

5

BÉTON ET MAÇONNERIE

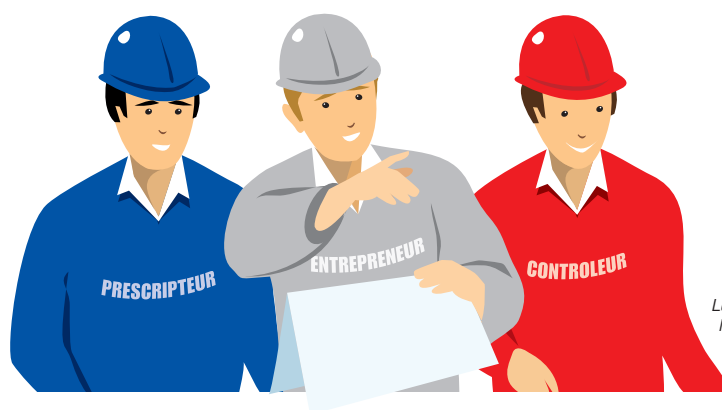
Béton **projeté**

Une édition du syndicat
national des entrepreneurs
spécialistes de travaux
de réparation et renforcement
de structures (STRRES)

Novembre 2008

Le présent guide s'adresse aux entrepreneurs qui ont à utiliser la technique du béton projeté pour une réparation d'ouvrage. Il concerne aussi les deux autres acteurs de l'opération que sont le prescripteur et le contrôleur (maître d'œuvre ou son représentant).

Cette technique faisant l'objet de six fascicules réalisés par l'**Association pour la qualité de la projection des mortiers et bétons (ASQUAPRO)**, ce document se limite à la présentation de ces fascicules, auxquels il est possible d'accéder grâce à un lien Internet



*Les trois intervenants,
le maître d'œuvre
(le prescripteur),
l'entrepreneur
et le contrôleur.*

SOMMAIRE

1 - GENERALITES SUR LES TECHNIQUES DE PROJECTION	5
2 - HISTORIQUE DU BETON PROJETE	7
3 - ETAT DES CONNAISSANCES	15
4 - PRESENTATION DE L'ASSOCIATION ASQUAPRO	17
➔ http://www.asquapro.com/	
5 - PRESENTATION DU GUIDE TECHNIQUE ASQUAPRO	19
4.1 OBJECTIFS	20
4.2 DOMAINE D'APPLICATION	20
6 - CONTENU DES DIFFERENTS FASCICULES DU GUIDE ASQUAPRO	21
6.1 FASCICULE « PRESENTATION »	22
➔ http://www.asquapro.com/get/19/Fascicule_presentation.pdf	

6.2	Fascicule « ETAT des CONNAISSANCES sur le DIMENSIONNEMENT »	22
	➔ http://www.asquapro.com/get/17/Fascicule_dimensionnement.pdf	
6.3	Fascicule « FORMULATION »	23
	➔ http://www.asquapro.com/image/files/fascicule_4_formulation_v_2010%2008.pdf	
6.4	Fascicule « MISE EN ŒUVRE »	23
	➔ http://www.asquapro.com/get/23/Fascicule_mise_en_oeuvre.pdf	
6.5	Fascicule « CONTRÔLES – PARTIE A »	24
	➔ http://www.asquapro.com/get/10/Fascicule_controles_partieA.pdf	
6.6	Fascicule « CONTRÔLES – PARTIE B »	24
	ANNEXE 1 - LISTE DES NORMES, RECOMMANDATIONS, GUIDES ET REFERENTIEL DE CERTIFICATION POUR LA PROJECTION DU BETON	25
	ANNEXE 2 – HISTORIQUE DU LANGAGE « BETON PROJETÉ »	27
	ANNEXE 3 - GLOSSAIRE	29

1

Généralités sur les techniques de projection

GENERALITES SUR LES TECHNIQUES DE PROJECTION

(extrait du livre *Projection des mortiers, bétons et plâtre* de Claude RESSE et Michel VENUAT [ISBN 1981])

La projection est une technique parmi d'autres de mise en place des matériaux de construction et principalement des mortiers, des bétons et des plâtres. Il existe d'ailleurs d'autres domaines où l'on emploie dans le bâtiment et les travaux publics cette projection : fabrication de moules en plastique armé, revêtement par flocage de fibres minérales, pulvérisation de vernis ou de peinture (depuis 1918, grâce à la mise au point d'appareils à air comprimé et à l'apparition de peinture à séchage rapide rendant difficile l'application à la brosse ou au rouleau).

Dans tous les cas, le principe de la projection reste le même. Il consiste à :

- malaxer, homogénéiser les matériaux à l'état sec ou à l'état humide
- les transporter par canalisation, rigides ou souples, grâce à des pompes mécaniques ou à de l'air comprimé
- à projeter plus ou moins violemment, grâce à de l'air comprimé, le matériau sur les supports à revêtir.

On verra, dans un autre paragraphe (Historique et développement), que la projection des matériaux n'est pas une nouveauté puisque c'est en 1907 qu'un Américain en donna le principe.

Cependant, le développement de la projection ne commence vraiment que vers 1960 dans le cas des mortiers et des bétons et que vers 1970 pour les plâtres. Cela n'est pas étonnant quand on réalise que la production en FRANCE de liants hydrauliques a été de :

- 250 Mt de 1860 à 1960
- 500 Mt de 1960 à 1980

Cela veut dire que pendant 20 ans (1960-1980), on a construit 2 fois plus d'ouvrages à base de liants hydrauliques que pendant 100 ans (1860-1960). C'est-à-dire aussi que les techniques de projection seront de plus en plus utilisées dans l'avenir en particulier pour les problèmes de réfection qui ne manqueront pas de se poser pour certains ouvrages, mal conçus ou endommagés pour différentes raisons.

Schématiquement, il existe deux techniques (avec des variantes) qui se différencient quant à l'emplacement de l'introduction de l'eau de gâchage dans le matériau.

- Dans la méthode dite « projection par vois sèche » le mélange de ciment et de granulats, non additionné d'eau au moment du malaxage, est propulsé par de l'air comprimé dans la conduite menant à la lance où l'eau nécessaire est ajoutée.
- Dans la méthode dite « projection par voie mouillée », le mortier ou le béton gâché est transporté jusqu'à la lance soit par pompage (flux dense) soit par de l'air comprimé (flux dilué).

Le choix de la technique à utiliser va dépendre :

- du matériau à projeter,
- de la nature des travaux à effectuer,
- des matériaux, du matériel, des qualifications des ouvriers de l'entreprise,
- du prix réel des travaux.

Chaque chantier doit donc être étudié séparément. Dans certains cas, le choix est évident, dans d'autres, il résultera d'habitudes, de meilleures connaissances d'un procédé plutôt qu'un autre, du matériel et des matériaux disponibles sur le chantier.

Si le principe des techniques est le même pour la plupart des matériaux, la projection diffère dans le détail selon que l'on doit projeter des mortiers, des bétons ou du plâtre.

2

Historique du béton projeté



2 – HISTORIQUE DU BÉTON PROJETÉ

C'est en 1907 que Carl Akeley, citoyen américain, inventa la première machine à projeter qu'il breveta en 1909 pour construire, l'année suivante, des faux rochers dans un zoo de Pennsylvanie.

Après avoir construit ces faux rochers, Carl Akeley s'est vite aperçu que son invention pouvait être utilisée pour d'autres travaux.

Cela s'est rapidement confirmé puisque, dès 1911, le béton projeté était employé pour des applications aussi diverses que la stabilisation des berges de la tranchée «Culebra cut» du canal de Panama et la protection contre les incendies (charpentes métalliques de la gare centrale et du pont sur l'Hudson à New York).

D'autres applications de la projection du béton se sont ensuite développées aux USA :

- 1913 : Etanchement sur 1200 ml du «Catskill canal» d'amenée d'eau à New York.
- 1914 : Consolidation de parois rocheuses à Brucetown en Pennsylvanie.
- 1916 : Revêtement réfractaire à l'intérieur d'un cubilot.
- 1917 : Revêtements de galeries de mines.
- 1918 : Construction de barges pour la navigation sur le Potomac.
Construction de toitures constituées de dômes ou de voûtes minces
- 1922 : Construction de maisons entièrement réalisées en béton projeté.

En France, dès la fin de la première guerre mondiale, le béton projeté a d'abord été utilisé pour réparer des habitations et des ouvrages d'art endommagés par les combats.

Un dessin publicitaire de l'importateur français du matériel américain montre en effet, en 1918, une machine (appelée «cement gun») et un ouvrier en train de projeter du béton pour réparer des maisons qui avaient été bombardées.



Machine à sas de première génération encore sur le marché

Dans un autre domaine, la plus ancienne trace d'un chantier important français de béton projeté a été retrouvée dans les archives de la SNCF. Elle concerne la construction du tunnel ferroviaire de Puymorens dans les Pyrénées.

La projection y a été employée de 1919 à 1921, pour consolider, dans certaines zones, les parois excavées et c'est l'importateur des machines américaines qui a réalisé les travaux.

A la lecture de documents d'archives disponibles à la bibliothèque de l'Ecole des Ponts et Chaussées, il apparaît que les services de l'administration des Ponts et Chaussées ont été les premiers à s'équiper avec du matériel Ingersol Rand appelé alors « cement gun » ou « canon à ciment » pour réaliser des travaux de protection de talus et de bétonnage d'étanchement du canal latéral à la Loire.

On peut constater qu'ensuite et jusqu'au début de la deuxième guerre mondiale, le béton projeté, toujours mis en œuvre avec les mêmes machines, était couramment utilisé, en effet :

- En 1935, pour réaliser 3500 m² des toits voûtés de l'aérogare du Bourget.
- En 1937, pour la construction du grand rocher du zoo de Vincennes (retour à la source).
- En 1937 également, pour réaliser de nombreux dômes, projetés sur des structures gonflables, destinés à l'exposition universelle de Paris.
- En 1938 et 1939, pour la réalisation de masques amont de barrages, de revêtements de berges et pour la réparation de constructions en béton ou en maçonnerie

Après la guerre, le savoir-faire des entreprises avait pratiquement disparu mais, heureusement, la SNCF et l'EDF savaient encore que le béton projeté existait et avaient conservé des archives de leurs chantiers.

Il est à noter que la SNCF a conservé des équipes de projection de béton jusqu'à la fin des années 1980, de même pour EDF jusqu'à la fin des années 1960, et utilisant toutes les deux des machines du même type que celles imaginées par Carl Akeley en 1909 !

A titre d'exemple, la série de prix de la SNCF comportait, en 1947, des articles concernant le béton projeté et le « cement gun », qui était, à cette époque, surtout utilisé pour la réhabilitation des tunnels et la réparation des ponts en béton armé.

De son côté, après les Autrichiens et les Allemands, EDF a appliqué la « Nouvelle Méthode Autrichienne » dans les Alpes, lors des travaux de l'aménagement hydraulique Arc – Isère.

Cette nouvelle méthode, brevetée en Autriche par M. Rabcewicz en 1948, consiste à remplacer, dès le creusement d'une galerie ou d'un tunnel, les soutènements traditionnels (boisage, cintres) par du béton, projeté directement sur le terrain encaissant.

Les volumes projetés sont alors devenus très importants et EDF a entrepris des recherches, dans son laboratoire d'Albertville, pour améliorer la composition des mélanges à mettre en œuvre. Systématiquement, les courbes granulaires de tous les mélanges qui étaient projetés sur les chantiers des Alpes ont alors été tracées.

L'examen, sur plusieurs années, de toutes ces courbes et leur comparaison avec les résultats des essais sur béton durci ont permis à EDF de tracer les fuseaux optimaux, à l'intérieur desquels les courbes granulaires des mélanges à projeter devaient se situer. Ces fuseaux, qui ont fait largement leurs preuves, sont encore utilisés en France et le seront encore longtemps.

Pendant 40 ans, les machines issues de celles de 1909 ont été les seules sur le marché mais, vers 1950, la mise au point des machines à rotor (appelées également « à barillet » à cause de la ressemblance avec celui d'un revolver) plus puissantes et plus faciles d'emploi, ont contribué à l'essor de la méthode de 1909 qui était appelée « projection par voie sèche ».



Exemple de barillets

Lorsque des pompes ont été employées pour pousser, dans un tuyau, un béton pompable, projeté à sa sortie grâce à une injection d'air comprimé dans la lance, la méthode a été appelée « projection par voie mouillée ».

Cette méthode permet d'obtenir des débits encore plus importants qu'avec des grosses machines voie sèche à rotor.

Chacune des deux méthodes citées a ses avantages et ses inconvénients, ses partisans, ses adversaires et ses domaines privilégiés d'application.

Une chose est certaine, c'est que la concurrence entre les deux méthodes a favorisé les progrès de chacune d'entre elles en tentant de diminuer leurs inconvénients.

Par exemple, pour la voie sèche, le « prémouillage » à l'amont de la lance (apparue en 1974) ou la « préhumidification » des mélanges secs avant le chargement dans la machine (vers 1990) ont diminué la production de poussière. Initialement, lorsque le mélange était fait avec des granulats ayant leur humidité naturelle, la préhumidification se faisait « naturellement ».



Lance voie sèche avec prémouillage

Pour la voie mouillée, l'utilisation des superplastifiants a permis de pomper des bétons fluides sans que le dosage en eau soit excessif puis, en 1974, l'automatisation du dosage des adjuvants liquides à la lance et, surtout, le changement de la nature chimique des accélérateurs ont éliminé le risque de chute de résistance du béton.

A la même époque, la SNCF innovait en utilisant du béton renforcé par des fibres métalliques pour projeter, par voie sèche, des coques minces sur les intrados des tunnels à réparer.

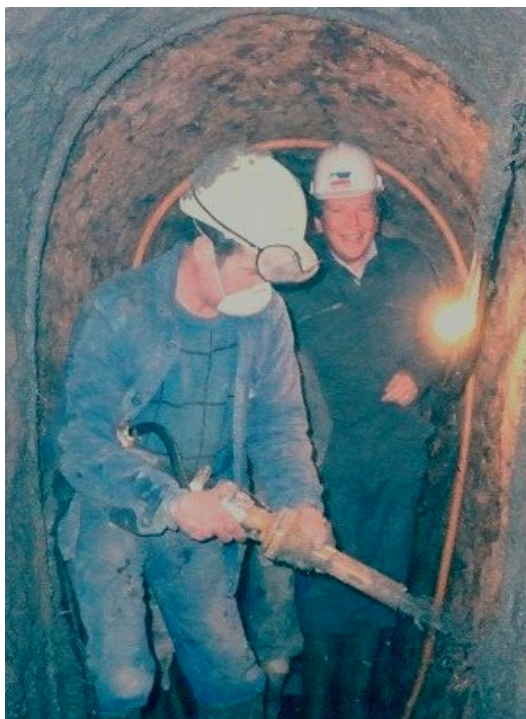
Les additions ultra-fines, en particulier les « fumées de silice », ont également permis d'améliorer (surtout pour la voie mouillée) la qualité du béton projeté.

Actuellement, des essais sont en cours avec de nouveaux produits (adjuvants, additions, fibres de synthétiques, etc.) ou de nouvelles techniques. Ils sont suivis par une commission d'Asquapro qui pourra donner un avis technique sur ces « nouvelles technologies ».

Formation des opérateurs de projection

Dans un tout autre domaine, encore une fois après les USA, la formation des opérateurs de la projection a été entreprise en 1978, en région parisienne (stages de 2 semaines) puis à l'IUT de Lyon (stages d'une semaine mais à différents niveaux : initiation, perfectionnement et maîtrise).

Jusqu'en 1988, ces stages ne délivraient qu'une attestation de présence mais les formateurs se sont aperçus que cela ne suffisait pas et qu'une évaluation des connaissances théoriques et pratiques acquises pendant le stage, devait être mise au point.



Lance de projection voie mouillée pour béton 0 / 5 mm (en égout)

En y ajoutant, pour ceux qui en avaient, l'expérience acquise sur les chantiers, un certificat de « porte-lance », comportant 3 niveaux de qualification par méthode, a été mis au point. Le premier certificat de ce type a été délivré le 24 mars 1988.

Ces certificats étaient établis par deux formateurs qui, sous leur seule responsabilité, déterminaient le niveau de qualification, à partir des chantiers déjà réalisés par le candidat et des résultats des tests théoriques et pratiques qui avaient été faits pendant le stage.

Mise en application de la certification ASQUAPRO

Le 797ème et dernier des certificats « privés » a été délivré le 26 novembre 2004 car, à partir de 2005, ils ont été remplacés par les certificats ASQUAPRO qui, eux, s'appuient sur un questionnaire individuel oral et des tests pratiques (inspirés des tests canadiens) dont le référentiel peut être téléchargé gratuitement sur le site Asquapro.

Avant leur mise en application, ces nouveaux certificats avaient été formalisés et expérimentés pendant trois ans au cours de stages de formation et à l'occasion d'essais de convenance réalisés sur des chantiers.

Le référentiel précise les mesures à effectuer par l'examineur pour réaliser la notation des différents critères (dont l'enrobage des armatures a le plus fort coefficient)

Un certificateur traite ensuite ces mesures pour déterminer le niveau de qualification, il établit le certificat, le signe puis l'envoie au Président d'Asquapro qui le signe et l'envoie personnellement à chaque certifié.

Pour les opérateurs ayant suivi une session de certification sans avoir les 200 heures requises pour obtenir le certificat mais qui ont néanmoins réussi les tests théoriques et pratiques, une autorisation de projeter leur est maintenant délivrée pour qu'ils puissent, en tant qu' « aspirant porte-lance », compléter leur formation sur les chantiers et être certifiés.

A la fin juin 2008, 146 opérateurs étaient certifiés pour la projection avec tenue manuelle de la lance, 14 l'étaient pour la projection par voie mouillée en petite galerie, 3 étaient certifiés en tant que pilotes de robots.

Bien que le niveau « aspirant » n'ait été mis en place qu'en mars 2008, il y a déjà 14 porte-lances qui ont réussi les tests et peuvent donc projeter sur les chantiers, sous la responsabilité d'un porte-lance certifié.

La certification des porte-lances est de plus en plus demandée par les maîtres d'œuvre qui le stipulent dans leurs appels d'offres aux entreprises.

Les sessions de certification sont devenues de ce fait si nombreuses qu'Asquapro a dû former de nouveaux examinateurs, ce qui montre que la projection du béton est toujours en développement.



Lance avec sortie de 25 mm pour projection par voie sèche

3

Etat des connaissances

3 – ETAT DES CONNAISSANCES

La lecture de l'historique permet de constater que, de 1945 à 1972, le béton projeté a été utilisé d'abord sous l'impulsion de la SNCF, de l'EDF, de l'administration des Ponts et Chaussées, de la RATP puis de quelques architectes aimant les constructions de formes libres (Anti Lovag, Hausermann).

Dès 1945, quelques entreprises possédaient encore des machines américaines « d'avant guerre » et quelques anciens ingénieurs et opérateurs se souvenaient de la projection.

Ensuite, d'autres entreprises ont acheté des machines allemandes ou suisses mais leur mode d'emploi ne concernait que la machine, pas la façon de projeter.

Les opérateurs se sont donc formés sur le tas, sans guide technique et chaque entreprise gardait jalousement son savoir-faire.

Sous l'impulsion des grands maîtres d'ouvrages faisant exécuter des travaux souterrains, la rédaction de recommandations ou des guides techniques sur la projection du béton a été entreprise.

C'est ainsi que, dès 1972, les premières « recommandations » sur l'utilisation du béton projeté étaient rédigées par l'Association Française des Travaux En Souterrain (AFTES) suivies, en 1976, par le « guide du béton projeté » de l'Association Française du Béton (AFB) qui étendait aux ouvrages non souterrains les recommandations faites par l'AFTES.

Ce guide AFB de 1976 a été repris et actualisé par le STRRES avec l'aide de la FNTP, de l'AFPC et du SNBATI, pour être intégré dans la célèbre collection des « guides verts » consacrée aux techniques de réparation et de renforcement des ouvrages d'art.

Le fascicule 3 de cette collection, intitulé « béton projeté », a été édité en septembre 1985.

Ensuite, en 1992, la norme française NF P 95-102 a été publiée. Elle s'inspirait des recommandations AFTES, du guide de l'AFB et du fascicule cité ci-dessus.

En 1995, le groupe de travail sur le béton projeté (WG10) dépendant du Comité Technique sur le béton (TC104) et de la Commission Européenne de Normalisation (CEN) a ensuite permis de faire la synthèse des connaissances acquises par de très nombreux pays dont les normes « béton projeté » nationales ont été examinées pour que certaines de leurs prescriptions soient prises en compte dans les projets de normes EN que le WG10 mettait au point.

Pendant ce temps, la norme française NF P 95-102 de 1992 a été actualisée pour tenir compte des évolutions technologiques qui s'étaient produites dans la décennie et pour éviter des contradictions avec les normes européennes sur le béton projeté qui étaient en cours de rédaction. La version actualisée a été homologuée en avril 2002.

Toutes les normes européennes sont maintenant opérationnelles mais ces normes édictent des règles, formulent des exigences, définissent des méthodes d'essais sans indiquer comment faire pour que les travaux soient conformes à leurs prescriptions.

C'est pourquoi, depuis 1998, l'ASQUAPRO a entrepris la rédaction d'un « guide du béton projeté » destiné à compléter les documents normatifs.

Ce guide, comportant 6 fascicules, est actualisé au fur et à mesure de la parution des nouvelles Normes ou des Euro codes.

4

Présentation de l'association
ASQUAPRO

ASQUAPRO (Association pour la qualité de la projection des mortiers et bétons) est une association « loi de 1901 » qui comprend des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des fournisseurs, des entreprises, des bureaux d'études, des laboratoires publics et privés et des experts indépendants.

Elle a été créée en 1987 lors d'une assemblée constitutive, tenue au LCPC qui en a ensuite assuré la première présidence.

Depuis sa création, l'Asquapro a œuvré pour l'amélioration de la qualité du béton projeté :

- en participant, avec le STRRES, à la rédaction puis à l'actualisation de la norme NF P 95-102,
- en représentant la France au sein du groupe de travail « béton projeté » de la commission européenne de normalisation (CEN/TC104/WG10),
- en suscitant et animant des stages de formation des opérateurs de projection,
- en rédigeant les premières recommandations sur l'hygiène et la sécurité (mises en ligne dès 1997),
- en rédigeant ensuite les fascicules d'un guide technique sur le dimensionnement, la formulation, la mise en œuvre et le contrôle des bétons et mortiers projetés.

Les fascicules du guide technique sont téléchargeables gratuitement sur le site d'ASQUAPRO

 <http://www.asquapro.com/>

Pour bénéficier des actualisations du guide dès qu'elles sont mises en ligne, prendre connaissance des stages de formation et des sessions de certification ou encore, poser aux spécialistes d'Asquapro des questions concernant le béton projeté, il est bon de se connecter régulièrement sur le site Internet de l'ASQUAPRO.

5

Présentation du guide technique ASQUAPRO

5.1 Objectifs

5.2 Domaines d'application

Les objectifs fixés dans les fascicules du guide technique Asquapro sont de faire le point sur les connaissances et les pratiques actuelles concernant le béton projeté en France, puis de donner des conseils afin de pouvoir appliquer, sur les chantiers, les normes européennes devenues normes françaises NF EN depuis 2007.

Pour les prescripteurs, les maîtres d'œuvre, les bureaux d'études et les laboratoires d'essais, les documents de base sont évidemment les normes qui fixent des règles d'exécution, les exigences mesurables, les méthodes d'essais, leur fréquence et leur tolérance.

Toutefois les normes ne donnent pas d'indications pratiques aux cadres, techniciens et ouvriers de l'entreprise sur :

- la formulation du béton,
- le dimensionnement,
- la préparation des surfaces à projeter,
- la fixation du ferrailage,
- la pose des coffrages et des guides,
- la projection,
- la finition (tirage à la règle, parement brut, taloché ou lissé),
- la cure.

Les normes n'expliquent pas non plus comment doit être réalisé, sur les chantiers, le contrôle interne, ni comment doivent être effectués les prélèvements, ni enfin comment projeter les échantillons à réaliser pour les contrôles externes ou extérieurs.

Les fascicules du guide technique Asquapro ont donc été rédigés comme des compléments aux normes pour tout ce qui concerne la formulation, le dimensionnement, la pratique de la projection du béton et les opérations à réaliser sur les chantiers pour le contrôle de sa qualité.

Les différents guides du STRRES englobent toute la panoplie des travaux de réparation et de renforcement pouvant être utilisée pour les ouvrages en béton, béton armé, maçonnerie ainsi que pour les ouvrages métalliques.

Les fascicules du guide technique Asquapro ne concernent eux que les travaux réalisés au moyen du béton projeté mais ils ne se limitent pas aux réparations et renforcements, puisqu'il s'y ajoute les constructions neuves telles que bâtiments de formes libres, piscines, soutènements provisoires ou définitifs de parois de fouilles ou de souterrains, sculptures monumentales, etc.

Ils ne traitent pas la partie réalisée en laboratoire des essais sur béton projeté.

Ils ne traitent pas non plus des enduits, domaine spécifique faisant l'objet du DTU 26.1

6

Contenu des différents fascicules du guide Asquapro

- 6.1** Fascicule « Présentation »
- 6.2** Fascicule « Etat des connaissances sur le dimensionnement »
- 6.3** Fascicule « Formulation »
- 6.4** Fascicule « Mise en œuvre »
- 6.5** Fascicule « Contrôles – Partie A »
- 6.6** Fascicule « Contrôles – Partie B »

Ces fascicules ont pour objectifs de faciliter et d'harmoniser le dialogue et la compréhension autour des travaux de bétons projetés entre les différents acteurs d'un acte de construction.

Fascicule « PRESENTATION »

➔ http://www.asquapro.com/get/19/Fascicule_presentation.pdf

Ce fascicule sert de cadre à la présentation du travail du comité technique d'Asquapro.

On y trouve les principales informations suivantes :

- Historique du béton projeté
- Domaines d'application
- Présentation des différents fascicules du guide.

Fascicule « Etat des connaissances sur le dimensionnement »

Fascicule « ETAT des CONNAISSANCES sur le DIMENSIONNEMENT »

➔ http://www.asquapro.com/get/17/Fascicule_dimensionnement.pdf

Ce fascicule apporte des compléments et des précisions aux règlements de calcul, en particulier pour la prise en compte du caractère monolithique d'une section mixte

« béton armé existant / béton projeté armé de renforcement ».

Principales informations données dans ce fascicule :

- Point sur les méthodes de dimensionnement du béton projeté et présentation des essais justificatifs conduit par le LCPC
- Principe de conduite des calculs
- Règles pour les dispositions constructives propres au mode de mise en œuvre du béton par projection, par voie sèche ou mouillée
- Cas des structures neuves et des structures existantes
- Différents domaines des bétons projetés armés ou fibrés.

Fascicule « FORMULATION »

➔ http://www.asquapro.com/image/files/fascicule_4_formulation_v_2010%2008.pdf

Ce fascicule ne donne pas de formules « toutes faites », il donne une série de critères pour aider le formulateur et donner au prescripteur les spécifications à exiger pour répondre aux contraintes de son projet.

Principales informations données dans ce fascicule :

- Constituants des mélanges à projeter
- Composition des bétons projetés par voie sèche ou par voie mouillée
- Bétons adaptés à des besoins spécifiques.

Fascicule « MISE EN OEUVRE »

➔ http://www.asquapro.com/get/23/Fascicule_mise_en_oeuvre.pdf

Ce fascicule est la partie du guide technique qui décrit les « bonnes règles » pour l'exécution des travaux. Il est destiné aux entreprises, mais aussi aux concepteurs et maîtres d'œuvre pour apprécier rapidement, à partir de certains critères indiqués dans le document, le bon déroulement du chantier.

Principales informations données dans ce fascicule :

- Mises en œuvre par projection voie sèche ou voie mouillée
- Cas des structures neuves (en souterrain ou à l'air libre)
- Cas des structures existantes (réparations ou renforcements)
- Cas des soutènements et protections de parois.

Fascicule « CONTRÔLES – PARTIE A »

➔ http://www.asquapro.com/get/10/Fascicule_contrôles_partieA.pdf

Ce fascicule a pour objet de présenter les différents essais utilisables ou adaptés pour contrôler les critères de qualités du béton projeté.

Principales informations données dans ce fascicule :

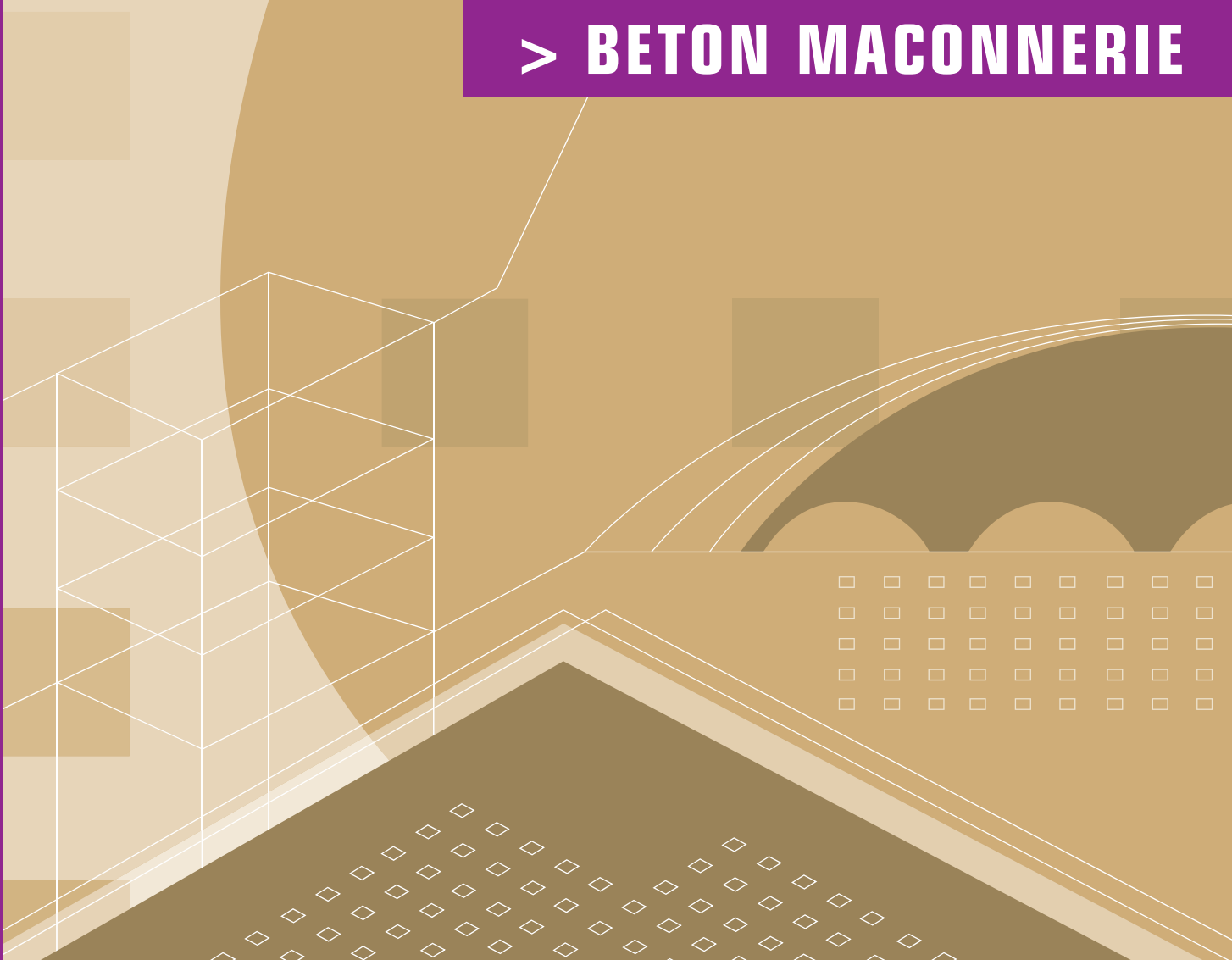
- Problématique des contrôles des bétons projetés
- Descriptions des méthodes d'essais normalisées spécifiques de la projection
- Descriptions des méthodes d'essais normalisées pour béton coulé mais applicables au béton projeté
- Descriptions des méthodes d'essais non normalisées spécifiques de la projection.

Fascicule « CONTRÔLES – PARTIE B » *en cours de rédaction*

Ce fascicule a pour objet de donner des conseils précis pour la confection et le prélèvement des échantillons destinés aux contrôles, ainsi qu'à l'exploitation et la présentation des résultats.

Principales informations qui seront données dans ce fascicule :

- Réalisation sur chantier des principaux essais décrits à la Partie A
- Fréquence des échantillonnages.



ANNEXE 1

**Liste des Normes, recommandations,
guides et référentiel de certification
pour la projection du béton.**



Liste des Normes, recommandations, guides et référentiel de certification pour la projection du béton.**Norme AFNOR****(jusqu'à sa suppression)**

NF P 95-102	avril 2002	Réparation et renforcement par béton projeté (des ouvrages d'art)
-------------	------------	---

Normes européennes homologuées par l'AFNOR (NF EN)

NF EN 14487-1	mars 2006	Béton projeté : définitions, spécifications et conformité
NF EN 14487-2	avril 2006	Béton projeté : Exécution
NF EN 14488-1	oct. 2005	Essais pour béton projeté : échantillonnage de béton frais et de béton durci
NF EN 14488-2	oct. 2006	Essais pour béton projeté : résistance à la compression au jeune âge
NF EN 14488-3	juillet 2006	Essais pour béton projeté : résistance à la flexion (au premier pic, ultime et résiduelle) d'éprouvettes parallélépipédiques de béton fibré.
NF EN 14488-4	oct. 2005	Essais pour béton projeté : adhérence en traction directe
NF EN 14488-5	juillet 2006	Essais pour béton projeté : détermination de la capacité d'absorption de l'énergie d'une dalle-éprouvette renforcée par des fibres
NF EN 14488-6	août 2006	Essais pour béton projeté : épaisseur du béton sur un support
NF EN 14488-7	juillet 2006	Essais pour béton projeté : teneur en fibres du béton renforcé par des fibres
NF EN 934-5	2005	Adjuvants pour bétons projetés : définitions, exigences et conformité
NF EN 1504 – 3	1999	Produits et systèmes de réparations structurelles et non structurelles
NF EN 1504 – 10	1999	Produits et systèmes de réparation du béton. Application et contrôle

Recommandations AFTES

AFTES 1979	La méthode de construction des tunnels avec soutènement immédiat par béton projeté et boulonnage	<i>TOS 31</i>
AFTES 1993	La technologie et la mise en œuvre du béton projeté	<i>supplément au TOS n° 117</i>
AFTES 1994	La technologie et la mise en œuvre du béton projeté renforcé de fibres	<i>TOS 126</i>

Recommandations ASQUAPRO

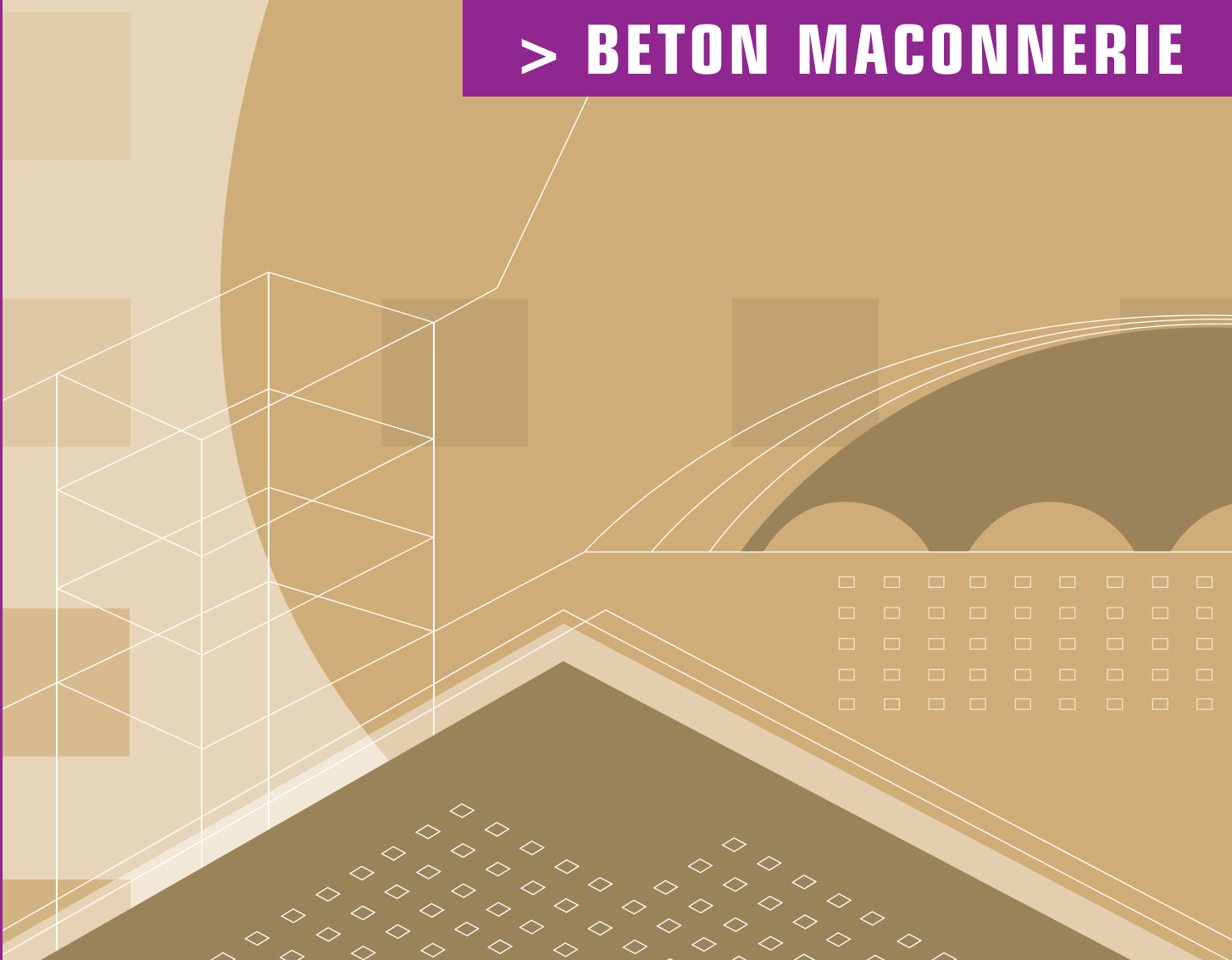
➔ <http://www.asquapro.com/get/6/RecHSO1.pdf>

Recommandations pour la prévention, l'hygiène et la sécurité lors des projections des mortiers et bétons

Ce document, édité et mis en ligne en 1997, va être actualisé

Certification ASQUAPRO des opérateurs de projection

Un référentiel de tests pratiques est téléchargeable. Il comporte 3 niveaux de qualification: porte-lance, porte-lance confirmé et porte-lance hautement qualifié. Deux référentiels particuliers ont également été mis au point, un concerne les pilotes de robot, l'autre les travaux en petite galerie (en voie mouillée).



ANNEXE 2

Historique du langage « béton projeté »



HISTORIQUE DU LANGAGE « BETON PROJETE »

Depuis son invention, le béton projeté a suscité la création de mots nouveaux car ceux utilisés pour le béton coulé ne convenaient parfois pas.

La première machine à projeter ayant été appelée « cement gun » par les Américains, les ingénieurs Français ont utilisé ce mot, dès 1917, pour parler du béton projeté.

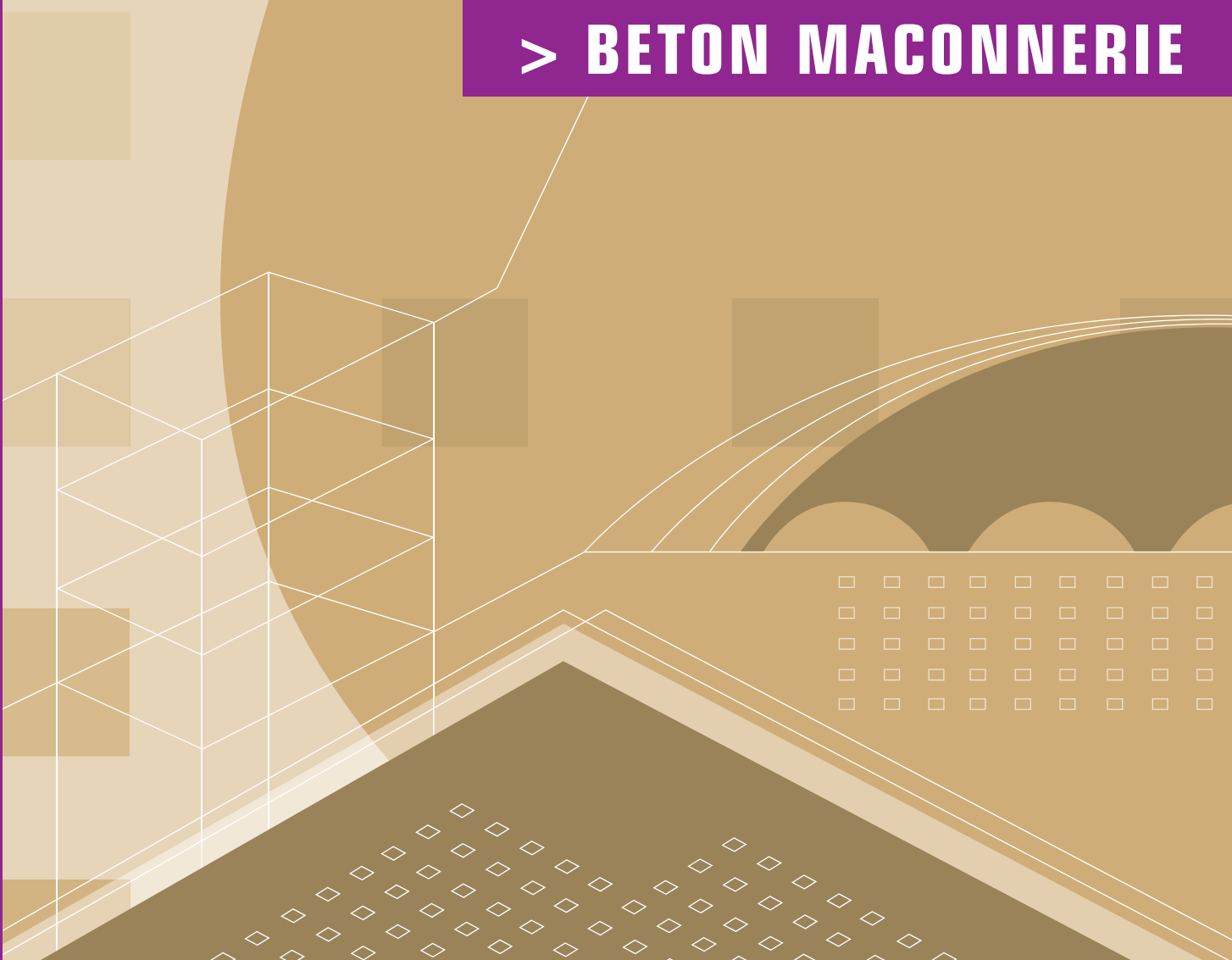
Les ouvriers l'ont tout de suite francisé en « ciment-gomme » puis toute une famille de mots français s'est constituée : gunite, guniter, gunitage, guniteur (qui n'est pas la traduction du mot anglais « nozzleman » mais se comprend facilement).

Malheureusement, le mot « gunite » était différemment appréhendé par les prescripteurs ou utilisateurs du béton projeté.

Pour certains, la gunite n'était qu'une mince couche de quelques centimètres d'épaisseur alors que pour d'autres ce même mot s'appliquait à des épaisseurs décimétriques.

Pour cette raison, le groupe de travail n°6 de l'AFTES, a décidé en 1972 de bannir ce mot et toute sa famille française.

Béton projeté a facilement remplacé « gunite » mais pour le guniteur, la recherche d'un mot français a été plus difficile. Projeteur (personne qui étudie un projet) ne convenait pas, projectionniste étant réservé au cinéma et projecteur à l'éclairage, il ne restait que des mots dérivés de lance pour baptiser l'homme qui la manie. Après avoir écarté « lancier » (utilisé par EDF) et « lanceur », le choix de l'AFTES a été « porte-lance », ce qui n'était peut-être pas le meilleur.



ANNEXE 3

Glossaire



GLOSSAIRE

L'article 3 de la norme NF EN 14487-1 constitue le glossaire officiel des termes et définitions concernant le béton projeté. Il est donc d'abord conseillé de le consulter.

Pour les mots utilisés dans les fascicules du guide Asquapro mais qui ne sont pas définis dans la norme NF EN 14487-1, un fascicule «glossaire» a été rédigé.

 [http://www.asquapro.com/image/files/Glossaire%202010%20v%204\(5\).pdf](http://www.asquapro.com/image/files/Glossaire%202010%20v%204(5).pdf)



Ce document a été rédigé par **Claude RESSE** (ASQUAPRO)
et réalisé avec le concours
de la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP)
et de la Fédération Française du Bâtiment (FFB).

