



# La banche B96

*REX BAGNOLET* \_\_\_\_\_

## **Auteurs**

Ménad CHENAF - CSTB

Michel Bardou - BOUYGUES HABITAT

## **Rédaction - Mise en page**

Christophe PERROCHEAU - Dac Communication

## **Photos**

Eric BERNATH et Louise HARVEY

## **Plan Urbanisme**

## **Construction Architecture - Chantier 2000**

Directeurs de rédaction

Guy GARCIN et Hervé TRANCART

## **Communication**

Ellen OUAZAN

Arche de la Défense

92055 PARIS LA DÉFENSE Cedex 04

Tél : 01 40 81 24 33 - Fax : 01 40 81 23 82

# Sommaire

► FICHE TECHNIQUE.....	p 3
► SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION.....	p 4
► PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION .....	p 6
► DÉROULEMENT DE LA DÉMARCHE .....	p 7
Caractéristiques de la banche B96 .....	p 7
Observations techniques .....	p 7
Observations sur l'organisation .....	p 8
Observations sur le suivi médical .....	p 9
► ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE .....	p 10
► BILAN DE L'ÉQUIPE D'EXPÉRIMENTATION .....	p 11
Analyse des gains de productivité et des conditions de travail .....	p 11
Synthèse des observations .....	p 11
Chrono-analyses des verticaux .....	p 12
Observations techniques .....	p 14
Vieillessement des banches B96 .....	p 16
► ANNEXE : Extraits du journal « Chantiers 2000 »	
Evaluer pour mieux innover : la banche B96 .....	p 17
Interview de Michel Bardou, chef du service Méthodes chez Bouygues Habitat .....	p 19

# Fiche technique :

## REX BAGNOLET

### ► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

Le projet visait à tester un nouveau coffrage-outil (banche B96), ergonomique et fonctionnel. Ce coffrage est doté d'un système de roulage qui permet aux compagnons de procéder à l'ouverture et la fermeture des panneaux sans faire appel à la grue. Outre cet aspect essentiel, de nombreuses fonctionnalités de l'outil ont été améliorées : assemblage des banquettes, accès en pied de banche, accès à la passerelle de sécurité, abouts, boîte à outils intégrée, etc. Il s'agissait d'évaluer ce matériel sous ses aspects techniques: de mesurer ses incidences sur l'organisation et la productivité du chantier, et sur les conditions de travail des compagnons.

### ► OPÉRATION SUPPORT

Le chantier se situe à Bagnolet (93). La tranche-support de l'opération expérimentale comporte 76 logements collectifs. L'opération s'est déroulée entre 1996 et 1997.

### ► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

#### **Maître d'ouvrage**

OPHLM de Bagnolet

#### **Maîtrise d'œuvre**

Syntact - D. Brard, *architecte*  
Berim, *BET*

#### **Entreprise générale**

Bouygues Habitat, *pilote de l'expérimentation*

#### **Contact**

Michel BARDOU - BOUYGUES HABITAT  
Challenger - 1, avenue Eugène Freyssinet  
78061 SAINT-QUENTIN EN YVELINES  
Tel. 01 30 60 40 46 - Fax 01 30 60 38 21

### ► ÉVALUATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Ménad CHENAF - CSTB  
4, avenue du Recteur Poincaré  
75782 PARIS Cedex 16  
Tel. 01 40 50 28 28 - Fax 01 40 50 28 38

## Synthèse de l'évaluation

L'expérimentation de Bagnolet porte sur l'utilisation d'une banche métallique dénommée B96, conçue et réalisée par Bouygues Bâtiment. Il s'agit d'une banche-ciseau dont l'un des panneaux est fixe, l'autre étant muni d'un système de roulage monté sur des cames qui permet son basculement vers l'arrière.

L'intérêt potentiel de cette innovation est de pouvoir procéder à l'ouverture et à la fermeture du coffrage sans faire appel à la grue.

tifs à l'exception d'une partie du premier rez-de-chaussée (afin de pouvoir effectuer des tests comparatifs) et en de multiples configurations (voiles préfabriqués ou in-situ, refend ou façade, sur plancher ou sur terre-plein, etc...). La mise en service du coffrage s'est accompagnée d'une session de formation préalable à destination des compagnons pour les initier aux particularités de l'outil.

L'entreprise a mis en place une organisation des



La B96 dispose par ailleurs de multiples aménagements visant à optimiser les tâches liées à la réalisation de voiles. Les concepteurs n'ont pas cherché à bouleverser les habitudes de travail acquises avec les banches-containers traditionnelles. Les innovations techniques portent en effet, soit sur des ajouts (boîte à outils intégrée dans le coffrage par exemple) dont le but est de faciliter ou systématiser une tâche bien précise, soit sur des améliorations (tiges ou abouts par exemple) tendant à une rationalisation et à une homogénéisation globale de l'outil au travers des exigences requises par les tâches de coffrage-décoffrage.

Le chantier de Bagnolet a utilisé 45 mètres linéaires de banches B96, et environ 30 mètres de banches containers. L'entreprise a fait appel à la banche B96 pour l'ensemble des bâtiments collec-

tâches spécifique à la banche B96. Cette organisation, (qui découle des caractéristiques du coffrage), a plus particulièrement exploité le système de roulage qui permet d'ouvrir et de fermer le coffrage à la main et qui desserre ainsi la contrainte de synchronisation entre les verticaux, les horizontaux et la grue. En décalant d'une demi-heure la prise d'heure de travail entre les équipes d'horizontaux et de verticaux, l'entreprise a permis aux équipes de travailler de manière encore plus indépendante, de ne plus recourir à la grue au même moment, et d'éviter au maximum les heures supplémentaires de travail. L'entreprise a également engagé une réflexion visant à accroître l'autonomie des compagnons en améliorant la diffusion de l'information au sein des équipes de travaux. Elle a notamment distribué le plan de

cycle journalier aux compagnons et au grutier pour qu'ils puissent anticiper les tâches à venir. Les chrono-analyses effectuées en cours d'opération montrent un gain d'une demi-heure sur la phase de fermeture des banches et un gain d'environ 20% sur l'ensemble des tâches des équipes de verticaux.



Une campagne d'analyses médicales comparative entre banche-container et banche B96 a également été réalisée. Ces analyses se sont appuyées sur des entretiens portant sur l'organisation du travail; les mesures de fréquences cardiaques durant les différentes phases de travail; l'étude des gestes et postures (observations, films et photos); l'observation de l'activité des compagnons. Les résultats montrent que si la banche B96 améliore les postures et les conditions de travail pour certaines tâches (par exemple la fermeture de la banche ou la mise en place des abouts), il n'est pas aisé d'aboutir à des solutions pouvant radicalement enrayer certains points relatifs à la pénibilité des tâches. Seuls des compromis peuvent être tentés. A ce titre, la B96, par sa conception, présente des compromis intéressants et permet une régulation des efforts sur certains tronçons des tâches, ce que le rapport médical confirme en évoquant la notion «d'impression de fluidité».

Toutefois, les conclusions demandent à être étayées par des observations complémentaires, la taille de l'échantillonnage étudié et la complexité de l'activité analysée ne dégageant que des tendances générales. Par exemple, l'observation

des gestes et postures montre que la diminution des pathologies lombaires ne saurait être dissociée d'une formation préalable des compagnons. L'outil ne peut en effet à lui seul supprimer des gestes présentant des risques de pathologie. D'où la nécessité d'affiner les méthodes d'investigation relatives à la pénibilité (postures, gestes, manuten-

tions, etc.), et de disposer d'un panel plus large de chrono-analyses pour exclure certains facteurs apparaissant a priori comme parasites (nouveau de l'outil, caractère expérimental du chantier, etc.).

Les compagnons se sont bien adaptés à l'outil et sont satisfaits des répercussions qu'il induit sur leurs conditions de travail (moins de pénibilité) et la gestion de leur activité (l'accroisse-

ment de leur autonomie). Ces bons résultats résultent d'une approche méthodologique particulièrement rigoureuse dans l'élaboration d'une démarche d'innovation. Cette méthodologie s'appuie sur :

- **une analyse des modes constructifs, de l'organisation du chantier et des conditions de travail des compagnons** afin d'identifier les dysfonctionnements et les gisements de productivité;
- **une démarche progressive et concertée** impliquant à tous les stades du projet les équipes d'encadrement et d'exécution;
- **la conception d'un premier prototype (B95)** permettant de modifier ou de valider les choix effectués en amont;
- **un programme de formation préalable** destiné à familiariser les compagnons aux changements qu'induit l'outil dans leurs habitudes de travail.

# Protocole d'expérimentation



Depuis plusieurs années, l'évolution des techniques de coffrage pour les voiles verticales est fortement conditionnée par l'évolution des partis architecturaux.

Ainsi, en matière de logements collectifs, *«les concepteurs ont tendance à privilégier l'organisation intérieure et l'architecture par décrochements de façades plutôt que la standardisation économique des structures. On rencontre donc des linéaires de voiles courts qui se traduisent par des accouplements provisoires fréquents des banches et par des «colis» de faible longueur».*

Les techniques de coffrage, tout en tentant de répondre à d'autres questions plus précises (maniabilité, optimisation de l'utilisation de la grue, diminution de la consommation de l'huile de coffrage, etc...), se sont orientés sur l'adaptation de l'outil à la conception architecturale.

La démarche B96 vise donc *«à mettre au point un concept de banches adapté à l'évolution des principes de construction et à mieux répondre aux besoins actuels en termes de pénibilité et d'organisation du travail».*

Les objectifs sont multiples :

- rendre le travail des compagnons plus technique en réduisant l'utilisation du marteau et de la barre à mine;
- diminuer les risques de pathologie dus à de mauvaises positions de travail, à la manutention de charges lourdes ou à l'utilisation «en force» de la barre à mine;
- alléger au maximum les pièces fréquemment manipulées à la main;
- diminuer les nuisances acoustiques dues aux coups de marteau;
- répondre aux besoins en terme d'organisation journalière des hommes et de la grue (notamment au moment de la fermeture des banches);
- améliorer la qualité d'alignement des faces coffrantes;
- ne pas complexifier les outils pour anticiper des cas qui ne se produiraient qu'exceptionnellement.

Les enjeux de l'expérimentation sont à la fois techniques (mise au point de l'outil) et organisationnels (évaluer l'incidence de l'organisation spécifique, liée à la mise en place de la banche, sur le cycle de gros oeuvre; vérifier si les compagnons s'adaptent au coffrage).

Le protocole précise les informations qu'il est envisagé de collecter durant l'expérimentation :

- **les conditions de pénibilité** : elles seront analysées par l'intermédiaire d'un suivi médical basé sur des mesures de fréquences cardiaques des compagnons par télémétrie et sur une analyse des postures de travail;
- **la productivité** : elle sera mesurée par une chrono-analyse portant sur les temps élémentaires;
- **les conditions d'ergonomie et d'utilisation** : elles seront évaluées à l'aide de questionnaires périodiques à destination des compagnons.

# Déroulement de la démarche



## ► CARACTÉRISTIQUES DE LA BANCHE B96

La banche B96 est une banche-ciseau dont l'un des panneaux (le panneau «mobile») est monté sur roulettes et dispose de cames permettant son basculement vers l'arrière. Cette caractéristique permet de procéder à l'ouverture et à la fermeture (par rotation et autoblocage des cames) du coffrage sans faire appel à la grue et (pratiquement dans tous les cas) la barre à mine. Outre ce point, les concepteurs ont doté le coffrage :

- d'un système d'accouplement des panneaux par des cônes permettant de s'affranchir d'un réglage fin d'alignement avant assemblage;
- de tiges basses de serrage des panneaux positionnées à 60 cm du sol afin d'améliorer les postures de travail (sans agenouillement ou courbure dorsale excessive des compagnons lors du serrage et du desserrage);
- d'un système de fixation des tiges hautes par enfouissement qui permet de réduire les manipulations lors de la solidarisation et la désolidarisation des panneaux (deux tours d'écrous suffisent);
- de trappes d'accès plus larges que sur les banches traditionnelles;
- de rives des banches très rigides de manière à diminuer les risques de détériorations consé-

tives aux contacts et chocs;

- de paliers triangulaires en pied d'échelle (d'accès à la passerelle) dégageant les zones proches de la banche;
- d'une boîte à outils intégrée et de crochets de suspension pour diminuer les pertes de temps dues à la recherche d'outils et de petit matériel;
- de pieds de banches aménagées pour actionner au besoin la barre à mine;
- d'un about composite manportable (< 25kg);
- de rehausses manportables (qui s'emboîtent manuellement) qui permettent de couler des voiles d'une hauteur comprise entre 2,85 mètres et 3,30 mètres.

La réflexion de l'entreprise a également porté sur la sécurité, notamment au travers de la création d'un garde-corps face coffrante qui interdit l'accrochage des élingues de levage sur la banche tant que le garde-corps n'est pas en position «protection».

## ► OBSERVATIONS TECHNIQUES

Le procédé de roulage présente un réel intérêt sur plancher ou dallage, pour autant que des armatures en attente n'encombrent pas le sol. Il

est alors possible de procéder à l'ouverture et à la fermeture sans avoir recours à la grue (lors des chrono-analyses, près de 90% des cas ont eu recours au roulage). La volonté des concepteurs de ne pas modifier radicalement les habitudes de travail acquises par les compagnons sur les banches-container traditionnelles a démontré sa pertinence à plusieurs reprises. Par exemple, lorsque la B96 est utilisée sur terre-plein, l'ouverture et la fermeture s'effectuent, comme pour les banches-container, à l'aide de la grue. De plus, la manipulation du coffrage en «mixte» (un compagnon qui fait rouler, un autre qui ripe à la barre à mine) ne pose pas de problème particulier.

**Les jonctions par cônes** permettent un ajustement aisé des banches en continuité par simple serrage.

**La boîte à outil intégrée au coffrage** améliore nettement les conditions de remisage (et surtout de mise à disposition) du petit matériel.

**Les paliers triangulaires** permettent de disposer d'un espace de travail plus important au voisinage des banches.

**L'about composite**, grâce à sa légèreté, peut être manipulé aisément par un seul compagnon.

**Les emplacements spéciaux pour la barre à mine** ne sont pas utilisés systématiquement, l'épaisseur de la tôle inférieure permettant de positionner en toute liberté la barre à mine : cet exemple démontre que tous les aménagements n'ont pas présenté le même niveau d'utilisation.

Deux cas ont illustré l'adaptabilité de la banche B96 face à des situations imprévues.

Le premier est relatif à une disposition de voiles parallèles et rapprochés (environ 1m) qui a empêché la mise en place de banches en quinconce, en raison de l'encombrement des passerelles. L'entreprise a alors supprimé la passerelle d'un côté, en disposant un garde-corps monté sur une traverse spécialement conçue pour cet usage. Cette disposition n'était pas prévue dans la conception initiale et devra recevoir l'autorisation des organismes de sécurité. Toutefois, sur le plan purement technique, elle a permis de résoudre le problème posé.

Le second montre qu'il est possible d'intégrer un tronçon rapporté lorsque la disposition des voiles est telle qu'il est impossible de coffrer à l'aide d'un linéaire intégralement constitué de banches B96 (cas de voiles en retour déjà exécutés). A Bagnolet, les compagnons ont pu, sans difficultés,

greffer un tronçon de coffrage en contre-plaqué sur un train de banches B96.

## ► OBSERVATIONS SUR L'ORGANISATION

La banche B96 permet aux équipes de s'affranchir du besoin de synchronisation entre les verticaux, les horizontaux et la grue, notamment lors de la fermeture des banches qui coïncide généralement avec la phase de bétonnage des planchers.

Grâce aux possibilités de fermeture et d'ouverture manuelles des banches, l'organisation du travail gagne en fluidité en cassant les chemins critiques engendrés par les aléas, par exemple en dégageant du temps de grue supplémentaire. Cet avantage se répercute également au niveau du chef de chantier qui peut mieux planifier le travail de la journée, n'étant plus lui-même sollicité par des problèmes d'arbitrages entre les équipes d'horizontaux et de verticaux.

La recherche de fluidité de l'organisation s'exprime également au travers de l'emploi de rehausses manportables qui se substituent aux sous-hausses, ces rehausses éliminant le besoin de synchronisation entre la grue et les monteurs, ainsi qu'entre le chantier et le service matériel.

En décalant d'une demi-heure la prise d'heure de travail entre les équipes d'horizontaux et de verticaux, l'entreprise a permis aux équipes de travailler de manière encore plus indépendante, de ne plus recourir à la grue au même moment, et d'éviter au maximum les heures supplémentaires de travail.

A Bagnolet, la saturation de la grue (superstructures + infras + maisons) a également généré une réflexion visant à accroître l'autonomie des compagnons. C'est pourquoi l'entreprise a cherché à améliorer la diffusion de l'information au sein des équipes de travaux. Elle a notamment distribué le plan de cycle journalier aux compagnons et au grutier afin, qu'en cas d'aléa (une toupie en retard par exemple), ils puissent anticiper les tâches à venir.

De même, les caractéristiques techniques du coffrage augmentent le nombre de tâches en individuel (abouts, accouplements...) par rapport à une banche-container classique. D'où une autonomie plus forte des compagnons qui n'ont plus besoin de se synchroniser pour effectuer une tâche.



Les résultats de la chrono-analyse indiquent un gain de temps d'une demi-heure sur la phase de fermeture des banches et un gain de 20% sur l'ensemble des tâches d'exécution des verticaux (ce gain a été porté à environ 30% par la suite).

fréquences cardiaques par phases révèle des fréquences importantes consécutives à la persistance de port de charges lourdes dans les tâches annexes (mannequins par exemple). L'opinion du collectif est cependant unanimement



## ► OBSERVATIONS SUR LE SUIVI MÉDICAL

Le suivi médical, effectué par le Service APMT-BTP missionné par l'entreprise, a consisté en :

- des mesures de fréquences cardiaques par télémétrie;
- des entretiens avec les compagnons visant à mieux comprendre l'organisation du travail et les régulations collectives et individuelles;
- des observations de postures et une analyse de l'activité.

Le rapport médical souligne que, globalement, la pénibilité est amoindrie, notamment grâce à une diminution des mauvaises postures et des charges lourdes (par exemple, les abouts composites plus légers).

Il note également une forte diminution des niveaux acoustiques sur le chantier, diminution consécutive au serrage et au desserrage plus aisés des tiges qui évitent les coups de marteau. Toutefois, le rapport pointe que l'analyse des

favorable à l'utilisation de la B96, notamment en raison des divers aménagements améliorant l'organisation individuelle (boîte à outils intégrée,...) ainsi que la rapidité d'exécution de certaines tâches.

## Evaluation de la démarche

La banche B96 n'a pas induit de rupture radicale avec les gestes acquis sur les banches traditionnelles. Les compagnons se sont facilement adaptés à l'outil et l'ont adapté à leurs usages. La banche présente un fonctionnement technique globalement satisfaisant : les points d'amélioration résident dans des aménagements de détails, comme l'espacement trop exigü pour le passage des doigts dans la trappe.

Le rapport médical indique des résultats qualitatifs

une meilleure anticipation du travail et une suppression des temps morts qui se sont traduits par une meilleure fluidité dans l'organisation.

Outre un gain global sur les temps d'exécution et de grue, les deux points d'amélioration forts qu'apporte la banche B96 sont l'amélioration générale de l'organisation et la suppression des temps morts pour les compagnons par une meilleure auto-régulation de leur travail.

Comme le souligne le rapport de l'atelier théma-



vement significatifs dans l'amélioration des conditions de travail. De fait, la pénibilité, notamment lors de la fermeture et de l'ouverture du coffrage, est en forte diminution. De même, les postures requises par la banche B96, pour autant que les gestes soient bien précisés aux compagnons, présentent moins de risques de pathologies qu'une banche-container. Toutefois, les tâches annexes (manutention de charges lourdes, par exemple les mannequins) restent présentes et pourraient faire l'objet d'un examen approfondi afin d'en proposer un allégement.

Les aménagements techniques dont bénéficie la banche B96, la prise d'heure de travail décalée entre les horizontaux et les verticaux ou la distribution du plan de cycle journalier aux compagnons, ont contribué à élargir l'autonomie des coffreurs. Ces éléments ont également favorisé

tique, «Qualité, sécurité, conditions de travail», «l'adoption d'une démarche de celle qui a prévalu pour la banche B96 permet la tenue d'un ensemble d'objectifs rendu cohérent par :

- une approche progressive où une nouvelle étape consolide la précédente;
- la prise en compte de l'ensemble des facteurs concourant à la performance du chantier (productivité, conditions de travail, qualité du process et qualité de l'ouvrage);
- l'association organisée des compagnons sur des questions concrètes autour de leurs situations de travail».

Depuis la REX de Bagnolet, vingt chantiers ont été réalisés, ou sont en cours de réalisation, à l'aide de la banche B96. 3500 m<sup>2</sup> de banches ont été fabriquées et l'ensemble de la gamme (banches, accessoires, angles, rehausses lourdes, etc.) est disponible.

# Bilan de l'équipe d'expérimentation

## ► ANALYSE DES GAINS DE PRODUCTIVITÉ ET DES CONDITIONS DE TRAVAIL

Le matin, la manutention des banches est la tâche déclenchant le coffrage des voiles. Avec les anciennes banches, seule la dépose des tiges était possible avant cette tâche. De même, les banches traditionnelles ne peuvent être ouvertes sans la grue. L'équipe des verticaux doit donc attendre la fin de manutention des horizontaux pour continuer de travailler. Si la tâche «manutention» des horizontaux - ou toute autre tâche planifiée avant la manutention - déborde, l'équipe des verticaux s'arrête. A contrario, la B96 permet d'ouvrir les banches à la main et de pouvoir décoffrer les abouts et les aimants de mannequins. De ce fait, la manutention des banches se trouve accélérée.

En début d'après-midi, la grue bétonne les planchers. C'est également durant cette période que la grue est sollicitée pour la fermeture des banches. La sur-saturation de la grue entraîne des temps d'attente pour l'équipe des verticaux ou des horizontaux, la synchronisation entre les deux équipes étant difficile à obtenir. La fermeture des banches B96 par roulage permet aux équipes d'horizontaux de s'affranchir de la grue. Elle permet également, dans presque tous les cas, de s'affranchir de la barre à mine qui requiert une importante dépense d'énergie, pénalisante pour les tâches suivantes et génératrice de pathologies lombaires.

Les autres gains relevés lors de la chrono-analyse s'appliquent aux points suivants :

- les rangements intégrés à la banche évitent les improductifs dus à la recherche de matériel;
- le nombre de tâches réalisées par un seul compagnon est plus important et évite les besoins de synchronisation (abouts, accouplements...);
- les tiges supérieures par enclenchement et les tiges inférieures positionnées de manière plus ergonomique (hauteur par rapport au sol importante) sont plus rapides à mettre en place;
- les abouts, dont le maintien immédiat en phase provisoire s'effectue grâce aux aimants intégrés, sont plus légers. De même, la butée (une seule par about) est rapidement positionnée;
- l'accouplement ne nécessite pas l'emploi du marteau. L'assemblage de deux panneaux s'effectue de manière individuelle;
- la mise en place au 1er trait bleu est simplifiée, le

décalage d'altimétrie des deux panneaux lors de la manutention permettant une mise en place au sol plus précise et plus rapide (meilleure visibilité en pied de banche).

## ► SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS

La rigidité de la banche et la précision de l'accouplement permettent de n'effectuer les réglages qu'aux extrémités des trains accouplés.

L'espacement prévu pour le passage des doigts dans la trappe dépend de la fabrication et se révèle parfois trop étroit. Il sera agrandi lors des prochaines fabrications. La largeur de la trappe (70cm) se révèle beaucoup plus pratique que les trappes classiques de 60 cm.

Une légère déformation des carrés d'appui des écrous de tiges a été constatée sur la banche d'angle intérieure, en raison d'un écartement de tubes de fermes plus important. Par précaution, ceux-ci seront renforcés dès les prochaines fabrications.

Les infras ont été réalisées avec des banches équipées de rehausses manuportables (RMP) pour permettre le coffrage de voiles de hauteur comprise entre 2,85 et 3,30 m. Ces rehausses ont montré une facilité d'emploi conforme aux prévisions en termes de mise en place, d'utilisation et de démontage.

Les règles de correction d'angles d'épaisseurs 3 et 5 cm ont permis la réalisation de nombreux voiles d'angles d'épaisseurs différentes grâce à leur mise en place aisée. Elles ont également permis de réaliser des deuxièmes voiles d'angles avec une bonne qualité de finition sur la jonction avec le premier voile.

Les règles de correction mobiles permettent la réalisation de voiles en cotes bloquées. Ces règles ne diffèrent pas dans leur principe général des règles employées sur les banches-containers. En revanche, par leur conception, elles permettent la réalisation de voiles avec ou sans RMP et d'être réversibles (elles peuvent être mises d'un côté ou de l'autre sans besoin d'être différenciées «droites ou gauches»).

En cours de chantier, une banche équipée d'une seule passerelle (l'autre côté du coffrage étant muni d'un garde-corps et de chaînes d'élinguage) a été testée pour permettre la réalisation de voiles dans des endroits exigus. Les premiers

résultats semblent encourageants. Toutes les opérations (élinguage/désélinguage, mise en place et retrait des tiges supérieures, bétonnage) peuvent en effet s'effectuer depuis la même passerelle en sécurité. La généralisation de ce principe est envisagée pour l'avenir sous réserve de l'accord des organismes de sécurité.

Les compagnons se sont rapidement adaptés à ce nouvel outil, qui tout en présentant de nombreuses innovations n'a pas radicalement modifié leur manière de travailler. Les tests

- déceler les éventuels dysfonctionnements sur le cycle (équipes des verticaux, équipes des horizontaux et grue) et sur l'équipe-test de compagnons.
- évaluer la pertinence de l'organisation mise en place (baisse des improductifs).

### Méthodologie

Il s'agit de décomposer chronologiquement en tâches élémentaires (70 blocs de temps pour les voiles) l'activité complète de l'équipe et de la

grue. Ces blocs de temps sont inscrits sur un bordereau de référence commun à toutes les campagnes d'un même type de matériel.

La méthode de sondage employée consiste en des observations instantanées. Après détermination d'un pas de travail (2 minutes), il s'agit de «photographier» (à chaque instant donné) la tâche de chaque compagnon de l'équipe ainsi que la tâche réalisée par la grue. Cette tâche est identifiée à l'une de celles contenues dans le bordereau des blocs de temps et ceci du début à la fin de la journée

(pour une journée, environ 1200 mesures). La prise de mesure s'effectue à l'aide d'un outil informatique adapté (Organiser). Les relevés se sont déroulés durant 4 jours, au niveau R+2 qui correspond au début de la mise en place de l'organisation spécifique.

Il s'agit ensuite de procéder à un dépouillement des temps observés et des quantités afin de restituer les temps élémentaires (TE) pour chaque tâche. Les résultats de ces chrono-analyses, et les mesures effectuées sur d'autres chantiers, serviront au bureau des méthodes pour prévoir les effectifs des futures opérations, la synthèse des temps relevés permettant de constituer une «bible de saturation» de main d'oeuvre et de grue afin de réaliser des simulations et des prévisions.



comparatifs B96/banche-container effectués au cours du rez-de-chaussée du bâtiment A ont montré une nette préférence pour la nouvelle banche, notamment en terme de diminution de la pénibilité.

### ► CHRONO-ANALYSES DES VERTICAUX

Quatre objectifs ont présidé la campagne de chrono-analyses :

- actualiser les temps de la «bible de saturation» pour la B96 (main d'oeuvre et grue);
- mesurer les gains de productivité corrélatifs à l'utilisation de la B96 et à son organisation induite;

### Analyse des résultats

Grue (selon métrés moyens pour un étage du chantier de Bagnolet)

TACHES	RÉFÉRENCE CONTAINER	B96	DIFFER.	%
MANUTENTION DES BANCHES	2,49H	2,33H	0,16H	6,5
FERMETURE DES BANCHES	0,30H	0,10H	0,20H	66
BETONNAGE DES VOILES	1,53H	1,47H	0,06H	4
PREFA VERTICAUX	0,20H*	0,20H	0	0
AUTRES (horizontaux, ferrailage divers)	3,20H*	3,20H	0	0
<b>OCCUPATION TOTALE DE LA GRUE</b>	<b>7,72H</b>	<b>7,30H</b>	<b>0,42H</b>	<b>6</b>



Main d'oeuvre (selon métrés pour le chantier de référence méthodes (chantier type))

TACHES	RÉFÉRENCE CONTAINER	B96	DIFFER.	%
DÉCOFFRAGE	4,63H	3,17H	1,46H	31
MANUTENTION	3,81H	3,69H	0,12H	3
COFFRAGE	25,11H	20,28H	4,83H	19
BETONNAGE	5,83H	3,63H	2,20H	38
SÉCURITÉ (non chronométrée)	2,67H*	2,67H*		
<b>TOTAL MAIN D'OEUVRE</b>	<b>42,05H</b>	<b>33,44H</b>	<b>8,60H</b>	<b>20</b>

\* Valeurs théoriques (non chronométrées)

## ► OBSERVATIONS TECHNIQUES

- Décoffrage



### Dépose des butées d'about et rangement

#### •Butées d'abouts

Les butées ont trouvé facilement leur place entre les tubes des jambes de force. Les griffes empêchent tout décrochage accidentel.

### Dépose des tiges latérales et rangement aux emplacements prévus

#### •Boîte à outils, fermettes, supports de tiges et d'écrous

Tous les systèmes de rangement étudiés sur la B96 se sont révélés utiles, en particulier les supports de tiges et d'écrous sur les panneaux de 0,60 et 1,20 et les boîtes à outils sur les panneaux de 3,60 et 2,40.

### Désaccouplement éventuel

#### •Système d'accouplement

Le système d'accouplement s'est révélé rapide et facile d'accès et d'emploi. Aucun blocage n'a été constaté lors des désaccouplements.

### Accès à la passerelle

#### •Palier, échelle, trappe

Le palier repliable est utile sur les banches de 2,40 et 3,60 pour accéder au milieu du panneau en cas de besoin. Les charnières

en Néoprène font leur office de ressorts et ne donnent pas de signe de faiblesse. Leur taux d'usure demandera néanmoins à être vérifié sur d'autres opérations.

#### •Passerelle, garde-corps, portillons

Les compagnons ont signalé que les portillons sont difficiles à fermer contre les garde-corps. Un nouvel emplacement d'accrochage de la chaînette est prévu sur les prochaines fabrications.

### Retrait des tiges supérieures

#### •Panneaux

Le retrait des tiges par le dessus est beaucoup plus rapide que pour des tiges traversantes. Les écarteurs de tête de banches sont pratiques à ranger (sur les tiges ou les garde-corps), mais semblent manquer de rigidité.

### Rangement des tiges inférieures et rangement aux emplacements prévus

#### •Panneaux

L'emplacement des tiges à 60 cm du sol est plus pratique pour le retrait des tiges qu'un emplacement au ras du sol.

### •Boîte à outils, fermettes, supports de tiges et d'écrous

Les tiges trouvent naturellement leur place entre les tubes de fermes ou sur les supports de tiges dans le cas des panneaux de 1,20.

### Elinguage

#### •Palonnier

Le palonnier est équipé d'élingues de 1,50 m afin de ne pas gêner les compagnons lors de son utilisation. Il donne plus de ballant aux élingues, et passe au-dessus des compagnons, évitant ainsi de les blesser.

### Finitions

#### •Voile

La tige positionnée au-dessus de la banche permet de ne reboucher qu'une hauteur de tige, et ce d'autant plus facilement qu'elle n'est pas au ras du sol. La forme en couteau du pied de la banche permet d'obtenir un meilleur aspect du pied de voile.

• Coffrage



**Positionnement de B1 au trait bleu**

•Panneau B1

B1 se pose bien avant B2. Bien que les poignées de maintien ne soient pas systématiquement utilisées, elles se révèlent utiles.

**Pose et inclinaison de B2**

•Panneau B2

La longueur du palonnier ne doit pas excéder 1.34m. Une longueur supérieure empêche en effet le panneau B2 de bien s'incliner lorsqu'il touche le sol et entraîne des efforts importants sur les compas (constaté avec un palonnier de 1.44m).

•Anneaux de levage

Les anneaux de levage, positionnés à des hauteurs différentes, permettent de bien décaler les panneaux pour permettre au «fixe» de se poser le premier. Les positions respectives des anneaux, par rapport au centre de gravité des panneaux, sont également correctes pour obtenir les inclinaisons voulues lors de la pose au sol.

**Nettoyage et huilage d'un ou des 2 panneaux**

•Panneaux

Malgré la hauteur de banche (2.85m), les compagnons n'éprouvent pas de difficulté à gratter et huiler le haut de la banche. Les compagnons ont apprécié la

pompe à huile qui leur permet de ne pas pomper à chaque réemploi.

**Réglage de la verticalité de B1**

•Panneau B1

Le réglage de la verticalité s'effectue à chaque extrémité de banche. Les emplacements pour insérer les fils à plombs sont dégagés.

**Mise en place des abouts, mannequins et réservations diverses**

•Panneau B1

Les compagnons n'ont relevé aucune difficulté particulière pour la mise en place.

Les abouts composites avec aimants intégrés sont légers à transporter et ne nécessitent pas d'aimants additionnels lors de la phase provisoire. Ils sont manipulés par une seule personne.

**Mise en place des tiges inférieures avec cônes en attente sur B1**

•Panneau B1

La hauteur des tiges permet de les enfiler très rapidement.

**Fermeture de B2 par roulage avec la barre à mine**

•Panneau B2

Certaines banches sont fermées à la barre à mine, en glissant celle-ci sous le support des

roues-avant, sous l'écrou ou sous le caisson inférieur. Après inspection, aucune usure d'écrou ou déformation du caisson n'a été constatée. Cette solution est beaucoup moins pénible que le ripage sur une banche container.

•Appui de barre à mine latéral. L'appui de barre à mine latéral est peu utilisé par les compagnons pour la fermeture. Il est surtout utilisé pour le ripage latéral.

•Appuis de barre à mine au droit des fermes. L'appui au droit des fermes est beaucoup plus employé, car il est bien dégagé et se trouve plus près du centre de gravité.



## ► VIEILLISSEMENT DES BANCHES B96

### Relevé des planéités

Les banches ont d'origine une tendance à «faire le creux» (valeur 0,5 mm) dans le sens vertical. Cette tendance est à relativiser vu les tolérances dues à la mesure (prise en compte des déformations de soudure 0,1 à 0,2 mm, flexibilité de la règle, tolérance du relevé, propreté du panneau, etc.). Aucune variation sensible sur les différents relevés effectués.

Sur l'ensemble des relevés effectués, une mesure sur un des panneaux fait apparaître un défaut de 3.1 mm (problème de fabrication). Les autres relevés sont inférieurs à 1.8 mm.

### Relevé des désaffleurs et jours entre banches B96

Les mesures effectuées montrent que 80% des cas de désaffleurs sont inférieurs ou égaux à 0,5mm (jour maxi = 0,9 mm). L'obtention de

cette précision tout au long du cycle est subordonnée à une procédure de soin et de nettoyage rigoureuse de la part des utilisateurs (à minima, passage du grattoir sur la tranche des panneaux et essuyage des portées de cône à la main).

Les RMP (rehausses manportables) présentent des désaffleurs plus élevés (maxi : 1,8 mm) entre elles et à la jonction avec la banche. Cependant, vu la facilité d'utilisation et les cas de figures à traiter, il ne semble pas que cela pose de problème aux utilisateurs. Pour les cas particuliers de béton architectonique, il faudra utiliser les rehausses lourdes qui possèdent un système de centrage similaire aux assemblages de banches et permettent un désaffleure inférieur au millimètre.

### Vieillessement du matériel

#### Rive de banche

C'est la zone la plus sollicitée à cause des chocs potentiels lors des manipulations. Des traces d'impact, «façon chanfrein», sont observables sur certaines rives : elles sont similaires à celles que l'on relève sur les banches containers (chocs latéraux + impact vibreur en tête de banche, voire nettoyage par martelage des rives). Certaines rives présentent, entre les soudures de la tôle sur le profil de rive, un léger décollement dû à des chocs transversaux.

Il faudra réduire le pas de soudure des tôles en rive et généraliser l'utilisation de vibreur «tête caoutchouc» (observation en parallèle de zones martelées sur les faces coffrantes pouvant provenir des impacts de tête de vibreur). Ce problème avait déjà été rencontré sur les anciennes banches.

#### Accessoires

Quelques passages de tige ont dû être ressoudés au droit des barrettes sur la poutre (mauvaise soudure). Quelques plats de liaison entre les bras du bracon d'étais de stabilité ont été arrachés à cause des fers en attente croisés se prenant dans le plat. L'échelle en aluminium ainsi que la trappe composite qui ont été testés ont bien vieilli : ce matériel pourrait équiper les prochaines séries. L'équipement de garde-corps sur une face de banche a permis de démontrer l'adaptabilité du matériel pour faciliter l'utilisation des banches dans les zones exigües, sous réserve de l'accord des organismes de sécurité.

L'ensemble du matériel transite actuellement d'un chantier à l'autre, sans passer par le service Matériel.



## ANNEXE

# Evaluer pour mieux innover : la banche B96

Article extrait du journal  
« chantiers 2000 »  
numéro 9 - Août 1998

Fruit de trois années de réflexion et d'études menées par Bouygues Bâtiment, la banche B96 constitue la dernière des opérations du programme Chantier 2000 destinées à l'amélioration des outils de coffrage.

Testée sur un chantier situé à Bagnolet (76 logements collectifs), la B96 ne présente pas, contrairement aux expérimentations antérieures (coffrage manuable pour Dipy, mécanisme hydraulique pour la BH 3000, injection du béton

travail et l'organisation des verticaux ont été examinés : postures fatigantes, abouts trop lourds, déplacements fréquents pour chercher des outils, «partage» improductif de la grue avec les horizontaux, déformation des coffrages consécutive à l'augmentation de la pression des bétons, etc. Seconde phase de la démarche : l'élaboration d'un cahier des charges recensant les points-clés autour desquels pourrait être conçu un nouvel outil de coffrage. Un premier prototype, la banche

B95, a été testé sur site, et soumis à une série de chrono-analyses. A noter l'implication des compagnons qui ont été invités tout au long du processus d'élaboration à formuler leurs remarques, voire à déterminer certaines options techniques, tels les positionnements de barre à mine sur le coffrage.

Troisième étape : après mise au point définitive de la banche, un programme de formation technique et organisationnel a été élaboré à destination des compa-

gnons, de manière à intégrer dans leurs habitudes de travail les changements induits par le nouveau coffrage.



pour la BSBI), d'innovation en rupture avec les coffrages traditionnels. De fait, les (nombreux) apports techniques - dont le plus saillant consiste en un système de roulage permettant d'ouvrir et de fermer le coffrage sans recourir à la grue - ne modifient pas radicalement les habitudes de travail acquises par les compagnons mais, en revanche, facilitent l'organisation du travail des équipes de bancheurs.

### ► UNE DÉMARCHE PROGRESSIVE ET CONCERTÉE

Michel Bardou (Bouygues Habitat) le souligne, «à l'origine, nous n'avons pas l'intention de concevoir une nouvelle banche mais d'entreprendre un série d'observations sur chantier destinées à cerner les gisements de productivité dans le travail des compagnons».

Le travail d'enquête, complété par des chrono-analyses, a permis de cerner les gains potentiels et d'orienter les axes de recherche. En particulier, le

### ► LES INNOVATIONS

Elles sont nombreuses et réalistes : résistance du coffrage à des pressions de 12 tonnes (contre 6 sur des banches-container); système de roulage monté sur un des panneaux et qui, grâce à des cames, permet un basculement de la banche vers l'arrière. Avantage : l'ouverture et la fermeture de la banche s'effectuent facilement, sans faire appel à la grue dans 80% des cas.

Autre point : la mise en place des tiges supérieures par enclenchement qui accroît la sécurité; les tiges inférieures de serrage, quant à elle, sont positionnées à 60cm du sol afin d'améliorer les postures de travail. Ou bien encore un système de butée d'abouts en matériaux légers (une seule butée par enclenchement remplace trois rangées de butée), mis en place par un seul compagnon, qui permet de gagner en temps, en

## ANNEXE



pénétrabilité (poids < 25 kg), en étanchéité et en qualité de parement.

Une boîte à outils intégrée et des emplacements destinés à accrocher ou ranger les tiges, les abouts, roulettes, etc, atténuent les déplacements improductifs. Des rehausses manuportables d'1,20m, qui s'emboîtent manuellement dans le haut des banches, permettent de couler des voiles d'une hauteur comprise entre 2,85 mètres et 3,30 mètres. Dernier point : sur les échelles d'accès, des paliers triangulaires escamotables augmentent l'espace de travail au sol du personnel.

### ▶ 120 CYCLES D'UTILISATION SANS AUCUN RETARD

C'est le premier constat tiré du chantier de Bagnolet, d'autant plus intéressant que ce résultat a été obtenu presque sans heure supplémentaire de travail. En particulier, la phase de fermeture des banches, qui coïncide avec la phase de bétonnage des planchers, gagne en productivité (1/2 heure), la grue n'étant plus sollicitée que par l'équipe des horizontaux. De fait, les résultats de chrono-analyse indiquent des gains de temps de 20% sur l'ensemble des tâches des verticaux. Autre constat : le coffrage permet de réaliser plus de tâches en

individuel qu'avec une banche traditionnelle.

Cet avantage, couplé à une distribution quotidienne des plans de cycle aux compagnons, permet d'accroître leur autonomie et d'assouplir l'organisation; il contribue également à la réduction des temps morts et des tensions entre équipes. Selon Michel Bardou, «*au travers de cet outil, il ne s'agit pas d'augmenter à tout prix les rendements, mais plutôt de dégager du temps de grue pour réduire les aléas afin d'éviter les dérapages dans le planning. De même, nous ne visons pas la suppression totale des temps morts, mais à amener les compagnons à les gérer grâce à une organisation plus fluide du travail.*». Les compagnons se sont rapidement adaptés à cette nouvelle banche et, comme le remarque Michel Chenaf (CSTB), évaluateur de la démarche, «*ont adapté l'outil à leurs usages*». Ce résultat tient à une démarche d'innovation qui, à partir d'une analyse «*fouillée*» de l'existant, s'est construite de manière progressive, a impliqué les compagnons, et a intégré tous les paramètres concourant à la performance du chantier : productivité, qualité du procès, qualité de l'ouvrage, conditions de travail.

## ANNEXE

### «*Toute innovation technique doit être organisante ou, tout au moins, diminuer le besoin en organisation*»

Interview extraite du journal  
« chantiers 2000 »  
numéro 9 - Août 1998

Selon Michel Bardou, chef du service Méthodes chez Bouygues Bâtiment, la réussite de la banche B96 tient à la philosophie qui a animé sa conception : celle d'une logique d'utilisateur.

► **CHANTIERS 2000 : La mise au point de la banche B96 résulte d'une démarche longue et progressive qui a mobilisé tous les échelons hiérarchiques de l'entreprise. Quelle est son origine?**

**Michel Bardou** : Elle résulte d'une série d'enquêtes et de chrono-analyses entreprises sur l'initiative de la Direction Générale afin d'identifier précisément les points de dysfonctionnements et cerner les gisements de productivité dans le travail des compagnons. Nous avons plus particulièrement relevé qu'autant les opérations de décoffrage et de manutention des banches, qui s'opèrent le matin, se déroulaient facilement, autant la phase de fermeture, qui coïncide avec le bétonnage des planchers l'après-midi, obligeait à un partage de la grue entre les équipes de verticaux et d'horizontaux. Ce partage, générateur de tensions et de temps improductifs, se traduisait également en heures supplémentaires de travail pour les compagnons. Une observation plus approfondie du travail des verticaux a alors montré les problèmes liés aux conditions de travail des coffreurs : postures de travail, poids de certaines pièces ou déplacements improductifs des compagnons pour aller chercher des outils.

► **Cette banche a donc été conçue suivant une logique «utilisateur». Sur quels points apporte-t-elle un meilleur confort de travail pour les compagnons?**

**Michel Bardou** : L'innovation la plus «spectaculaire» réside dans le dispositif de roulage qui permet aux compagnons de fermer la banche sans effort et, presque dans tous les cas, sans recourir à la barre à mine. Mais on peut également citer la diminution de poids des éléments manutentionnés à la main, tels les abouts, le rangement intégré pour tous les éléments de la banche et l'outillage, la suppression de l'utilisation du marteau pour l'accouplement et le serrage des tiges ou la hauteur et le mode d'utilisation de ces tiges. Toutes ces innovations ont été pensées dans un souci de réduction, voire de suppression, des risques de pathologie lombaire qui restent très importants avec les coffrages traditionnels. Mais

nous avons également mené une réflexion en matière de sécurité, et notamment au travers de la création d'un garde-corps face coffrante qui, outre sa fiabilité (principe d'axe rotatif qui se substitue au principe de coulissement), interdit l'accrochage des élingues de levage sur la banche si le garde-corps n'est pas en position «protection». Cela oblige donc les compagnons à le mettre en place.

► **L'introduction de la banche B96 sur le chantier s'accompagne-t-elle d'une organisation spécifique?**

**Michel Bardou** : Cette banche a été conçue dans un souci d'amélioration de la fluidité de l'organisation. Comme je l'avais souligné lors du colloque «Innover ensemble», toute innovation technique doit être organisante ou, tout au moins, diminuer le besoin en organisation. Par exemple, le système de roulage, qui permet de fermer la banche sans recourir à la grue, nous affranchit du besoin de synchronisation entre les verticaux, les horizontaux et la grue. Ou bien l'utilisation de rehausses manportables légères qui se substituent aux sous-hausses. La mise en place de ces sous-hausses étant une opération effectuée par des spécialistes extérieurs et qui monopolise la banche et la grue, créant ainsi des perturbations dans l'organisation.

La fluidité de l'organisation, c'est l'obtention de plus de souplesse dans le processus de production de manière à amener les équipes à pouvoir s'auto-réguler. Il s'agit d'éviter les crêtes et les trous dans la journée de travail en cassant les chemins critiques engendrés par les aléas, par exemple en dégageant du temps de grue supplémentaire. A Bagnolet, nous avons aussi testé une organisation plus spécifique, en décalant la prise d'heure du travail entre les équipes d'horizontaux et celle des verticaux. Ce qui permet aux équipes de travailler de manière plus indépendante et, sur tout, de ne plus recourir à la grue au même moment. Cela se répercute également sur le chef d'équipe qui anticipe mieux les tâches à venir, dans la mesure où il n'a plus à gérer des situations de tensions entre les équipes pour le partage de la grue. D'où un étalement des

## ANNEXE



tâches mieux réparti sur l'ensemble de la journée et une élimination des heures supplémentaires de travail pour les compagnons.

Mais l'introduction d'une innovation forte est aussi l'occasion de faire évoluer l'organisation de manière plus générale. Par exemple, la distribution du plan de cycle journalier aux compagnons et au grutier leur permet en cas d'aléas, par exemple une toupie en retard, d'anticiper leur travail du lendemain. Depuis Bagnolet, nous tendons à systématiser cette procédure qui, même avec des banches traditionnelles, donne d'excellents résultats en termes d'accroissement d'autonomie, de responsabilisation des compagnons et de diminution des heures supplémentaires de travail.

La banche B96 nous a également permis d'introduire des changements d'habitude plus à la marge, tel le nettoyage quotidien du coffrage. Si cette mesure n'est pas toujours bien perçue par le chantier, elle induit en revanche des conséquences très positives sur la durée de vie du coffrage. Nous constatons, qu'à l'heure actuelle, la banche B96 transite directement d'un chantier à l'autre, sans retourner au service Matériel.

► ***Vous ne vous êtes pas associé en amont à un industriel pour concevoir cette banche. Pourquoi?***

**Michel Bardou** : Parce que justement nous

désirions concevoir un coffrage axé sur les besoins des utilisateurs. La difficulté avec les industriels est qu'ils ne bénéficient pas de la part du chantier d'un retour d'expérience suffisamment « pointu » pour s'inscrire dans cette logique. Ils nous proposent des outils qui ne nous laissent que très peu de latitude en terme de modifications techniques et dont les options techniques même, prennent mal en compte les besoins organisationnels du chantier. A l'inverse, être amenés à élaborer les plans d'exécution du coffrage signifiait, pour nous, entrer dans le travail des compagnons jusque dans le détail. Cette intégration du détail se traduit par des apports plus « discrets », comme les goupilles imperdables, mais qui contribuent également à réduire les « improductifs ». De même, pouvoir bénéficier du savoir-faire de notre service Matériel a permis d'obtenir de cette banche qu'elle soit entièrement colisable.

Dans cette démarche B96, l'industriel n'intervient qu'à partir de la phase de fabrication. Et, au vu des cadences actuelle de production actuelles, nous pensons pouvoir équiper 50% des chantiers de Bouygues Habitat dès 1999.