

La lettre de la Géotechnique

Le lien entre les Géotechniciens francophones

NUMÉRO 56

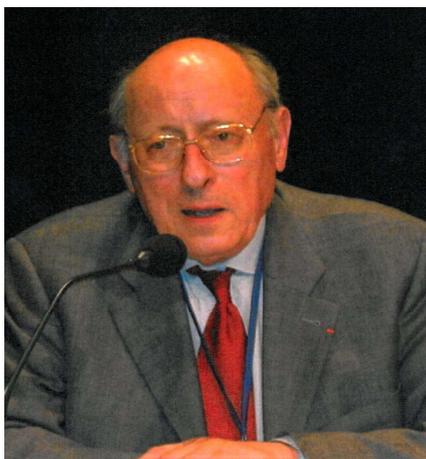
JANVIER 2011

Si vous le pouvez, consultez la Lettre de la Géotechnique dès sa parution sur l'un des sites Internet suivants :

- du Comité Français de Mécanique des Sols et de Géotechnique : <http://www.geotechnique.org>
- de la Société Internationale : <http://www.issmge.org>

Nouvelles

Hommage à la mémoire de Marcel ARNOULD



Marcel Arnould (1927-2011)

Marcel Arnould nous a quittés le jeudi 13 janvier 2011. Il aurait eu exactement 84 ans le jour de ses obsèques le 19 janvier dernier. À cette occasion, nous lui avons rendu un premier hommage et avons exprimé auprès de sa famille toute la reconnaissance que beaucoup d'entre nous lui portent, notre haute estime, notre amitié, notre affection.

Des messages, venus des quatre coins du monde, ont souligné ses qualités personnelles, sa bonté, son énergie, son enthousiasme communicatif. L'action du Professeur Arnould a été déterminante pour des générations de jeunes chercheurs, géologues, ingénieurs. Il a guidé ou accompagné les parcours professionnels de beaucoup d'entre nous, nous encourageant à dépenser de l'énergie pour une cause professionnelle du plus haut intérêt. La géologie de l'ingénieur est fortement ancrée dans les sciences de la Terre, et s'appuie aussi sur les sciences mécaniques et les sciences hydrologiques. Il nous a appris que l'expertise correspondante se construit beaucoup par une longue et raisonnée pratique des terrains géologiques et par les retours d'expérience sur événements, en particulier relatifs aux ouvrages du génie civil. Marcel Arnould nous a aussi enseigné le « Design with Nature » de Ian Mc Harg, non pas « Composer avec la Nature », mais « Concevoir en harmonie avec la Nature ».

Marcel Arnould était Diplômé de la section d'Études Géologiques et Minières de l'École des Mines de Paris en 1949. Il a été Géologue de la France d'Outre-Mer de 1949 à 1960. Il était docteur-ès-sciences en 1961, après un travail de cartographie géologique en Côte-d'Ivoire et Haute-Volta (actuellement Burkina Faso). Son mémoire de thèse d'état « Étude des massifs de migmatites et de granites précambriens du Nord-Est de la Côte-d'Ivoire et de la Haute-Volta méridionale » a été publié dans les Mémoires du BRGM.

Marcel Arnould a été Chargé de Cours, puis rapidement Professeur de Géologie Appliquée à l'École des Mines de Paris, de 1965 à 1996, puis professeur honoraire. Il a été directeur de la Section d'Études Géologiques et Minières de l'École des Mines de Paris de 1971 à 1990. Il a été Professeur de Géologie Appliquée aux Travaux Publics, à l'École Nationale des Ponts et Chaussées de 1961 à 1978, puis professeur honoraire. Il a ainsi, au sein de l'École des Ponts, formé de nombreuses promotions d'élèves, d'ailleurs plus nombreux qu'à l'École des Mines, leur faisant découvrir la géologie et l'engineering geology. Il a été membre du Conseil scientifique du LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) de 1962 à 1993. On lui doit d'avoir créé le réseau des géologues des laboratoires des Ponts et Chaussées, apportant ainsi de précieuses compétences géologiques dans tous les laboratoires régionaux.

Marcel Arnould a fondé le Centre de Géologie de l'Ingénieur de l'École des Mines de Paris et l'a dirigé de 1970 à 1994, puis est devenu Conseiller scientifique du Centre. Ce Centre de Géologie de l'Ingénieur est devenu centre commun à l'École des Mines de Paris et à l'École Nationale des Ponts et Chaussées en 1979, puis aussi centre commun avec l'Université de Marne-la-Vallée en 2000. Il a été intégré en 2006 dans une plus vaste structure : le Centre de Géosciences de Mines ParisTech.

Marcel Arnould a été fondateur du Centre d'Études Supérieures pour l'Exploitation des Carrières et Mines à Ciel Ouvert (le CESECO) dans le cadre du CEMAT : Centre d'Études Supérieures des Matières Premières du Ministère de l'Industrie, et son directeur de 1985 à 1996, puis conseiller scientifique.

Marcel Arnould a fondé en 1964 à New Delhi, avec quelques précurseurs, l'AIGI : Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur dont il a été le Secrétaire général de 1964 à 1972, puis le Président de 1972 à 1978. Il est devenu Président d'honneur en 1978 en reconnaissance de sa contribution à la géologie de l'ingénieur – l'engineering geology et au développement de cette discipline sur le plan académique. L'AIGI est devenue en 1997 l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement. Affiliée à l'Union Internationale des Sciences Géologiques, elle regroupe aujourd'hui plus de 5000 membres actifs répartis dans une cinquantaine de groupes nationaux.

Marcel Arnould a été fondateur du Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur et premier rédacteur-en-chef de 1970 à 1972, puis membre du Comité de rédaction, la revue étant actuellement éditée chez Springer. Il a été fondateur du Groupe français de l'AIGI : le CFGI (Comité Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement), vice-président de 1968 à 1972 (Jean Goguel en était le Président), puis Président de 1972 à 1975, Président d'honneur depuis 1979. Il a été Président des Comités scientifiques du Symposium international Géocône : « Géologie et confinement des déchets toxiques » et du Symposium international Geoline : « Géologie et Infrastructures linéaires », organisés par le CFGI, respectivement en 1993 et 2005. Il a été le Président du Jury du Prix Jean Goguel, de 1997 à 2007, prix décerné par le CFGI.

Marcel Arnould était Professeur conseiller du Laboratoire de Géomécanique de l'Institut de Géologie de l'Académie des sciences à Pékin. Il a été Conseiller de la Société Géologique de France de 1977 à 1979. À partir de 1992, il a été rédacteur-en-chef de la revue « Engineering geology » chez Elsevier.

Marcel Arnould avait reçu en 1980 la médaille Hans Cloos de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, en 1984 la médaille Leopold Von Buch de la Société Géologique d'Allemagne, en 1989 la médaille Jules Gosselet de la Société Géologique de France. Il était depuis 1982 Dr Honoris Causa de l'Université Technique de Prague et depuis 1993 Dr Honoris Causa de l'Institut des Mines de Saint-Petersbourg. Marcel Arnould était Chevalier de la légion d'honneur depuis 1994.

Marcel Arnould a dirigé, puis co-dirigé, environ 130 thèses : thèses de 3^{ème} cycle et de docteur – ingénieur, puis thèses de doctorat pour l'Université Paris VI, l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris et l'École Nationale des Ponts et Chaussées. Il a publié, à notre connaissance, environ 160 articles, s'intéressant rapidement aux applications de la géologie dans les domaines du génie civil, de la mine, des matériaux, de la cartographie géotechnique, des risques naturels, du stockage des déchets.

ROGER COJEAN
Président du Comité Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement

Un nouvel Institut de recherche en France

Le LCPC et l'INRETS ont fusionné pour donner naissance à l'IFSTTAR

Alors que le changement climatique et les enjeux du développement durable posent de nombreux défis à nos sociétés urbaines, les obligeant à repenser profondément leurs modes d'aménagement des territoires, les services et l'ingénierie associés, le Gouvernement français a décidé de rapprocher le Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) et l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) pour contribuer à relever ces défis en formant un nouvel établissement public à caractère scientifique et technologique couvrant les champs de la mobilité et de la construction.

Au 1er janvier 2011, le Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) et l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) ont fusionné pour donner naissance à l'IFSTTAR, Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux. Ce nouvel ensemble comprend 1300 agents, dont plus de 600 chercheurs et ingénieurs.

Les divisions du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées ont été regroupées en cinq départements :

- département *Infrastructures de mobilité* qui traite des problématiques liées à la mobilité des biens et des personnes, sur route ou voie ferrée, en prenant en compte les enjeux sociétaux contemporains sur la sécurité des transports, la durabilité des infrastructures et la préservation de l'environnement ;
- département *Mesure, auscultation et calcul scientifique* en charge du développement d'outils conceptuels et opératoires pour les secteurs de la construction et des transports. Il répond aux enjeux de performances énergétiques ou environnementales, de durabilité et de sécurité des ouvrages de toute nature ;
- département *Matériaux* qui s'inscrit dans les thématiques « Économies d'énergie et de ressources naturelles non renouvelables » et « Durabilité et risques » liés à la route et aux ouvrages d'art ;
- département *Structures et ouvrages d'art*, qui étudie les structures de génie civil et les grandes constructions dans une logique d'extension de la durée de vie des ouvrages et de diminution de leur empreinte écologique ;
- département *Géotechnique, Eau et Risques* (voir ci-dessous).

Département « Géotechnique, Eau et Risques » de l'IFSTTAR (France)

Suite à la fusion du LCPC et de l'INRETS et à une réorganisation générale, un département « Géotechnique, Eau et Risques » a été créé au sein de l'IFSTTAR. Ce département rassemble les activités et compétences liées aux études géotechniques, aux pollutions et aux risques naturels :

- propriétés mécaniques des sols et des roches (essais en place et en laboratoire) (sol naturel, remblais) (statique et dynamique) ;
- conception et calcul des ouvrages en terre ;
- interaction sol-structure (calcul d'ouvrages géotechniques, Eurocodes 7 et 8, modélisation numérique) ;
- risques naturels : glissements de terrain, effondrements rocheux, séismes, inondations, sécheresse ;
- pollution des eaux et des sols, utilisation de matériaux recyclés ;
- hydrologie urbaine et gestion des eaux usées.

Implanté sur trois sites (Paris, Nantes-Bouguenais, Grenoble), le département est issu principalement du regroupement des anciennes divisions MSRGI (Mécanique des Sols, des Roches et de la Géologie de l'Ingénieur), RMS (Reconnaissance et Mécanique des Sols) et Eau et Environnement.

Ses contacts externes sont les centres de recherche en géotechnique et géosciences, et les professions du génie civil et de l'environnement. Ses métiers se rattachent aux thématiques de la mécanique des sols et des roches, de la géologie de l'ingénieur, de l'hydrologie, de la chimie environnementale, de la minéralogie appliquée, de la mécanique des fluides et de la modélisation physique et numérique (...).

Le département « Géotechnique, Eau et Risques » (GER), sous la responsabilité de Jean-Pierre Magnan, est organisé en sept groupes d'études et recherches :

- Séismes et vibrations (Paris, Nantes-Bouguenais, Grenoble) ;
- Propriétés des sols, des roches et des ouvrages (Paris) ;
- Conception et calcul des ouvrages géotechniques (Paris) ;
- Hydrologie et drainage urbain (Nantes-Bouguenais) ;
- Pollutions des eaux et des sols (Nantes-Bouguenais) ;
- Terrassements et ouvrages en terre (Nantes-Bouguenais) ;
- Modélisation physique en géotechnique (Nantes-Bouguenais).

Le département comprend 85 agents et 50 doctorants, stagiaires et visiteurs.

Calendrier des réunions

Les réunions ne sont jamais annoncées deux fois. Voir les précédentes éditions de la lettre.

RENCONTRES GEOSYNTHETIQUES 22-24 mars 2011 (Tours, France)

Les « Rencontres Géosynthétiques », colloque biennal du Comité Français des Géosynthétiques (CFG), chapitre français de « l'International Geosynthetics Society (IGS) », se tiendront du 22 au 24 mars 2011 à Tours.

Le but de ces Rencontres est de réunir des ingénieurs et des techniciens proches du terrain : maîtres d'œuvre, entrepreneurs, producteurs, distributeurs, hommes et femmes de bureaux d'études et de laboratoires, afin qu'ils échangent leur expérience en matière d'application des géosynthétiques (géotextiles, géomembranes et produits apparentés) sur des cas concrets en faisant part de leurs succès mais également de leurs difficultés.

Les différentes utilisations des géosynthétiques dans les domaines du génie civil et surtout de la protection de l'environnement seront abordées, à partir de cas réels d'ouvrages, au travers de communications orales, de posters, de débats et d'une exposition technique. Dimensionnement, dispositions constructives, spécifications, contrôles, innovations et comportement à long terme seront au cœur des exposés.

Les cas réels présentés illustreront une grande variété d'applications des géosynthétiques couvrant les fonctions essentielles de ces matériaux de construction, qui sont devenus des composants à part entière des ouvrages dans lesquels ils sont utilisés : infrastructures routières et ferroviaires, procédés de renforcement, ouvrages hydrauliques, traitement des sols pollués, lutte anti-pollution, dispositifs d'étanchéité (conception, comportement et contrôle).

Principal colloque francophone consacré aux géosynthétiques, les « Rencontres » sont devenues l'occasion d'échanges privilégiés avec des praticiens des pays frontaliers mais aussi avec ceux de pays plus éloignés, du Canada et d'Afrique en particulier.

Contact : Secrétariat des Rencontres Géosynthétiques 2011 – Séverine Beaunier, Ponts Formation Edition, 15 rue de la Fontaine au Roi, 75127 Paris cedex 11. Tél. : 33 (0) 1 44 58 28 07 – Fax : 33 (0) 1 44 58 28 73, Severine.Beaunier@enpc.fr

Site internet : <http://www.rencontresgeosynthetiques.org>

SOLSCOPE 22-23 juin 2011 (Beaune, France)

9^{ème} Salon national de la Géotechnique du Forage et des Fondations

Ces journées se tiennent tous les deux ans et représentent aujourd'hui le rendez-vous traditionnel des professionnels de l'ingénierie géotechnique, du forage et des fondations ainsi que de leurs partenaires. La géotechnique est essentielle dans tout projet de construction, elle est le gage d'un développement durable. SOLSCOPE, au fil des années, poursuit et accroît son rôle de lieu d'échanges entre tous les partenaires de la géotechnique. Maîtres d'ouvrages, bureaux d'études, chercheurs, foreurs, contrôleurs, entrepreneurs, assureurs, experts, avocats, fabricants et distributeurs de matériels... trouvent dans SOLSCOPE un colloque rassembleur et ouvert afin que les différents intervenants se comprennent mieux, chacun dépendant de tous les autres dans l'acte de construire.

Depuis 2007, le SOFFONS s'est joint aux partenaires d'origine pour apporter sa contribution au programme. Le monde des fondations spéciales poursuit son implication dans les ateliers du salon SOLSCOPE. En 2011, les foreurs d'eau seront à nouveau présents à SOLSCOPE, des ateliers autour de ce thème seront organisés avec la collaboration du S.F.E. (Syndicat des Foreurs d'Eau).

Le secteur de la géothermie sera représenté pour la première fois cette année à SOLSCOPE

Contact : <http://www.solscope.fr>

Espaces souterrains de demain 17-19 octobre 2011 (Lyon, France) 13^{ème} Congrès International de l'AFTES

L'AFTES (Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain) invite les différents acteurs de la profession, maîtres d'ouvrages, ingénieurs, bureaux d'études, architectes, urbanistes, entrepreneurs et fournisseurs, à des échanges techniques autour de cinq grands thèmes, dédiés à la construction et à l'exploitation des ouvrages souterrains ainsi qu'à l'aménagement du sous-sol.

Thème A : Le sous-sol, outil privilégié de la ville durable

La ville du futur, plus dense, ne pourra se passer de son sous-sol :

- Comment articuler et planifier de façon cohérente l'aménagement de la surface du sous-sol ?
- Comment favoriser la mixité des usages du sous-sol, en vue de mieux justifier et rentabiliser les opérations ?
- Comment intégrer les bénéfices non monétaires pour la collectivité ?
- Comment mieux valoriser l'intérêt climatique du sous-sol ? Quel impact en termes de CO2 ?

Thème B : Innovations techniques en travaux souterrains

Les progrès techniques s'accroissent, et les retours d'expérience ou rétro-analyses de chantiers sont plus que jamais souhaités :

- Quelles ont été les clés du succès des grands tunnels récents percés dans les montagnes suisses, italiennes, espagnoles ?
- La frontière entre creusement au tunnelier et méthode conventionnelle s'est-elle déplacée ?
- Comment optimiser la construction des lignes de métro : technique, financement et sécurité ?
- Quelles innovations récentes permettent de sécuriser la réalisation de travaux souterrains en site urbain ?

Thème C : La longue vie des ouvrages souterrains

Les soucis de l'exploitation, et les équipements associés, prennent une part croissante dans la conception et le coût global des ouvrages :

- Comment mieux intégrer les nécessités de l'usage (exploitation et maintenance) dès le stade de la conception ?
- Quelles leçons tirer de la remise à niveau des tunnels routiers suite aux incendies des années 1990 ?
- Quelles innovations pour faciliter le diagnostic, la réparation et la réhabilitation des ouvrages ?

Thème D : Faire aimer les espaces souterrains

Les espaces souterrains de demain doivent devenir eux aussi des lieux agréables pour tous :

- Le sous-sol peut-il devenir un objet architectural ? Comment en faire un lieu de passage (ou de travail) attractif, aéré, accessible, sûr ?
- Quels exemples de travaux souterrains propres et sans impact pour les riverains et l'environnement ?
- Comment "urbaniser le sous-sol", pour libérer la surface et réunifier par en-dessous une ville éclatée ?

Thème E : Financement et contractualisation des projets

Les travaux souterrains présentent par nature une forte incertitude. Une contractualisation qui intègre les risques pourrait être un maillon essentiel de la maîtrise des coûts :

- Comment mieux associer les acteurs économiques au financement des ouvrages ?
- Comment répartir entre les acteurs les risques inhérents aux travaux souterrains ?
- Comment fiabiliser les estimations initiales, et bien adapter les études et reconnaissances aux enjeux réels ?
- Comment maîtriser l'augmentation du coût unitaire des projets du fait des exigences de sécurité ?
- Comment faire évoluer les contrats d'étude et de travaux souterrains vers un partenariat ?

Contact : <http://www.aftes.asso.fr>

Réunions techniques CFGI, CFMR et CFMS

Comité Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement (CFGI)

24 mars 2011 : Assemblée générale et séance technique « PPR et autres cartographies d'aléa »

12 mai 2011 : « Apport de la géologie de l'ingénieur dans les travaux de recherche relatifs au génie civil »

10-11 juin 2011 : journées régionales dans les Pyrénées orientales

Comité Français de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CFMS)

16 mars 2011 : journée « Modélisation numérique en géotechnique »

12 mai 2011 : journée franco-belge « Soutènements et fouilles » (Lille, France)

10 juin 2011 : assemblée générale du CFMS et conférence Coulomb
5 octobre 2011 : journée « Inclusions rigides : recommandations et études de cas »
2 décembre 2011 : journée franco-britannique « Grands travaux et conception interactive »

Contact : pour les trois comités www.geotechnique.org. Sur le site, on peut télécharger gratuitement les supports électroniques des exposés des précédentes réunions techniques.

Revue de Presse

Géosciences, revue du BRGM

Dans le n° 12 (décembre 2010) :

- Géologie du bassin de la Loire
P. NEHLIG
- La Loire : de la carrière au monument
D. PRIGENT
- Que nous apprennent les vestiges des très vieux ponts de la Loire ?
A. DUMONT
- La Loire souterraine : circulations karstiques dans le Val d'Orléans
A. GUTIERREZ, S. BINET
- La Loire, usine à carbonates
C. GROSOBOIS, J.-G. BREHERET, F. MOATAR, PH. NEGREL
- Signatures géochimiques de la Loire
PH. NEGREL, S. RAD
- Les zones humides, un patrimoine remarquable
L. MAMAN, L. VIENNE
- La Loire à l'épreuve du changement climatique
F. MOATAR, A. DUCHARNE, D. THIERY, V. BUSTILLO, E. SAUQUET, J.-PH. VIDAL
- Les atouts énergétiques du bassin de la Loire
V. BOUCHOT, PH. CALCAGNO, A. GENTER
- Les richesses minérales de la Loire
J.-P. CARROUE
- Tableau géographique des paysages ligériens
R. BARRAUD, N. CARCAUD, H. DAVODEAU, D. MONTEMBAULT

Contact : Direction de la Communication et des Editions du BRGM, 3 avenue Cl. Guillemin, 45060 Orléans cedex 2, +33 2 38 64 37 84, communication@brgm.fr

Revue Française de Géotechnique

Dans le n° 130 (1^{er} trimestre 2010) :

- Contribution au calcul des fondations des grues. Réflexions pour l'élaboration de futures recommandations
M. GLANDY, M. BUSTAMANTE, J.-M. PAILLE
- Modélisation physioque de pîeux hélicoïdaux mis en place dans du sable
C. DE HOLLANDA CAVALCANTI TSUHA, N. AOKI, G. RAULT, L. THOREL, J. GARNIER
- Analyse et dimensionnement fiabilistes des fondations superficielles filantes avec ou sans prise en compte des efforts sismiques pseudo-statiques
D. YOUSSEF ABDEL MASSIH, A.-H. SOUBRA
- Effet de la variabilité spatiale du sol dans l'étude du comportement des fondations superficielles filantes
D. YOUSSEF ABDEL MASSIH, A.-H. SOUBRA
- Effets de sollicitations hydriques cycliques sur le gonflement d'un sol argileux traité à la chaux
O. CUISINIER, D. DENELEE

Dans le numéro double 131-132 (2^{ème} et 3^{ème} trimestres 2010), numéro spécial « Retours d'expériences sur des événements catastrophiques à caractère géologique et géotechnique en Europe » :

- Malpasset, la seule rupture totale d'un barrage-voûte
P. DUFFAUT
- La fissuration des gneiss de Malpasset
P. HABIB

- Avant-propos au rapport géologique Malpasset de J. Goguel
B. GOGUEL
- Rapport géologique Malpasset
J. GOGUEL
- Les leçons de Malpasset. Leur application aux projets de barrages d'aujourd'hui
A. CARRIERE
- Le glissement du Vajont, ses enseignements et ses retombées pour EDF et les exploitants de barrages
G. CASTANIER
- L'éboulement du mont Granier en novembre 1248
M. PANET
- Aux origines de la réglementation française actuelle en matière de mouvements de versants : la coulée du plateau d'Assy en 1970
P. ANTOINE, J. DEBELMAS, J.-L. DURVILLE
- L'effondrement en cours de construction du tunnel « METEOR »
M. RAT
- L'effondrement du tunnel de chemin de fer de Vierzy
P. HABIB
- Tunnel ferroviaire de Vierzy : vieillissement, altération des maçonneries calcaires. Causes de l'effondrement catastrophique du 16 juin 1972
M. ARNOULD
- Maintenance des tunnels ferroviaires
J.-C. DAUMARIE
- L'effondrement de 1873 à la mine de Varangéville
P. BEREST, B. BROUARD, B. FEUGA, M. KARIMI-JAFARI
- Analyse en retour d'expérience de deux effondrements miniers : cas des mines de charbon de Coalbrook (Afrique du Sud) et de Gardanne (France)
C. DIDIER, N. VAN DER MERWE
- Apport des retours d'expérience pour la mise en sécurité dans les mines de fer de Lorraine
J.-P. JOSIEN, J.-P. PIGUET, G. VOUILLE

Contact : Presses des Ponts et Chaussées, 15 rue de la Fontaine au Roi, 75011 Paris, France, Fax : +33 1 44 58 27 44, presses.ponts@mail.enpc.fr
Site Internet : <http://pressesponts.enpc.fr>

Tunnels et Espace Souterrain (TES)

Outre les informations habituelles, le numéro n° 219 de mai-juin 2010 présente une nouvelle rubrique consacrée aux métiers et aux emplois dans le domaine des constructions souterraines. Le premier article de cette série est consacré au rôle, de plus en plus important, des femmes dans les différentes branches de la spécialité.

Dans la rubrique « *AFTES Infos* » on relève, entre autres informations, les nouvelles suivantes.

- En Suisse, l'Office fédéral des routes compte lancer pour la période 2011-2015 un programme de rénovation de tunnels routiers comprenant les installations de secours et les équipements électriques de ventilation et de signalisation. Tous les ouvrages à moderniser sont situés en Suisse alémanique : Gothard (16,9 km), Seelisberg (9,3 km), Sachsel (5,2 km), Giessbach (3,3 km) et le tunnel de Gléresse (Ligers) sur la route de Neuveville à Bienne. Des travaux seront aussi réalisés sur la liaison Schaffhausen-Mutzentäli comportant la construction et la rénovation de deux ouvrages souterrains. En outre, le Canton de Lucerne prévoit la réalisation de travaux d'aménagement des tunnels de Reussport (0,6 km) et de Sonnenberg (1,55 km) sur l'autoroute A2 entre les localités d'Emmem et de Krienz.
- À Amsterdam, la première section du tunnel bi-tube du métro nord-sud, reliant la gare centrale à la station de Rokin, sera excavée sur une longueur de 700 m par deux tunneliers d'un diamètre de 6,83 m. Ceux-ci creuseront aussi les tronçons reliant les stations construites en tranchées couvertes au départ de la station Place de l'Europe (Europaplein) près du ring sud de la ville, en retournant vers Rokin par les stations Ceintuurbaan et Vijzelgracht. En outre, la ligne, d'une longueur totale de 9,8 km, comporte des sections en surface, en tranchées couvertes ou creusées par des méthodes traditionnelles ainsi qu'un tunnel immergé long de 420 m.

La rubrique « *Chantiers* » présente les communications suivantes :

- Prolongement de la ligne 4 du métro de Paris à Montrouge. Confortement in situ de carrières souterraines par Ch. Blouet.

- Un chantier exceptionnel : la centrale des Bois à Chamonix par P. Divoux, L. Buissart, D. Baffert et P. Jouchoux.

La rubrique « *Technique* » fait état de l'étude intitulé :

- Approche du fonctionnement et du dimensionnement d'une voûte renforcée par boulons scellés et béton projeté par J. Launey.
- ainsi que d'un Avis du CETU concernant
- Les Procédés d'étanchéité utilisés dans les ouvrages souterrains par G. Mazzoleni et J-N. Louchart.

Finally, le Comité technique de l'AFTES présente la recommandation N° GT9R18F1 concernant le « Comportement au feu et à la protection sanitaire spécifiques aux procédés d'étanchéité lors de leur mise en œuvre en milieu confiné ». Le texte est présenté par J-L. Mahuet, animateur du groupe de travail n°9 *Etanchéité des ouvrages souterrains* et un groupe de collaborateurs.

La rubrique « *AFTES Infos* » du numéro n° **220** de juillet-août 2010 fait état des informations suivantes.

- En France : la centrale nucléaire de Penly, en construction à 11 km au nord-est de Dieppe sur la cote de la Manche en Haute Normandie, doit être équipée de deux structures de rejet en mer pour assurer le fonctionnement du circuit de refroidissement du réacteur. L'une de ces structures est constituée d'un puits à terre de 55 m de profondeur et l'autre d'un puits en mer de 60 m de profondeur. Une galerie de 5 m de diamètre et 1000 m de longueur relie les deux structures. La réalisation de la galerie est l'objet d'une étude pour déterminer si elle serait excavée dans les couches de craie à 35 m de profondeur avec un tunnelier pressurisé ou dans les argiles avec un bouclier à attaque ponctuelle (fraise ou godet).
- La ville de Rennes va construire une seconde ligne de métro d'une longueur de 12,7 km. Elle comprendra un tronçon en tunnel de 7,7 km entre le Square du Gast et Cleunay excavé au tunnelier à une profondeur d'environ 20 m. En outre, on construira deux tranchées couvertes d'une longueur cumulée de 1,6 km.
- L'excavation de la troisième galerie de reconnaissance de Saint-Martin La Porte (2,4 km de longueur) de la liaison ferroviaire Lyon-Turin a été achevée. La mise en évidence de conditions géologiques fort complexes requière la construction d'une galerie de reconnaissance additionnelle d'une extension d'au moins 2 x 300 m. La section de la liaison Lyon-Turin reliant Lyon Saint-Exupéry à Avressieux est une ligne mixte fret-passagers qui comporte les tunnels de Grenay (1,4 km de longueur), de Bourgoin-Jalieu (7 km), de Sainte Blandine (3,3 km) et de Bâtie-Mongascon (7,5 km). À Avressieux la ligne se double, les formations passagers traversent les tunnels de Dullin et de l'Épine et celles de fret le tunnel de la Chartreuse (24,7 km). Au sud du Mont Melin les voies se rejoignent pour franchir 27 km en souterrain, dont le tunnel de Belledonne (20 km), pour aboutir au tunnel de base du Mont Albin à la frontière avec l'Italie. Coté italien une liaison préliminaire est à l'étude et un nouveau tracé a été proposé entre Piémont et Val de Suse.
- En Belgique, la ville de Bruxelles prévoit la construction d'une extension du métro reliant la Gare du Nord (ligne n° 4) aux communes du nord de la Région-Capitale, Schaerbeek, Evere et Bruxelles-Haren sud. D'une longueur de 4 km en souterrain, elle pourrait comporter 7 stations : Liedts, Pavillon, Verboekhoven, Demolder, Riga, Helmet, Paix et Bordet.

La rubrique « *Chantiers* » présente les communications suivantes.

- Projet des tunnels d'Hallandsås – Un défi technique par F. Dudouit et W. Burger.

Ce projet est un projet majeur d'infrastructure en Suède. Dans le passé, il a été arrêté à deux occasions pour des raisons techniques et environnementales. En 2004, commença la troisième tentative pour finaliser les tunnels, fondée sur une nouvelle solution technique avec un tunnelier au rocher revêtement bi-mode et un revêtement voussoir étanche. La grande hétérogénéité de la masse rocheuse, la pression hydrostatique élevée (jusqu'à 15 bars) et la présence de longues zones très aquifères rendent les conditions de creusement très difficiles. La conjonction de ces conditions et de contraintes environnementales très sévères font de ce projet un défi. En juin 2010, environ 90 % du premier tunnel était creusé et la Molleback zone, la faille la plus difficile, était passée.

- Centrale de pompage-turbinage Nant de Drance: les défis d'un grand projet hydroélectrique dans les Alpes valaisannes par G. Seingre.

La centrale de pompage-turbinage Nant de Drance (4x150MW) produira dès 2015 de l'énergie électrique de pointe. Deux galeries d'adduction de 1,7 km et deux puits verticaux de 470 m relieront les lacs d'Emosson (1930 m) et du Vieux-Emosson (2205 m). Le projet est estimé à 990 millions de Francs suisses. Les travaux ont débuté en septembre 2008. La réalisation d'un tel projet en milieu alpin comporte de nombreux défis techniques.

- Bezons(92)- CSM Bessac réalise un microtunnel en tuyaux PRV \varnothing 1800 mm par J-N. Lasfargue.

Aujourd'hui, le marché français des collecteurs d'assainissement réalisés par la technique du fonçage au microtunnelier a pris son essor. La réalisation de tronçons d'ouvrages longs sans puits intermédiaires et de tracés courbes se généralise, et les gros diamètres deviennent de plus en plus courants. Les tuyaux mis en œuvre sont en béton armé ou en PRV (Polyester Renforcé de fibres de Verre). Ces derniers sont utilisés, dans l'hexagone, depuis plusieurs années. Cependant, les ouvrages réalisés n'ont jamais eu un diamètre supérieur à 1600 mm. Ce n'est plus le cas depuis le 10 mars dernier, date à laquelle s'est achevée la construction du premier microtunnel avec des tuyaux en PRV de 1800 mm de diamètre. Cette performance a été réalisée dans le cadre de la construction du collecteur d'alimentation du Bassin de stockage-restitution situé Place des fêtes à Bezons, un projet lancé par le Syndicat d'Assainissement de la Boucle de Seine (S.A.B.S.).

La rubrique « *Technique* » fait état de l'étude intitulé :

- Les conditions climatiques dans les très longs tunnels ferroviaires par R. Bopp, V. Langner et M. Burghart.

La température et le degré d'humidité à l'intérieur d'un tunnel sont deux paramètres importants à prendre en compte pour y mener une intervention en toute sécurité et procéder à l'entretien du tunnel. L'allongement des tunnels et l'épaississement de la couverture rendent les conditions climatiques d'autant moins favorables. Pour remédier à ce phénomène, il convient de prévoir le climat à partir de simulations réalisées sur ordinateur pour ensuite définir une méthode d'isolation au niveau du revêtement du tunnel.

- La séquestration du CO₂ par J. Schittekat.

La capture et la séquestration géologique du dioxyde de carbone sans être une panacée vont néanmoins contribuer significativement à l'effort de la réduction des gaz à effet de serre. La séquestration permettra de piéger en profondeur le dioxyde de carbone des grands émetteurs tels que centrales électriques, usines métallurgiques, cimenteries. Les questions fondamentales sont traitées ainsi que les modes de sélection des sites. Quelles sont les techniques de stockage et quels sont les mécanismes du piégeage du dioxyde de carbone? Quelles sont les techniques les plus éprouvées? Quelles sont les capacités de stockage et où les capacités suffisantes sont-elles les plus susceptibles d'être trouvées en Europe? Quels sont les risques majeurs?

La rubrique « *AFTES Infos* » du numéro n° 221 de septembre-octobre 2010 fait état, parmi d'autres nouvelles à caractère général, des informations suivantes.

- En Suisse, le percement du plus long tunnel ferroviaire au monde, celui du Saint Gothard, s'est achevé le 15 octobre 2010. Entre le portail nord à Erstfeld dans le Canton d'Uri et le portail sud à Bodio dans le Canton du Tessin, l'ouvrage fait une longueur de 57 km. Le tunnelier a abattu avec une grande précision (écart horizontal 8 cm et écart vertical 1 cm) les derniers pans de roche dans une section de la galerie est du tunnel située à environ 6 km au sud du puits vertical de Sedrun (800 m de profondeur) au droit de la vallée de la Surselva (Rhin antérieur) dans le Canton des Grisons et le point d'attaque de Faldo dans le Canton du Tessin. L'achèvement de l'ouvrage est prévu pour décembre 2017.
- En France, les couloirs des LVG lignes à grande vitesse Bordeaux-Toulouse et Bordeaux-Espagne ont été définis. D'une largeur d'un kilomètre, le tracé définitif à y établir reste encore à l'étude. Vers Toulouse, l'insertion des voies nécessiterait la construction d'un tunnel entre Fronton et Pompignac à l'ouest de Toulouse. Vers l'Espagne, le tracé dans le Pays Basque (36 km) serait construit en souterrain sur au moins 50 % de sa longueur.

La rubrique « *Technique* » fait état des études intitulées.

- Calculs 3D prédictifs pour la conception des alvéoles de stockage de déchets radioactifs HAVL par V. Renaud et J. Morel.

Dans le cadre de l'expérimentation « alvéoles HA » au laboratoire souterrain de recherche de Bure (Andra), des modélisations mécaniques couplées (comportement différé ou hydromécanique) ont été réalisées pour prédire le comportement attendu des argilites à l'excavation d'une alvéole (contraintes, déplacements, EDZ). Elles sont ensuite comparées avec les mesures in situ (déplacements et pression interstitielle).

- Avantages comparés des installations superficielles et souterraines, compte tenu des progrès récents des travaux souterrains par J. Piraud

Lorsque la place a manqué en surface, les hommes se sont mis à construire en hauteur, de plus en plus haut, tout en enterrant certaines activités dans le sous-sol proche : égouts, métros, réseaux divers... Mais l'utilisation du sous-sol est restée longtemps un pis-aller, considéré comme coûteux et aléatoire, ou

réservé à des fonctions subalternes. Aujourd'hui, la conjonction des progrès techniques (il n'y a presque plus de « mauvais terrain »), des soucis environnementaux et de la crise énergétique conduit à multiplier les usages possibles du sous-sol, ce d'autant plus que le coût du terrain est élevé. Dans les villes de France et d'Amérique, après un siècle d'étalement urbain incontrôlé - et catastrophique pour l'environnement - la densification apparaît comme la condition nécessaire à un fonctionnement urbain plus durable. Mais la conception d'une « ville compacte » du futur impliquera forcément une utilisation accrue de l'espace souterrain. Hors des villes, l'aménagement du sous-sol offre de grandes potentialités pour toutes sortes d'activités : industrielles, logistiques, militaires, etc., du fait de ses qualités particulières d'isolation, de discrétion, de sécurité et de disponibilité. Ces qualités compenseront de plus en plus le surcoût de la construction en souterrain, surtout dans les sites géologiquement favorables que l'on est ici libre de choisir.

Dans la rubrique « *Chantiers* », on peut lire les communications suivantes.

- Auscultation des alvéoles HA du laboratoire souterrain de recherche (CMHM) par O. Gay, D. Allagnat, J. Morel et G. Armand.

Concernant le programme d'expérimentation des alvéoles HA (Haute Activité) au sein du Laboratoire Souterrain de Recherche de Meuse Haute Marne (CMHM), des auscultations ont été menées. Les inspections vidéos et photos, mesures de section et trajectométrie géoréférencées, ainsi que les mesures de convergence, température et hygrométrie à long terme, permettent de mieux analyser le comportement des alvéoles après creusement puis au cours du temps.

- Le Craeybeckxtunnel à Anvers par P. Buggenhoudt et M. Dolizy

Mieux connue, jusqu'en 1985, sous la dénomination E10, la E19 est l'une des autoroutes les plus importantes et les plus fréquentées en Belgique. Cette autoroute relie les deux villes les plus importantes : la capitale Bruxelles et la ville portuaire d'Anvers. En 2009, trente ans après son inauguration, une rénovation complète était inévitable. En plus du revêtement, un nombre d'équipements techniques tels que l'éclairage et la ventilation, mais également les cloisons pare-feu ont été complètement rénovés.

La rubrique « *AFTES Infos* » du numéro n° **222** de novembre - décembre 2010 fait état, parmi d'autres nouvelles à caractère général, des informations suivantes.

- En Italie, le CIPE Comité Intergouvernemental italien de Planification Economique a donné son accord pour la construction de la galerie de reconnaissance de Maddalena pour le tunnel de base Lyon-Turin. Située sous les communes de Chiomonte et Giaglione, cette galerie, longue de 7,5 km, sera excavée au tunnelier apportant un soin tout particulier à la préservation des ressources hydriques naturelles.
- En Italie, les projets de trois lignes à grande vitesse LGV seront poursuivis par le gouvernement italien. Il s'agit de la section Treviglio – Brescia (39 km de longueur) de la LGV Milan – Vérone, du tunnel de base Terzio Valico (28 km de longueur), situés sur une section longue de 54 km de la LGV Milan – Gènes ainsi que du tunnel de base du Brenner.
- En France, la ville de Rennes compte lancer en 2013 les travaux d'un tronçon du projet de la ligne B du métro urbain. Ce tronçon, d'une longueur de 12,7 km, comprend une section en souterrain de 7,7 km établie à 20 m de profondeur et deux tranchées couvertes de 1,6 km.
- En Suisse: le Comité pour l'achèvement de l'axe du Lötschberg, créé par les autorités des cantons de Berne et du Valais, portera son appui aux projets – tous situés en Suisse alémanique - d'extension dudit tunnel, d'accroissement de la capacité de transport dans la vallée de l'Aar entre Berne et Thoun, de construction d'une nouvelle gare souterraine à Berne ainsi qu'à celui du tunnel de Wisenberg, long de 12,8 km, à construire à Häfelfingen entre Bâle et Olten.

Dans la rubrique « *Technique* », on peut lire les articles suivants.

- Orientation des futurs projets de tunnels et leur incidence sur la conception des tunneliers par T. Camus et G. Fontanille.

L'ingénierie a toujours été un domaine de dépassement des limites et de records mondiaux et le secteur tunnels ne fait pas exception à la règle. Régulièrement est annoncé un nouveau record de tunnel à construire, le plus profond, le plus long, le plus grand... et le plus souvent, le projet se réalise avec succès, repoussant encore plus loin ces limites. Plusieurs méthodes de construction de tunnels sont en compétition, chacune présentant ses avantages et inconvénients. Ici comme ailleurs, la compétition favorise l'innovation ; il en résulte que les tunneliers (TBM) ont progressivement surmonté les défauts de leurs débuts et qu'ils sont aujourd'hui utilisés pour des projets de plus en plus exigeants. Dans le même temps, les ingénieurs de travaux publics et les constructeurs de tunnels prennent confiance dans la

technologie et les capacités accrues des TBM et alimentent ainsi cette recherche vers une polyvalence et des performances encore plus élevées. Dans cet article, sont examinés la situation et les orientations actuelles ainsi que les développements prévus dans le domaine des TBM afin de relever les défis que poseront les futurs projets de tunnels.

- Évolution des spécifications sur les géosynthétiques bentonitiques utilisés pour les ouvrages souterrains en France par J-L. Mahuet et G. Mazzoleni.

L'évolution des procédés et l'arrivée de la norme EN 13491 ont conduit l'AFTES à établir de nouvelles spécifications de caractérisation et de mise en œuvre des géosynthétiques bentonitiques (GSB). Celles-ci s'appuient également sur des essais en laboratoire permettant de vérifier l'évolution de la perméabilité des GSB soumis à une hydratation accidentelle avant confinement. A la lumière des résultats obtenus, cet article présente les principales spécifications et prescriptions de mise en œuvre qui seront exigées pour les marchés publics français dans la prochaine décennie.

- Améliorer la prise en compte des facteurs humains et organisationnels dans la sécurité des tunnels routiers par M. Tesson.

Le CETU a conduit de 2004 à 2009 un programme de recherche portant sur la prise en compte des facteurs humains et organisationnels dans la sécurité. Les premières orientations données à ces recherches ont fait l'objet d'une présentation dans la Revue Générale des Routes. Ces travaux ont produit de nombreuses avancées dans le domaine de la connaissance du comportement humain. Ils ont abouti à des propositions d'actions très concrètes en matière de conception de l'ouvrage, d'organisation de l'exploitation, de formation et d'information des usagers. De nombreux concepts novateurs ont été récemment développés sur la base de ces travaux de recherche. Après un bref rappel du contexte international et des objectifs de ces recherches, le présent article présente les principales connaissances capitalisées sur les facteurs humains dans la sécurité, et les principaux résultats et enseignements qui en ont été tirés du point de vue de la conception du tunnel, de l'organisation de l'exploitation et des actions vers les usagers.

Dans la rubrique « *Chantiers* », on peut lire les communications suivantes.

- Prolongation de la ligne 4 du métro parisien, lot T1: des techniques variées pour un lot complexe et délicat par V. Doré, B. Bizon, F. Billon, S. Leroux et L. Petit jean.

Pour le compte de la RATP et avec Xelis en tant que maître d'œuvre, le groupement d'entreprise BUSS réalise le lot T1 du prolongement de la ligne 4 du métro parisien. Ce lot comprend des travaux à ciel ouvert qui se raccordent sur les ouvrages existants du métro et des travaux en souterrain avec un passage à très faible profondeur (moins de 4,5 m de couverture) sous le boulevard périphérique et des immeubles d'habitation à Montrouge. Au total, 900 ml d'ouvrages souterrains de sections très diverses sont ainsi réalisés. Trois jeunes cadres de l'équipe travaux décrivent ce chantier (en particulier le creusement du tunnel courant en méthode Perforex de prédécoupage mécanique et prévoûtes), leur expérience pendant trois années de travail et les résultats des auscultations, sans omettre les difficultés rencontrées. Cet article fait suite à celui rédigé par Ch. Blouet (Xelis) qui décrivait les confortements préalables de carrières souterraines (TES n°219).

- Collecteur Maginot-Rennes. Deux tirs courbes de grande longueur au microtunnelier par D. Maître et P. Lacono.

Afin d'améliorer la qualité d'eau de la Vilaine, la Ville de Rennes a lancé la construction d'un stockage de 3300 m³ sous la forme d'un collecteur linéaire de 1340 m et de diamètre intérieur 1800 mm. La technique retenue pour ce chantier est celle du microtunnelage avec comme particularité sa réalisation en seulement deux tirs courbes de grande longueur (565 et 775 m). Pour répondre à ce défi technique, le Service des Travaux Spéciaux de la SADE a mobilisé un de ses ateliers complet de microtunnelage, en l'occurrence une machine Herrenknecht AVN1600TC, complétée d'une logistique comprenant les organes de poussée (station télescopique, stations intermédiaires) et le traitement du marinage (dessableur-dessilteur associé à une centrale de floculation et centrifugeuse), adaptés aux données géologiques du sous-sol rennais. En cours de chantier, ces équipements se sont révélés indispensables pour faire face aux fortes fluctuations géologiques (granulométrie, collage du terrain, pression) rencontrées en cours de terrassement.

P.J. HUERGO
ULB. Bruxelles

Annales du Bâtiment et des Travaux Publics

Dans le n° 2-3 (avril-juin 2010) :

- Analyse hydrodynamique d'un réservoir circulaire en béton armé, posé au sol
H. HAMMOUM, K. BOUZELHA, N.E. HANNACHI
- Couverture de la tranchée ferroviaire d'Hendaye
C. IGLESIAS

Contact : Annales du BTP, Éditions ESKA, 12 rue du Quatre-Septembre, 75002 Paris, Tél. : +33 1 42 86 55 73, Fax : +33 1 42 60 45 35, Site Internet : www.eska.fr

Travaux

Dans le numéro 874 (septembre 2010) :

- Projet Iter : nivellement d'un site de 40 hectares
S. ANDRE-MITSIALIS, P. SANCEY, J. MAITRE
- A89 section 9.2 Violay-La tour de Salvagny – Conception des terrassements dans un environnement complexe
A. GAGEY, S. THOUVEREY, S. BERNHARD
- Le futur métro-tramway léger de Lusail au Qatar
J. VERSCHUERE, R. RAAD
- Murs de Troinex sur l'autoroute A41 : modélisation et mise en œuvre de poutre tirantée poinçonnant le sol
F. BORSELLINO, B. MAZARÉ

Dans le numéro 875 (octobre 2010) :

- Le tunnel de drainage HKWDT sur l'île de Hong Kong
M. AUBRIT-CLOCHARD, PH. AUTUORI, D. ALTIER, B. KITZIS
- Les tunnels de l'autoroute A89 Est
J.-J. LACAZE, X. RICHER DE FORGES, H. TOURNERY, F. BULTEL
- Entre Loire et Rhône, le tunnel de Violay
A. MARTINOTTO, J. RENARD, M. GOUVERNEUR
- RATP Ligne 4, lot T1 : un concentré de méthodes pour la réalisation d'ouvrages souterrains
V. DORE ROQUETA, B. BIZON
- Centrale hydroélectrique des Bois en Haute-Savoie : travaux d'adaptation suite au recul de la Mer de glace
P. DIVOUX, L. BUISSART, D. BAFFERT, P. JOUCHOUX

Dans le numéro 876 (octobre 2010), « Ville durable » :

- La ville numérique
O. MONIE, F. BOUDINET
- Ville durable : le progrès passe par la mesure
C. GOBIN, G. THOMAS-VALLEJO
- Réhabilitation d'une friche industrielle – Terrain du Trapèze Est de Boulogne-Billancourt (France, 92)
C. ILLE, C. GOURVES
- Géothermie : le projet ENSTA Paris Tech
B. DEMARCQ
- La nouvelle gare TGV des Guillemins à Liège (Belgique)
J.-M. CREMIER, V. DE VILLE DE GOYET, C. COUNASSE, Y. DUCHENE, V. FAGNOUL
- Gare de Paris Saint-Lazare : une mutation ambitieuse
B. CAHEN

Dans le numéro 877 (Décembre 2010 - janvier 2011), « Innovation et génie civil »

- Projet de recherche TerDOUEST – Construction d'un remblai de référence pour tester le réemploi d'argiles très plastiques
C. HUNG
- Projet de recherche TerDOUEST – L'apport de nouveaux essais pour le réemploi des sols fins en terrassement
Y. BOUSSAFIR
- Projet de recherche REMPARE – La ré-ingénierie des merlons pare-blocs par composants anthropiques recyclés

M. DOUAILLAT, PH. GOTTELAND

- Biocalcis, un nouveau procédé de consolidation de sols par voie biologique

A. ESNAULT FILET, J.-P. GADRET, S. BOREL

- Biosealing, une technique écologique pour lutter contre les fuites et écoulements d'eau dans le sol

M.-N. LATIL, M. BLAUW, J. LAMBERT

- Pyxis, système de guidage de tunneliers par Bouygues Travaux Publics

P. MOULIN

- Projet de recherche Communic : la maquette numérique pour les infrastructures

F. MALAVERGNE

- Optiflux : une innovation en matière d'ingénierie des infrastructures de transports face aux enjeux de la biodiversité

S. PRADON

- Métrologie satellitaire et évaluation des risques liés aux instabilités des sols et des structures : une innovation au service de la ville durable

F. RANVIER, J.-M. MONDOT, T. PERSON

- Évaluer les impacts environnementaux d'un projet – L'apport innovant de l'analyse du cycle de vie (ACV)

C. GOBIN, Y. TARDIVEL

Contact : Travaux, éditions Science et Industrie, 9 rue de Berri, 75 008 Paris. Tél. : +33 1 55 59 52 53, Fax : +33 1 55 59 52 50, Site Internet : www.revue-travaux.com .

European Journal of Environmental and Civil Engineering (Revue Européenne de Génie Civil)

Volume **14** – n° **10**/2010 :

- Conductivité hydraulique non saturée de l'argile de Mers El Kébir (Algérie)

S.A. BOUROKBA MRABET, A. HACHICHI, S. TAIBI, J.-M. FLEUREAU

Contact : Lavoisier, 11 rue Lavoisier, 75008 Paris. Tél. : +33 1 47 40 67 00, Fax : +33 1 47 40 67 02, Site internet : www.Lavoisier.fr .

Fondateur : Michel Gambin

Rédacteurs en chef :

Jean-Pierre Magnan, Philippe Mestat

IFSTTAR

Fax direct : +33 1 40 43 65 16

Courriels : Jean-Pierre.Magnan@ifsttar.fr, Philippe.Mestat@ifsttar.fr

On trouvera les nouvelles des manifestations anglophones sur le site Internet : www.issmge.org