sur la RN141, également en Charente, en 1998 (Cf. Interview Gilles Lacassy DIR Atlantique), la DREAL et la DIR ont décidé de retenir pour l'aire de la Grolle le concept de chaussée composite en BC5g/GB3.

Difficultés à surmonter

J'ai dû faire face à plusieurs difficultés qu'il a fallu surmonter :

- Peu de retour d'expériences sur des chantiers importants en béton sur le réseau de la DIRA (RN141 était le seul chantier et de surcroît expérimental) et même plus généralement sur le réseau routier national non concédé,
- Convaincre le maître d'ouvrage d'accepter un surcoût présumé de la structure en béton et estimé à 30 % par rapport à une structure bitumineuse. Mais, compte tenu des économies attendues dans l'entretien, le maître d'ouvrage (DREAL) et l'exploitant (DIRA- Gilles Lacassy) ont accepté le surcoût initial.
- Elaborer un CCTP adapté à une structure en béton n'était pas une tâche habituelle pour le service Ingénierie de la DIRA. D'autant que le revêtement en béton nécessite des dispositions constructives particulières (réalisation d'un schéma de calepinage, goujons, conditions de bétonnage), Ceci m'a amené à contacter plusieurs spécialistes (Cimbéton et SPECBEA) pour parfaire mon schéma de calepinage, concevoir les dispositifs d'ancrage des bordures latérales sur les dalles, etc...

Avantages des chaussées composites

- Dimensionnement d'une chaussée composite facile à faire avec Alizé LCPC et en s'appuyant sur la norme dimensionnement structurel NF P 98-086 qui précise tous les paramètres de calcul,
- À hypothèses identiques (trafic, portance), la chaussée composite est 25 % moins épaisse qu'une structure béton classique (avec fondation en béton BC3) et, par conséquent, elle entraîne une réduction de la consommation des matériaux nobles dans la chaussée.
- Bilan économique et environnemental global sur le cycle complet (construction + entretien) très avantageux, compte tenu du faible entretien que nécessite ce type de structure et surtout en considérant une période de service longue (supérieure aux 30 ans pris en compte comme durée de dimensionnement théorique).

Mise en service 30 août 2022.

Bon comportement à ce jour.



➤ RN 10. Aire de la Grolle. Chaussée composite en BC5g sur GB3. (photo © Gilles PETIT / DIRA)

CHAUSSÉES COMPOSITES EN BCg SUR GB POUR UN CARREFOUR GIRATOIRE



Christophe Chevalier - Directeur technique Entreprise AGILIS – Groupe NGE



Les chaussées composites sont des structures compétitives et plus respectueuses de l'environnement. Significativement moins épaisses qu'une structure équivalente tout béton ou tout matériau bitumineux, elles sont plus économiques et moins émettrices de GES, avec une réduction pouvant aller jusqu'à 30%.

Pour leur pérennité, il est fondamental d'assurer et de garantir le collage entre la couche de fondation (en grave bitume) et la couche de base /roulement (en béton). Leurs mises en œuvre restent, en conséquence, le travail de spécialistes.

Durant la phase de réalisation, il est primordial de conserver l'état de surface de la couche de fondation propre de toute pollution afin de permettre au béton de bien y adhérer. Le respect des épaisseurs des couches est aussi un point sensible pour la longévité de la structure.



➤ Carrefour giratoire de Billom (Puy-De-Dôme, 63). 2016.



➤ Le giratoire de Pérouges, sur la RD65b, lors du bétonnage. La société Agilis a utilisé une règle vibrante pour assurer la mise en place du béton.