

Objectifs

Le Projet National VNB (Voies Nouvelles du Béton), achevé en 1993, a développé quelques recherches sur les bétons de fibres métalliques mais de manière assez limitée.

De 1993 à 1995, une demande accrue de la profession sur l'évaluation des applications industrielles potentielles des bétons de fibres métalliques a été à l'origine de la création du Projet National BEFIM.

L'autre objectif de BEFIM a été de valider les recommandations de l'AFREM (Association Française de Recherche et d'Essai sur les Matériaux et les Structures) intégrée dans l'AFGC (Association Française de Génie Civil) relatives au dimensionnement des structures en béton de fibres métalliques.

Le contexte et les objectifs ainsi évoqués font que le Projet National de R & D BEFIM a été principalement orienté vers les développements industriels.

Projet National BEFIM

BÉtons de Fibres Métalliques

Programme réalisé

Les projets traités se sont articulés autour de six grands thèmes :

1

Dallages industriels et pistes aéroportuaires

L'objectif principal de ce thème était de comparer le comportement mécanique d'un dallage industriel en BFM avec les résultats de calcul utilisant les règles de dimensionnement proposées par l'AFREM.

2

Pieux pour fondations profondes

Etude de la possibilité d'étendre en zone sismique l'utilisation des pieux en BFM forés à la tarière creuse, actuellement utilisés en zone non sismique. Les pieux étudiés étaient à l'échelle 1 et représentatifs des pieux industriels. Cette étude a permis également de valider les méthodes de dimensionnement préconisées par l'AFREM.

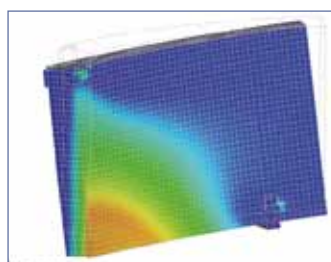
3

Soutènements et revêtements

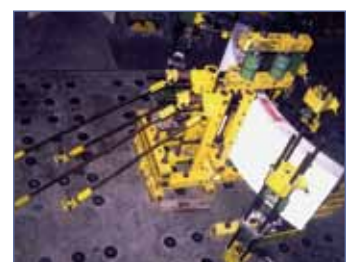
Etude de l'utilisation des BFM dans les voussoirs préfabriqués de tunnel. Des essais comparatifs sur des voussoirs échelle 1 en BFM et en béton armé traditionnel (au ferrailage coûteux) ont été réalisés permettant parallèlement la validation des méthodes de dimensionnement préconisées par l'AFREM.

Mise au point d'essais in situ devant permettre de caractériser les propriétés mécaniques au jeune âge des bétons de fibres projetés, leur adhérence avec le support et leur étanchéité.

Mise au point d'un essai mécanique permettant de caractériser les BFM très résistants au jeune âge.

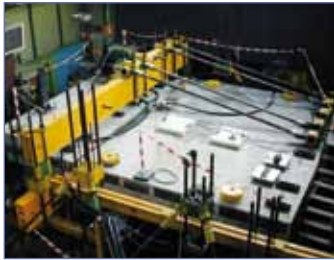


Calcul d'un voussoir en 3D



Montage d'essai de voussoir





Montage du voussoir.



Rupture brutale du voussoir d'essai.

4

Bétons projetés en travaux de réparation

Etude de l'efficacité mécanique d'un renforcement par BFM de structures en béton armé fissurées.

Etude du renforcement de buses métalliques corrodées par une coque mince non adhérente en BFM.

5

Composants de structures préfabriqués

Développement d'éléments minces en BFM pour panneaux de façades.

6

Comportement des structures en BFM fissurées soumises à la fatigue et au fluage

Etude terminale, dont l'objectif était d'améliorer les règles de dimensionnement de l'AFREM, validée en statique, et prenant en compte la fatigue (statique et oligo-cyclique) et le fluage.

Organisation

La Direction du Projet

- Président : Roger LACROIX (Ancien Président de la Commission de Normalisation BAEL-BPEL),
- Directeur Technique : Pierre ROSSI (LCPC),
- Suivi IREX : Jacques CORTADE

Les partenaires

- Abrotec - Alpes Essais - ATILH - AXIM - Bekaert
- Bonna - Borie SAE - Bureau Véritas - Campenon
- Bernard SGE - CEBTP - CERIB - CETU - CSTB - ENTPE
- (Laboratoire Génie Civil et Bâtiment) - Eurosteel -
- FNTF - Freyssinet - GFC - GTM - INSA Lyon - IUP Génie
- Civil et Infrastructures (Université de Cergy Pontoise)
- IUT 1 Grenoble - LAMH/Université d'Artois - LCPC
- L2M-Université Lyon 1 - LERM - LMDC Toulouse -
- RATP - Sabla - SEVA - SIFAC - SNCF - Solfibres - Spie
- Batignolles - STRRES - SNESI

Publications

- Chaque thème de recherche a fait l'objet de publications
- (43 au total) disponibles auprès de l'IREX.
- Les résultats du Projet National BEFIM sont publiés dans l'ouvrage : « **Le Développement industriel des bétons de fibres métalliques** » édité par les Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.



Durée Budget

- Le Projet National BEFIM s'est déroulé de 1995 à 2001.
- Le budget s'est élevé à 2 411 795 € HT, dont une subvention de la DRAST de 479 624 € HT, le solde en apports en nature et en cotisations des Partenaires.

Crédit photo : © FNTF



Les retombées principales du Projet National BEFIM se déclinent ainsi :

■ Aujourd'hui (en 2010), des variantes bétons de fibres sont de plus en plus proposées lors de projets : dallages industriels, radiers, dalles sur pieux, voussoirs de tunnel, planchers ... Ceci démontre clairement que ce matériau fait partie intégrante de la « boîte à outils » des ingénieurs du génie civil et du bâtiment.

■ Les travaux réalisés ont permis d'apporter une assise technique suffisante pour fiabiliser l'émergence des bétons fibrés ultra-performants (BFUP) dont l'utilisation est actuellement en pleine progression : ponts, passerelles, bâtiments, maisons individuelles...

■ Des recommandations françaises telles que celles relatives aux BFUP (publiées dans le cadre de l'AFGC) et celles relatives aux voussoirs préfabriqués de tunnel (en passe d'être finalisées dans le cadre de l'AFTES) doivent beaucoup au Projet National.

■ De nombreux produits préfabriqués en béton de fibres sont apparus sur le marché (en France, mais aussi dans des pays limitrophes, et grâce à BEFIM qui a passé les frontières) : tuyaux d'assainissement, dalles alvéolées précontraintes de bâtiment, poutrelles précontraintes de bâtiment...

■ Le Projet National BEFIM a eu une double retombée : il a permis de créer une véritable dynamique française autour des BFM donnant, d'une part, l'occasion aux différents acteurs de la profession d'en connaître les spécialistes et leur domaine de compétence et, d'autre part, de les sortir de leur « ghetto » technique et d'en faire ainsi des alternatives intéressantes pour un certain nombre de problèmes industriels.

■ Des résultats importants et directement utilisables dans la pratique ont été obtenus, notamment :

- le dimensionnement simplifié des dallages industriels,
- le dimensionnement des pieux forés en BFM basé sur les recommandations de l'AFGC,
- l'utilisation de voussoirs préfabriqués de tunnel en BFM,

- l'emploi des BFM projetés performants au jeune âge pour effectuer des revêtements provisoires de tunnel (creusés par la méthode dite « autrichienne »),
- la mise au point d'essais de caractérisation in situ des BFM projetés (auscultation dynamique – maturométrie),
- le renforcement des buses métalliques corrodées par une coque mince non adhérente en BFM projeté,
- la réparation par BFM projeté des structures fissurées en béton armé,
- la réalisation de panneaux de façade préfabriqués en béton de sable renforcé de fibres métalliques,
- la prise en compte du comportement en fatigue et en fluage dans le dimensionnement d'un élément de poutre en BFM fissuré en service.



Crédit photo : Aéroport Lyon Saint-Exupéry © ENPC