

Programme général

Mardi 21 novembre 2006 Présidence François BUYLE-BODIN - DRAST

14h00 : ACCUEIL

14h15 - 14h30 : PRÉSENTATION DU PROJET NATIONAL DE R&D B@P
Yves MALIER - Président
Michel GUERINET - Directeur Technique du Projet

14h30 - 14h45 : PRÉSENTATION DU CHANTIER EXPÉRIMENTAL DE GUERVILLE PAR
Sylvie LECRUX - C.T.G. (groupe ITALCEMENTI)

14h45 - 16h00 : FORMULATION - ESSAIS SUR BÉTON FRAIS -
MATUROMÉTRIE ET RETRAIT AU JEUNE ÂGE
Jean-Marie GEOFFRAY - L.R.P.C. Clermont-Ferrand
Laetitia D'ALOÏA - L.C.P.C.
Christine MARY-DIPPE - C.E.B.T.P.
Ahmed LOUKILI - ECOLE CENTRALE de Nantes

16h00 - 17h15 : FABRICATION (TENEUR EN EAU) - MALAXAGE -
MISE EN ŒUVRE (POUSSÉE SUR COFFRAGE - CURE - PAREMENT)

Sylvie LECRUX - C.T.G.
Roland SCHELL - R.S. Conseils
Bruno HUVELIN - R.M.C.
Daniel DUROT - RINCENT B.T.P.
Lionel LINGER - VINCI

Mercredi 22 novembre 2006 Matinée : Présidence François VAHL (F.N.T.P.)

9h30 - 10h45 : PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES BAP - RETRAIT, FLUAGE
DURABILITÉ ET COMPORTEMENT AU GEL - BAP EN PRÉFABRICATION

Guy PONS (L.M.D.C. Insa de Toulouse) - Lotfi HASNI (C.E.B.T.P.) - Robert LE ROY
(E.N.P.C./L.C.P.C.) - Patrick ROUGEAU - CERIB - Mireille FOULETIER (Ecole des Mines d'ALES)

10h45 - 12h00 : RECOMMANDATIONS A.F.G.C./P.N. B@P
CAHIER DES CHARGES, QUALIFICATION DE LA FORMULATION
FABRICATION, MISE EN ŒUVRE ET PROPRIÉTÉS DES BAP DURCIS,
ESSAIS D'HOMOGENÉITÉ IN SITU, LIENS AVEC LES AUTRES
DOCUMENTS (FASCICULES 65A ; EN13670)

François CUSSIGH (G.T.M.) - Sylvie LECRUX (C.T.G.) - Bruno HUVELIN (R.M.C.) -
Robert LE ROY (E.N.P.C./L.C.P.C.) - Patrick ROUGEAU (CERIB)

12h00 - 12h25 : LES BAP ET LES RÉGLEMENTATIONS (EUROCODES 2, BAEL, /BPEL)
Bernard FOURÉ (Consultant)

12h30 - 14h00 : Déjeuner dans les Salons de la FNTF

Après-midi : Présidence Gilles CAUSSE - A.F.G.C.

14h00 - 15h00 : CHANTIERS EXPÉRIMENTAUX : DALLAGES INDUSTRIELS, COULAGE
BAP EN PENTE, COQUE MINCE EN BAP DU TUNNEL DES MONTS

Roland SCHELL (R.S. Conseils) - Jean-Marie GEOFFRAY (L.R.P.C. Clermont-Ferrand) -
Catherine LARIVE (CETU)

15h00 - 15h45 : ASPECTS SOCIO-ECONOMIQUES
Marc WASTIAUX (VINCI)

15h45 - 16h45 : DISCUSSION ET CONCLUSIONS AVEC LA PARTICIPATION DE :
Anne BERNARD-GELY (CIMBETON) - François BUYLE-BODIN (DRAST) - Michel GUERINET
(EIFFAGE-CONSTRUCTION) - Yves MALIER (ECOLE FRANÇAISE DU BETON) - Yves MOREAU
(D.T.U.) - Jean-Marc TANIS (A.F.G.C.).

Informations Pratiques

- LIEU :** Salle du Centenaire à la FNTP
- ADRESSE :** FNTP
(Fédération Nationale des Travaux Publics)
3, rue de Berri
75008 PARIS
- ACCES :** Métro : George V
Parkings : - 5, rue de Berri, 75008 PARIS
- Champs-Élysées/Georges V
- ACCUEIL :** Mardi 21 Novembre 2006 : 14h00
Mercredi 22 Novembre 2006 : 9h00

LIEU DU DÉJEUNER : Salons de la FNTP

PARTICIPATION AUX FRAIS : 120 € TTC (TVA 19,6 %)
(Bon de commande ou chèque à établir à l'ordre de DVB,
une facture justificative sera envoyée).

Pour votre inscription ou information :

CONTACT : DVB
17, rue Pitois - 92800 PUTEAUX
Tél : 01.41.44.84.10
Fax : 01.41.44.84.14
Mél : dvb@wanadoo.fr

Réponse au plus tard le 17 novembre 2006.



Les premières expériences utilisant des bétons autoplaçants ont révélé la nécessité d'affiner leur définition, de préciser leurs caractéristiques lors de la fabrication, puis durcis, les méthodes de mise en œuvre et de vérifier que leurs performances concernant les résistances mécaniques et la durabilité sont équivalentes aux bétons classiques dans la gamme 25 à 80 Mpa.

Toutes les conditions étaient réunies pour lancer un **Projet National de Recherche et Développement** : volonté des entreprises d'utiliser ces bétons, l'arrivée de nouveaux plastifiants, d'agents de cohésion, la nécessité de réduire les nuisances, bruit, pénibilité du travail, temps de mise en œuvre. Près de 50 partenaires, professionnels et laboratoires universitaires ou privés se sont rassemblés pour mener à bien ce Projet.

De nombreux essais de laboratoire ont vérifié les caractéristiques de ces bétons et un **chantier expérimental** important réalisé à GUERVILLE a permis de les valider et de les compléter.

D'autres chantiers expérimentaux concernant les dallages industriels, les coques minces, le coulage en pente des **BAP** ont permis d'explorer de nouvelles possibilités de développement.

Les résultats des travaux de ce P.N. ont été utilisés pour mettre à jour les recommandations A.F.G.C. sur les **bétons autoplaçants**.

PRÉSENTATION du PROJET NATIONAL de R & D

B@P

Bétons autoplaçants

Mardi 21 Novembre 2006
Mercredi 22 Novembre 2006

Sous le patronage

Du ministère des Transports, de
l'Équipement,
du Tourisme et de la Mer
Direction de la recherche et de l'animation scientifique et
technique (DRAST),
de la F.N.T.P.,
de l'ÉCOLE FRANÇAISE DU BÉTON

**INTRODUCTION AU SÉMINAIRE DE RESTITUTION
DES RÉSULTATS DU PROJET NATIONAL**

LES BÉTONS AUTOPLAÇANTS :

**DES BÉTONS TRÈS RÉVOLUTIONNAIRES POUR DES
EMPLOIS TRÈS ... ORDINAIRES**

Yves MALIER

1 - L'ABOUTISSEMENT DE VINGT ANS DE RECHERCHES ET D'EXPÉRIMENTATIONS SUR LES NOUVEAUX BÉTONS

Dans les années quatre-vingt, les premières études relatives aux Bétons à Hautes Performances ont accentué la démonstration **du rôle néfaste de l'excès d'eau dans les bétons**. La réduction de cette quantité d'eau, par emploi de défloculants et par correction de l'empilement granulaire via les ultrafines, a conduit aux gains de résistance et de durabilité que l'on connaît.

En prolongement de ces travaux scientifiques, l'amélioration constatée de l'ouvrabilité de ces nouveaux bétons a conduit les chercheurs à développer et à fiabiliser cette propriété.

Aujourd'hui, en totale continuité avec les bétons à hautes performances, c'est **un changement d'objectifs constituant une véritable révolution culturelle** que proposent les bétons autoplaçants : l'étude du matériau n'est plus seulement gouvernée par l'amélioration de la résistance et de la pérennité. Toutefois ces dernières propriétés restent calées à des niveaux équivalents ou supérieurs à celles des bétons courants. Ce sont désormais, avec les bétons autoplaçants, **les aptitudes à être aisément mis en œuvre sans vibration** qui sont devenues prioritaires. Ces aptitudes vont avoir de grandes conséquences en terme de **délai d'exécution, de réduction de matériels, de qualité de bétonnage, de facilité de mise en œuvre, de respect du voisinage et de moindre pénibilité pour les ouvriers**.

La valorisation globale de ces conséquences propose **un véritable défi en matière de qualité et d'économie** pour la construction en béton, défi qui concerne tous les acteurs de l'acte de construire : maîtres d'ouvrage, architectes et maîtres d'œuvre, entrepreneurs, artisans, industriels et producteurs de bétons.

Ces dernières années, de nombreux représentants de tous ces acteurs de la construction ont montré leur intérêt prioritaire pour ce défi et pour les explorations multichamps qui en résultent. Toutes les recherches, toutes les expérimentations, et toutes les réalisations faites depuis cinq ans ont permis d'affiner **la définition des bétons autoplaçants**.

Pour toute la communauté scientifique et technique aujourd'hui, **les bétons autoplaçants ont, simultanément, quatre familles de caractéristiques :**

1. des bétons très **fluides**,
2. des bétons absolument **homogènes**,
3. des bétons mis en œuvre **sans vibrations** et sans chocs,
4. des bétons présentant **des résistances et des durabilités analogues** à celles des bétons traditionnels et à celles des bétons à hautes performances.

2 - LES TROIS CONDITIONS DU DÉVELOPPEMENT DE LA PRESCRIPTION DES BAP

Cette prescription est essentielle au développement et, à terme, à la généralisation de ce matériau. Elle a sous-tendu beaucoup de travaux du Projet National.

2.1 - Première condition : Un consensus sur des critères mesurables

Les passages successifs du stade de la recherche à celui du développement puis à celui de la banalisation ont nécessité que soient objectivement résolus tous les aspects liés à la prescription.

Ainsi, pour ne prendre qu'un seul exemple, celui de la **caractérisation du béton frais**, trois caractères, au moins, devaient être rendus appréciables par des essais **simples, validés et acceptés par tous** :

- **la mobilité en milieu confiné**, c'est-à-dire l'aptitude à l'écoulement sans vibration dans les coffrages de grande hauteur et dans les tuyaux de pompage ;
- **la mobilité en milieu non confiné**, c'est-à-dire l'écoulement dans les dalles horizontales armées ou non armées ;
- **la stabilité au repos à l'état frais** conditionnant la non-ségrégation dans les phases précédant la prise et le durcissement.

2.2 - Deuxième condition : La connaissance par tous les acteurs de la filière des très nombreuses réalisations actuelles

Le souci que j'ai de m'attacher à visiter près d'un chantier BAP par semaine me montre qu'une autre condition du développement de la prescription des bétons autoplaçants tient à la tradition du BTP. On le sait tous, la pénétration de l'innovation y est souvent plus lente que dans d'autres secteurs de l'économie. Ainsi, il s'avère que, après sans doute plus de trois à quatre milliers de réalisations en bétons autoplaçants, en France, à ce jour, quatre observations fortes peuvent être dégagées et méritent d'être connues de tous.

• **Première observation** : La quasi-totalité de ces réalisations nous montre que **l'initiative de l'emploi des bétons autoplaçants revient jusqu'alors à l'industriel préfabricant, à l'entreprise de construction ou au tandem entreprise - fournisseur de béton**. En effet, on ne trouve que peu de cas où cet emploi a été «orchestré», dès l'amont du projet, par le maître d'œuvre, par l'architecte.

• **Deuxième observation** : Le « **taux de réussite** », en terme de qualité, de délai, de respect du voisinage et de sécurité, a été incontestablement très supérieur à celui qui peut être établi, par comparaison, avec le même échantillon de milliers d'ouvrages analogues réalisés, eux, en béton courant.

• **Troisième observation : La non prescription de ce béton par le maître d'œuvre** a incontestablement conduit, au delà de la relative marginalisation de celui-ci lors de la réalisation, ce qui est un fait toujours regrettable, à ne pas toujours optimiser l'utilisation de ces bétons. En effet, sans prescription initiale là où il faudrait une approche globale de l'acte de construire avec ce matériau révolutionnaire, seuls certains avantages liés directement à la mise en œuvre, bien perçus par l'entreprise, sont utilisés. D'autres avantages (délais, nuisances, aspects, etc.) mieux appréhendés et mieux intégrés dès l'avant-projet par le maître d'œuvre ne manqueraient pas d'apparaître, dans de très nombreuses opérations, comme déterminants, y compris pour le maître d'ouvrage.

• **Quatrième observation : *A contrario*, il est instructif et réjouissant d'observer l'évolution rapide de quelques architectes, de quelques maîtres d'œuvre et de quelques maîtres d'ouvrages** qui ont «subi» leur première expérience de bétons autoplaçants à la suite du choix de l'entreprise et qui, séduits et convaincus, prennent l'initiative, sur d'autres chantiers, de l'envisager à leur tour dès l'élaboration du projet.

2.3 - Troisième condition : Un dialogue renouvelé et renforcé entre les acteurs de la construction

Habituel lieu commun, un tel souhait de dialogue est, dans le principe, évidemment général à toutes les époques. Il demeure que la réalisation de ce souhait, confrontée au quotidien et à des tâches traditionnelles correspondant à des enchaînements de gestes fixés et figés depuis longtemps, a très peu de chances de s'accroître significativement à une échelle perceptible.

En revanche, il est indéniable qu'une innovation, telle que l'arrivée d'un matériau nouveau, est de nature à créer les conditions **d'un renforcement des échanges** entre maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre, maîtres d'œuvre et entreprises, constructeurs, industriels du béton et industriels du coffrage, maîtres d'œuvre et économistes, etc.

Bien sûr, le renforcement de ce dialogue se fera au bénéfice de la **qualité**, au bénéfice du **coût global**, au bénéfice des **délais de livraison**. Bref, on trouvera ainsi, comme dans beaucoup de secteur industriel, l'innovation moteur de la valorisation du travail, génératrice de productivité et de valeur ajoutée et, ce qui n'est pas le moindre des avantages, initiatrice de gains **d'intérêt pour les salariés**.

3. - LES ENJEUX DES BÉTONS AUTOPLAÇANTS : DES PERSPECTIVES DE GAINS MULTIPLES ET INTERACTIFS

3.1 - Le premier enjeu est d'abord d'ordre économique

Dans la foulée des travaux du prix Nobel d'Économie, Maurice ALLAIS, approches macroéconomiques et approches systèmes se sont développées dans beaucoup de secteurs industriels ces dernières années. Parmi toutes les conséquences tirées de ces approches, il est souvent apparu que « **le moindre coût d'une opération n'est que très rarement l'addition des moindres coûts de chacun des constituants de cette**

opération ». Cette idée, couramment exploitée en construction automobile ou dans les secteurs de l'électronique ou de biotechnologie n'est pas très répandue encore dans le BTP où **le raisonnement économique, poste à poste, est le plus souvent préféré à la recherche d'interactivités économiques entre les postes...** en d'autres termes, ces réflexions, appliquées à la construction en béton, signifient que la construction la moins coûteuse n'est pas celle qui, notamment, fait appel au béton le moins coûteux... ce qui va à l'encontre d'un point de vue très répandu chez beaucoup d'acteurs du BTP. Ainsi comme déjà pour le BHP, la banalisation des bétons autoplaçants passera incontestablement, au sein de notre filière, par **le développement « d'approches systèmes »** seules capables de valoriser à l'extrême les retombées économiques possibles de ces bétons en terme, notamment, **de réduction des délais d'exécution, de simplification de la mise en œuvre, de diminution des matériels, voire de développement de produits nouveaux et de marchés nouveaux jusqu'alors inconcevables avec les bétons classiques.**

3.2 - Le deuxième enjeu est l'amélioration de la sécurité et la réduction des nuisances sur et autour du chantier

Tous les architectes et tous les ingénieurs qui ont eu la curiosité de tenir, durant quelques heures, une aiguille vibrante ont mesuré la **pénibilité du travail** et, plus encore, l'incapacité qui est alors la leur de communiquer oralement avec les autres acteurs du chantier. Dans le même temps, on sait la part que prennent, dans **les accidents du travail**, les doublets « état de fatigue – non réception de l'alerte auditive » et « pénibilité – perte d'attention ». De ce point de vue, **les bétons autoplaçants apportent un incontestable accroissement de sécurité** sur le chantier dans le même temps où, avec l'arrêt de l'usage de l'aiguille vibrante, disparaîtra l'un des **plus gros facteurs générateurs de nuisances acoustiques pour le voisinage immédiat** du chantier, notamment dans les cas, si porteurs et si incontournables, de marchés de rénovations en site habité et/ou en site urbain. Autre exemple en matière de sécurité, la plupart des passerelles supérieures de banches n'ont plus d'emploi aussi fonctionnel lors du bétonnage des bétons autoplaçants, annulant ainsi de nombreuses autres causes d'accidents.

Au plan socio-économique, les études comparatives effectuées démontrent clairement, avec la substitution des bétons ordinaires par les bétons autoplaçants, **l'amélioration de la performance sécurité des entreprises notamment par la réduction, particulièrement significative, du nombre de jours d'arrêt de travail.**

A côté des aspects technologiques liés aux bétons autoplaçants, ces facteurs sont essentiels, dès aujourd'hui, pour contribuer à l'amélioration des conditions de travail. Pour l'avenir, ces facteurs apporteront aussi une contribution très positive à l'amélioration de **l'image de nos métiers auprès des jeunes**, et, derrière cela, au gain d'attractivité que nos métiers pourront ainsi présenter à leurs yeux. Cette attractivité si vitale pour l'avenir de nos professions, est, ne l'oublions jamais, dans notre activité quotidienne, de la responsabilité de chacun d'entre nous y compris, **dès la formation initiale qui prépare nos ouvriers qualifiés, nos techniciens, nos ingénieurs et nos architectes.**

3.3 - Le troisième enjeu est l'amélioration de l'aspect esthétique

Les surfaces décoffrées, tant pour leur macrogéométrie que pour leur microgéométrie, sont très considérablement améliorées. Elles peuvent permettre, sous l'absolue réserve de conditions de calculs adéquates à l'égard de la fissuration, **la suppression d'enduits avant l'application de lasures ou de peintures** dans de très nombreux cas.

S'agissant des bétons destinés à rester bruts, l'absence de porosité de surface va conduire à des gains très importants de **résistance aux salissures** (naturelles ou tags) qui seront, dans bien des cas, particulièrement appréciés par les maîtres d'ouvrages.

3.4 - Le quatrième enjeu est l'amélioration de la qualité

S'il est vrai que depuis toujours on a su fabriquer, pour faciliter la mise en œuvre, des bétons très liquides, cela s'est toujours fait **dans le passé au détriment des qualités de résistance et de durabilité** de ces bétons courants. Les bétons autoplaçants ouvrent, de ce point de vue des perspectives totalement nouvelles en matière **d'exécution d'ouvrages ou de réalisation de produits courants, d'enrobage des armatures, de coulage d'éléments de grandes hauteurs, de pompage à longue distance, de coffrage à formes complexes, de parements sophistiqués obtenus tant en usine que sur chantier.**

3.5 - Le cinquième enjeu, plus prospectif, est la génération de nouveaux process

Bien au-delà des facilités résultant du pompage ou de l'absence de vibration, il est certain que de **nouveaux process**, adaptés à la rhéologie si particulière de ce matériau, vont, dans la décennie à venir, continuer d'apparaître soit par **transfert de technologies** (issues, par exemple, de la fonderie ou des technologies de coulée continue ou encore de l'industrie des poudres) soit par **invention de process spécifiques** directement adaptés aux champs de la construction.

4 - REMERCIEMENTS

Au moment où nous arrivons dans les dernières lignes droites du Projet National, **je tiens à remercier tous les ingénieurs et tous les scientifiques** qui, sous les multiples bannières de nos quarante partenaires, ont conduit les travaux de notre programme.

Par ailleurs, je tiens à rappeler que, s'agissant des innovations relatives au béton, comme sur tant d'autres sujets technologiques, en France, nous travaillons plutôt mieux que dans bien des pays comparables ... et s'agissant de la **diffusion de ces travaux nous travaillons toujours plus mal !**. Aussi, je tiens à demander à tous les ingénieurs et tous les chercheurs de notre Projet National de s'attacher jusqu'au bout à parcourir cette dernière ligne droite amorcée aujourd'hui, qui est, dois-je le rappeler, celle de la communication à tous les acteurs de la filière, les résultats scientifiques et technologiques de nos travaux.