

Amélioration et renforcement des sols

FNTP

Technique et innovation

Serge BOREL, Soletanche Bachy,
président du Comité Sols CTI-FNTP



26 AVRIL 2018



Commission Technique Innovation de la FNTP (CTI)

Aspects Matériel (engins chantier)
Aspects logistique (transports)
Aspects Technique (matériaux, procédés)
Aspects Normalisation
Aspects Transversaux (Numérique, BIM, ...)

Avec le support des 6 permanents de la Direction Technique
Recherche (DTR)

Aspects Techniques (Recherche, Innovation, procédés, normalisation)

Trois comités sectoriels:

Sols (Canalisateurs, UMTM, ...)

Matériaux (EGF-BTP, STRESS,...)

Routes (Routes de France, SPECBEA)

En charge de l'orientation d'actions techniques et de recherche de la FNTP:

Prospectives, appuis, soutiens, ...

Valorisation et transfert

Collectives (partagées) entreprises TP

Travail avec de nombreux acteurs et partenaires



Exemples de thématiques traitées

- > **Contrôle non destructif des micropieux**
- > **Comportement des sols traités à la chaux face au gel**
- > **Comportement sous sollicitation cyclique des PTF**
- > **Comportement Sols « grossiers » érodés traités à la chaux**
- > **Les bétons de sols**
- > **Les bétons de fondations profondes**
- > **Comportement des sols urbains**
- > **Pieux géothermiques**
- > **Économie d'eau pour traitement des poussières de chantier**
- > **Valorisation TP des Sédiments ...**

Exemples d'actions en cours :

- > **Les bétons de sols (approche calculatoire, étude de la durabilité, essais de laboratoire, aspect terrain)**
- > **Les bétons de fondations profondes (enjeux importants liés à la rhéologie, ressuage, la caractérisation)**
- > **L'instrumentation des ouvrages en construction exceptionnels**
- > **Comportement des sols urbains**
- > **Pieux géothermiques**
- > **Économie d'eau pour traitement des poussières de chantier**
- > **Valorisation TP des Sédiments**

Exemples d'actions en cours :

- > **Les bétons de sols (approche calculatoire, étude de la durabilité, essais de laboratoire, aspect terrain)**
- > **Les bétons de fondations profondes (enjeux importants liés à la rhéologie, ressuage, la caractérisation, évolution recommandations, normalisation)**
- > L'instrumentation des ouvrages en construction exceptionnels
- > Comportement des sols urbains
- > Pieux géothermiques
- > **Économie d'eau pour traitement des poussières de chantier**
- > Valorisation TP des Sédiments

Action: Bétons de fondations profondes
problématique: « Comment contrôler les bétons qui
nous sont livrés »

Ressuage



26 AVRIL 2018

Rhéologie, Viscosité



FNTP - CFMS

8

Méthodologie d'approche collective

LIEN ECHELLE LABO - ECHELLE CHANTIER :

- Essais sur chantier (Essais Groupe miroir FNTP)
- Valeurs limites -> approche prescriptive
-

COMPREHENSION :

- Ressuage et structuration (rhéologie) du béton
- accompagnement de Trois thèses (IFSTTAR, LM2GC ARTOIS)

RECOMMANDATION - NORMALISATION :

Homogénéisation des règles : client/entreprise/fournisseur

- contribution au guide DFI-EFFC

EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations
by joint EFFC/DFI Concrete Task Group
2nd Edition, 2018



Action collective sur chantier

SOLETANCHE

EFFC
Munich University



FNTP

IFSTTAR

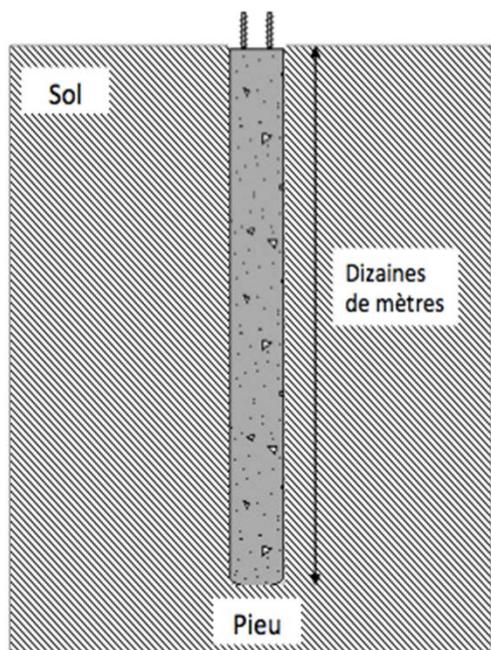
26 AVRIL 2018

FNTP - CFMS

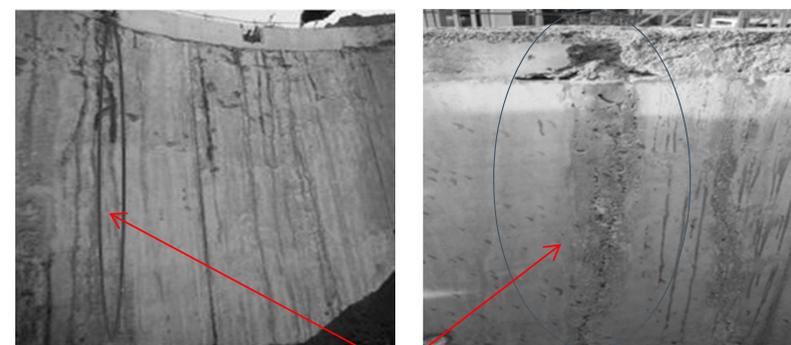
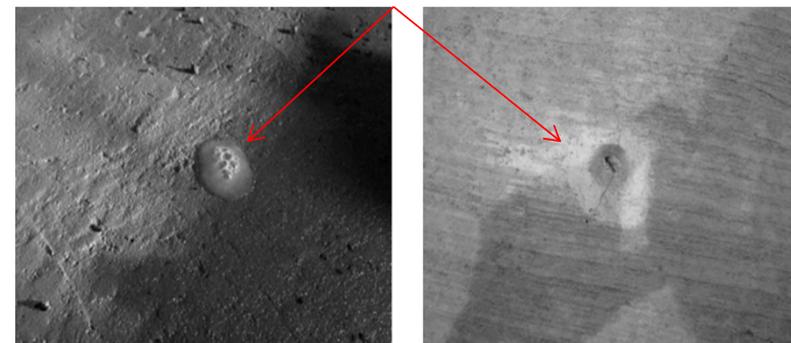
10

Soutien de Thèses de doctorat :

**Thèse Nadia Massoussi 2017:
Ressuage des matériaux cimentaires:
origine physique et changement d'échelle**



Problématique :
Ressuage
Approche laboratoire
Et
Chantier



Lessivage complet

11

Focus chantier :

Dammarie les Lys: C40/50 Paroi Moulée
La Courneuve: C35/45 Pieux CFA-Pieux
Asnières: C30/37 Pieux
Paris La Santé: C30/37 Pieux CFA
Chatenay Malabry 1: C8/10 Pieux s primaires
Chatenay Malabry 2: C35/45 Pieux secondaires
Nice 1: C10/15 Béton maigre arase basse
Nice 2: C35/45 Paroi Moulée
Paul Meurice Paris 20^{ème}: Paroi Moulée
Fort d'Issy Clamart : Paroi Moulée
Saint Germain en Laye: Pieux

E/C (0,39; 0,4; 0,42; 0,45; 0,48; 0,49; 0,5; 0,6; 0,61 ; 0,5)

CEM I +FA; **CEM II/A** +Filler; **CEM III/A** ; **CEM III/A** +Filler; **CEM III/B**

G/S (<1; 1,04; 1,05; 1,1; **1,16**; 1,21; 1,91)

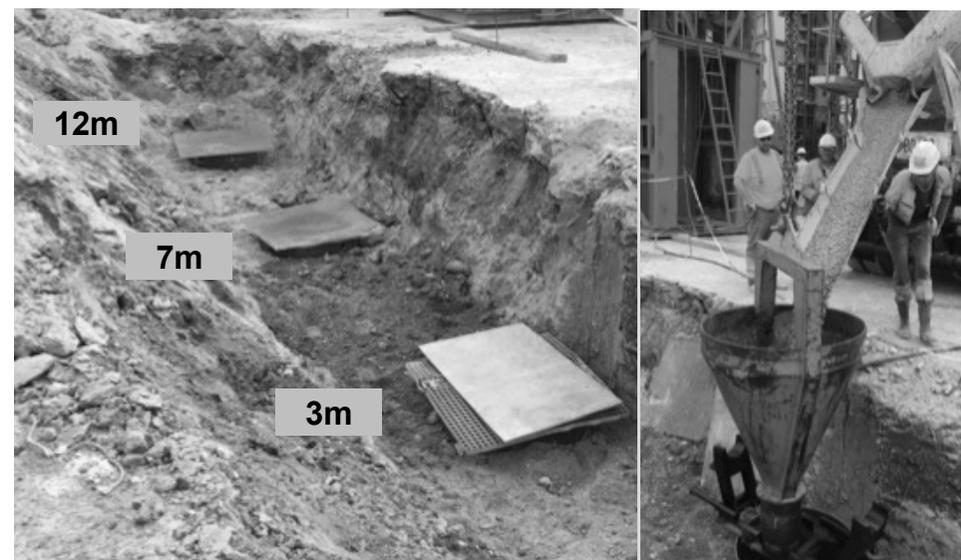
Adjuvants: Entraîneur d'air, VMA, Retardateur, superplastifiant, plastifiant)



Bauer



ASTM



Soutien de Thèses de doctorat :



Mohammed Amin AZZI

DOCTORAT DELIVRE PAR L'UNIVERSITE D'ARTOIS



UNIVERSITÉ D'ARTOIS

**Etude du ressuage des bétons de parois moulées -
Influence des paramètres de formulation**



MARIAM MOHAMAN DAIROU

DOCTORAT DELIVRE PAR L'UNIVERSITE D'ARTOIS

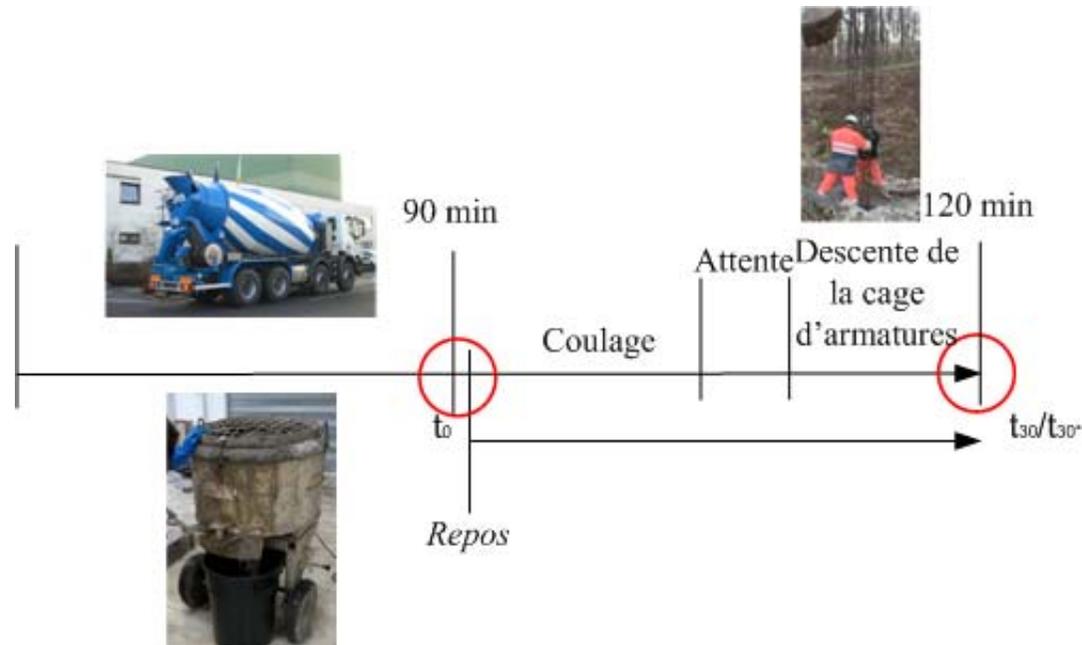


**Etude du comportement rhéologique des bétons de pieux
lors de la mise en place des cages d'armatures –
Développement d'un outil de caractérisation**



Soutenu le 4 juillet 2017 devant la commission d'examen composée de :

Dispositif d'étude de l'enfoncement des cages d'armatures



- Objectif est d'estimer :
 - la capacité d'enfoncement de la cage d'armatures dans le béton frais
 - les effets distincts et combinés de la perte d'ouvrabilité et de la thixotropie du béton sur cette capacité d'enfoncement



Action: Economie d'eau sur chantier terrassement



Arroseuse à queue de carpe

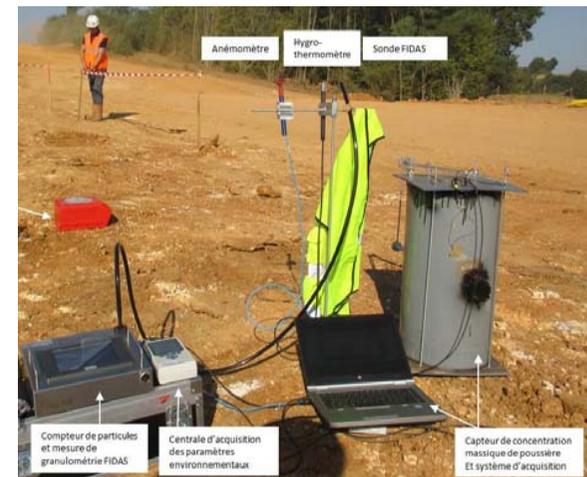


26 AVRIL 2018

FNTP - CFMS

15

Contexte et problématique



Ex : consommation moy de 60m³ / j

Etude du mécanisme d'instabilité et d'envol en lien avec l'hydratation des sols fins

- Mécanisme de génération des poussières susceptibles à l'envol peu étudié
- Optimiser les conditions de mise en œuvre, source de déstructuration des sols
- Optimiser les quantités d'arrosage



LEM3
LABORATOIRE D'ÉTUDE DES MICROSTRUCTURES
ET DE MÉCANIQUE
DES MATÉRIAUX



IFSTAR



26 AVRIL 2018

FNTP - CFMS

16

Démarche méthodologique et scientifique

- Reproduire les sollicitations de compactage du terrain en laboratoire
- Etudier les **mécanismes de déstructuration** des surfaces de sols compactés sous **cycles de roulement (trafic)**
- Etudier les conditions de mise en œuvre en lien avec la déstructuration des surfaces répondant **aux besoins d'économie d'eau et de réduction d'envol**
- Etude de la **durabilité** des conditions de mise en œuvre
- Etude du potentiel d'adsorption en eau des sols fins lors de leur arrosage par de l'eau en phase vapeur
- Mesure de « Q/S eau » au **laboratoire et sur chantier**

Doctorat Mme Ouardia SEDDIKI:

« Etude des mécanismes d'instabilité et d'envol des particules en lien avec l'hydratation des sols fins »

Valorisation de transfert technique, complémentaire à la valorisation scientifique



STABILITÉ À L'ÉROSION INTERNE D'UN SOL GROSSIER TRAITÉ À LA CHAUX

AUTEURS: THÉO CLAVON, LOUIS MIGNONNE, DOCTEUR, CHARGÉ DE RECHERCHE, ÉCOLE DES MINES PARIS-TECH, UN HANWER, ÉQUIPE GÉOTECHNIQUE

LE TRAITEMENT À LA CHAUX EST UNE TECHNIQUE BIEN ADAPTÉE AUX SOLS FINS ET PERMET LEUR RÉEMPLOI DANS LA CONSTRUCTION D'OUVRAGES EN TERRE. CETTE TECHNIQUE SERAIT-ELLE EFFICACE SI ELLE ÉTAIT APPLIQUÉE À DES SOLS GROSSIERS CONTENANT UN FAIBLE POURCENTAGE D'ARGILE. A PRIORI INSTABLES VIS-À-VIS DE L'ÉROSION INTERNE ? C'EST POUR TENTER DE RÉPONDRE À CETTE QUESTION QUE CETTE RECHERCHE EXPÉRIMENTALE A ÉTÉ MENÉE SUR LA BASE D'ESSAIS D'ÉROSION INTERNE, D'ESSAIS DE RÉSISTANCE À LA COMPRESSION SIMPLE, ET D'OBSERVATIONS MICROSTRUCTURALES.

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Une série d'ouvrages pour la construction d'ouvrages hydrauliques en terre peuvent être constitués de matériaux perméables tels que les sables ou les graviers ou de matériaux peu perméables tels que les argiles ou les limons.

En fonction de la disponibilité des matériaux à proximité du site, les ouvrages peuvent être réalisés avec différents types d'ouvrages (ouvrages homogènes, à remplis ou creux). Dans tous les cas, le coût d'un ouvrage est d'autant moins élevé que les matériaux pour sa construction sont issus de zones proches.

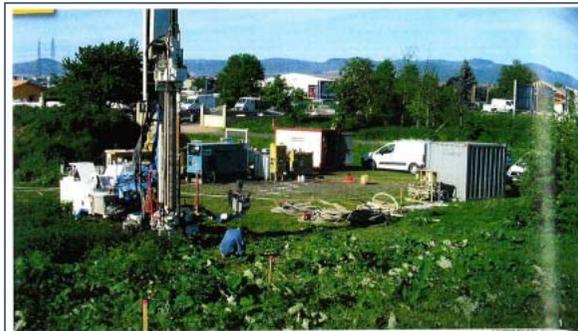
Malgré certains inconvénients, le confort apporté par la construction de ces ouvrages car ils sont réalisés au jour de l'ouvrage même. Lorsque ces matériaux sont disponibles à proximité ou après une solution potentielle consistant à modifier leurs caractéristiques afin de rendre possible leur emploi, l'objectif de

cette étude de recherche expérimentale était de vérifier la technique de traitement à la chaux (après avoir été utilisée couramment pour les sols fins) dans le but d'améliorer leurs caractéristiques mécaniques, pour être appliqués à un sol grossier pour réaliser un ouvrage à l'érosion interne. Une analyse microstructurale basée sur la réalisation de plusieurs types d'essais (essais d'érosion, essais microscopiques et de compression simple) a été menée afin de caractériser le comportement de ces matériaux traités.

LE PARTENARIAT DE RECHERCHE

Ce travail de recherche s'est déroulé dans le cadre d'une collaboration entre la Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP) et l'École Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Équipement (ESBTP) de Paris. La collaboration a porté sur le financement de la thèse de Théo Clavon, dirigée par Jean-Claude Dupin (ESBTP, Ex-École des Ponts Paris-Tech) et co-dirigée par Adèle-Muriel Barraud (FNTP). Le comité de suivi de la thèse comprenait Armand Bessière (Jean-Seix), Jean-Claude Dupin, Philippe Gesteira (FNTP), Maurice Drouot (ESBTP) et Patrick Chavaudon (ESBTP). Les résultats de cette recherche ont été présentés à la Commission Technique Innovation de la FNTP. Les résultats présentés sont issus de cette thèse soutenue le 6 décembre 2018.

Site pour télécharger la thèse: <http://www.these.fr/1182723130>



MÉTHODOLOGIE INNOVANTE DE CONTRÔLE EN PLACE DES MICROPIEZOMÈTRES

AUTEURS: FÉLIX MARTEL, CHARLOTTE MIGNONNE, DOCTEURANT SOL, SOLUTION GÉOTECHNIQUE-RÉSEAUX, FORM L'UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL, CLERMONT-FERRAND

UN PROJET DE RECHERCHE MENÉ EN PARTENARIAT ENTRE LA SOCIÉTÉ SOL SOLUTION GÉOTECHNIQUE-RÉSEAUX, L'INSTITUT PASCAL DE L'UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL ET LA FNTP A PERMIS LE DÉVELOPPEMENT D'UNE MÉTHODOLOGIE NON-DSTRUCTIVE ET SYSTÉMATIQUE DE CONTRÔLE EN PLACE DES MICROPIEZOMÈTRES. INNOVANTE, LA MÉTHODOLOGIE EST BASÉE SUR L'APPLICATION D'ESSAIS DE CHARGEMENT DYNAMIQUE À FAIBLE CONTRAINTE. DANS CET ARTICLE SONT PRÉSENTÉS LA MÉTHODOLOGIE, LES ESSAIS DE VALIDATION RÉALISÉS SUR DES MICROPIEZOMÈTRES CONSTRUITS DANS UN SITE EXPÉRIMENTAL ET DES ESSAIS DE VALIDATION EN CONDITIONS RÉELLES.

INTRODUCTION & CONTEXTE

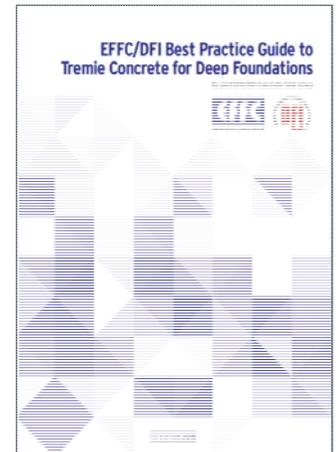
En raison de leur facilité de réalisation et de leur domaine d'application étendu, l'utilisation des micro-piezomètres a été fortement augmentée depuis leur création. Mais compte tenu de la variété des techniques et des technologies disponibles pour leur réalisation et de l'influence de différents facteurs (technique de réalisation du forage, méthode de scellement, type de béton) sur leur comportement, il est nécessaire

de pouvoir contrôler in situ le comportement des micro-piezomètres afin de vérifier les hypothèses de calcul ainsi que les paramètres mesurés. À l'heure actuelle, la méthode la plus utilisée en France pour contrôler un micro-piezomètre est l'essai de chargement statique en traction (NF P 94-150-22, figure 2). Néanmoins, cette méthode pose de nombreux inconvénients techniques : l'ancrage, le temps de mise en œuvre, la durée de réalisation

1- Réalisation des micro-piezomètres par Scafrainc Foundations (vue générale du chantier)

1- Exécution de micro-piezomètres par Scafrainc Foundations (vue générale du site)

et le coût de l'essai. En conséquence, cet essai ne peut pas être automatisé et ne peut être utilisé que pour des chantiers de taille importante, et difficile à réaliser. Il apparaît donc nécessaire d'explorer les possibilités de développement d'une nouvelle méthodologie d'estimation de la capacité portante en service des micro-piezomètres adaptés aux conditions d'usage, qui soit rapide, facile et économiquement réaliste. Pour ce faire



FERREC



Appel à projets 2018

« Des innovations numériques pour la conception, la construction, l'évaluation et la maintenance des infrastructures »

- Montant maximal de financement : 50 k€ TTC
- Clôture de l'appel à projets : vendredi 1er juin 2018 à 12 heures.



**LES TRAVAUX
PUBLICS** FÉDÉRATION
NATIONALE

Bonne journée à toutes et tous