Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique

La lettre de la Géotechnique

Le lien entre les Géotechniciens francophones

NUMERO 48

SEPTEMBRE 2007

Nouvelles

En signe d'au revoir

Le poids des ans m'oblige de cesser de diriger la rédaction de *la lettre de la Géotechnique* au-delà de cette livraison. C'est avec beaucoup d'émotion que j'ai appris que le Prof. Jean-Pierre Magnan reprenait le flambeau et rassemblerait une équipe autour de lui pour continuer cette œuvre.

Je me souviens de l'exaltation qui nous avait saisis dès que l'idée d'un « Bulletin de la SIMSTF » avait pris forme au printemps de 1993, avec le soutien de François Schlosser, alors président du CFMS et André Isnard, Secrétaire Général. Il ne s'agissait que de traduire de l'anglais les points clefs des *ISSMFE News* et d'y ajouter quelques informations de la géotechnique francophone. Ainsi vit le jour le N°1 de ce *Bulletin* en février 1994, qui sera suivi de beaucoup d'autres au gré des parutions des *ISSMFE News*. Par la suite, grâce aux encouragements lors du Congrès Européen de la SIMSTF à Amsterdam en 1995 du Prof. Michel Dysli de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, l'idée s'orienta vers celle de publier un véritable périodique trimestriel de la Géotechnique francophone, avec l'aide de Gérard Bolle, dont on connaît les origines romandes, et du Prof. Pedro Huergo de l'Université Libre de Bruxelles qui s'était joint à nous dès août 1994, très précisément dans le cadre de la commission pour la coopération et la francophonie.

Je remercie infiniment tous ceux qui m'ont soutenu dans cette tâche, en particulier les anciens présidents du CFMS Michel Londez (1994-1998) pour la distribution des premières bibliothèques de Géotechnique, à l'époque en Afrique, et Alain Pecker (1998-2002) pour le lancement des Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur, dont nous rendons compte régulièrement dans ces lignes. Je ne peux citer tous ceux, hors de notre hexagone, qui nous ont aussi aidés. Je citerai simplement Jim Graham, le Secrétaire général de la Société Canadienne de Géotechnique, pour nous avoir régulièrement et gracieusement fourni les exemplaires du Manuel Canadien de Géotechnique et le Professeur Paul Chiasson de l'Université du Nouveau Brunswick (l'Acadie du XVIIIème siècle) pour sa collaboration inlassable et également les présidents et membres des Directoires successifs de la SIMSG pour leur soutien, moral et financier.

Je remercie aussi le Prof. Jean-François Thimus, de l'Université catholique de Louvain, actuel président de la

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 :* http://www.geotechnique.org
- *de la Société Internationale :* http://www.issmge.org
- *du laboratoire de Mécanique des Sols de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne :* http://lms.epfl.ch/en/page44908.html
- *de l'Ecole du Génie de l'Université de Moncton, Nouveau Brunswick :* http://www.umoncton.ca/chiassonp/Cgs/Lettre/

Commission pour la Coopération et la Francophonie pour avoir assuré depuis 2001 avec sa secrétaire Mme Misson la préparation et l'édition de la lettre.

Merci enfin à tous les lecteurs qui ont eu l'impression que la lettre leur apportait un supplément d'information.

Ma porte reste ouverte à tous ceux qui ont besoin d'un conseil ou souhaitent résoudre un problème technique.

MICHEL GAMBIN

Évolution des politiques et techniques routières en Afrique, 1964 - 1999

À l'occasion du Congrès de l'Association Mondiale de la Route (www.piarc.org/fr/) qui se tient en septembre 2007 à Paris, ville qui avait accueilli en 1908 le premier congrès international de la route, il nous a paru bon de publier la communication que M. Jean Berthier avait présentée lors du Colloque CITEF/UISF de Dakar en décembre 2006, lequel avait pour thème « l'enseignement supérieur, la recherche et le développement industriel en Afrique » et dont nous avons rendu compte dans le N°46 de la lettre de la Géotechnique, p.4 et 5. Cet exposé met bien en perspective l'évolution des problèmes et de leurs solutions sur une période de 35 ans.

1 - Introduction

Le prochain Congrès de l'Association Mondiale de la Route célébrera le centenaire du premier Congrès international de la route, prélude à la création de ce qui à l'époque était l'AIPCR, Association Internationale Permanente des Congrès de la Route, dont l'Association Mondiale de la Route a conservé le sigle.

Le Conseil de l'AIPCR a estimé que, compte tenu de son caractère, le congrès de 2007 devait être l'occasion de plusieurs événements à caractère historique, et en particulier d'une exposition retraçant un siècle d'histoire de la route à travers le monde, d'un colloque historique « civilisations de la route au XXème siècle ».

Il a également décidé de procéder à une numérisation de son fonds documentaire, et en particulier des actes des congrès, afin d'en faciliter l'accès aux chercheurs et historiens.

Il a paru intéressant, à l'occasion du colloque CITEF/UISF de Dakar, de procéder à une analyse de ce fonds du point de vue de l'évolution des politiques et techniques routières en Afrique.

2 - Limites de l'exposé

L'analyse réalisée concerne la période allant du congrès de Rome, en 1964, après les indépendances, au congrès de Kuala Lumpur, en 1999, et les congrès pris en compte sont donc les suivants : Rome, 1964 ; Tokyo, 1967 ; Prague, 1971 ; Mexico, 1975 ; Vienne, 1979 ; Sydney, 1983 ; Bruxelles, 1987 ; Marrakech, 1991 ; Montréal, 1995 ; Kuala Lumpur, 1999.

La variété des questions traitées pendant ces quatre décennies interdit, dans le cadre limité de cette communication, de toutes les prendre en compte, et un tri a donc été effectué, pour ne retenir que les plus significatives.

Une particularité des congrès de l'AIPCR, qui en fait la richesse, est d'associer des techniciens, généralement les meilleurs spécialistes de leurs pays respectifs, et des responsables de très haut niveau, y compris des ministres à partir du congrès de Marrakech. Les matières traitées dans ces congrès sont donc non seulement techniques, mais aussi économiques, sociales et institutionnelles, et il a paru souhaitable de ne pas laisser totalement de côté ces derniers aspects, pour bien mettre en relation l'évolution des préoccupations techniques avec celle des attentes de la société.

Une dernière remarque concernant la préparation et le déroulement des congrès de l'AIPCR pendant la période considérée. Cette préparation est assurée principalement de deux façons :

- Élaboration par chaque pays, et pour chaque question mise à l'ordre du jour du congrès, d'un « rapport national », ces rapports nationaux étant exploités et synthétisés dans le cadre de « rapports généraux ».
- Rapports de « comités techniques » à caractère plus ou moins permanent, qui traitent de façon approfondie d'un domaine particulier.

C'est ainsi que le Conseil de l'AIPCR a décidé, en novembre 1960, « de confier au comité des routes économiques l'étude des sols tropicaux et des problèmes routiers qu'ils soulèvent » en même temps qu'il continuerait à traiter du problème des routes économiques des pays industrialisés. En 1980, un pas de plus est réalisé vers la prise en compte des spécificités des pays en développement avec la création du « comité technique des routes dans les régions en développement ». Après le congrès de Montréal (1995), et à l'occasion de la mise en place du plan stratégique de ce qui est devenu l'Association Mondiale de la Route, l'activité de ce comité est intégrée dans celles du « comité des échanges technologiques et du développement » qui inclut dans ses préoccupations le cas des pays en transition de l'Europe Centrale et Orientale ; il est simultanément décidé que les actions relatives aux régions en développement seront prises en charge par chaque comité technique spécialisé.

Pour simplifier la rédaction, ces comités successifs seront globalement désignés par le terme « comité des routes dans les régions en développement » ou plus simplement « le comité ».

3 - Emploi de matériaux locaux non traditionnels pour la construction des chaussées

Les citations qui suivent illustrent le fait que, dans les immenses espaces du continent africain, où les ressources en matériaux traditionnels sont souvent très éloignées des chantiers, l'utilisation de matériaux locaux dans les chaussées, en couche de fondation ou de base, constitue un enjeu économique considérable.

« Le comité considère que la question de l'utilisation de matériaux de qualité inférieure est l'une des plus importantes pour les pays en développement … qu'elle est susceptible d'entraîner des économies très substantielles dans l'entretien de routes à faible trafic ». (Rome, 1964)

« Le comité est persuadé que l'utilisation des matériaux locaux constitue un des moyens les plus puissants pour faire face à l'immense demande de construction routière dans les pays en voie de développement et que la recherche et l'expérimentation dans ce domaine sont essentielles au développement de leurs réseaux routiers ». (Prague, 1971)

À la fois les rapports du comité et les rapports nationaux citent abondamment un certain nombre de ces matériaux :

- les latérites, qui en constituent certainement l'exemple le plus significatif. Ce sont, comme on le sait, des sols

meubles à niveaux indurés, formés en milieu intertropical par accumulation d'oxyde de fer sous forme de nodules résistants, couvrant souvent de vastes espaces. Les « graveleux latéritiques » extraits de ces gisements sont, dans de nombreuses régions, le matériau de base pour la construction des routes.

- les tufs calcaires, exclus des chaussées des « pays du Nord » parce que trop tendres, sensibles à l'humidité et gélifs, sont utilisés avec succès dans les zones arides au Nord du Sahel.
- les sables fins, qui couvrent d'immenses étendues dans toute la zone sahélienne ; généralement mono-granulaires, leur utilisation est très délicate et ne peut se faire sans un traitement approprié.
- les sables limoneux ou argileux, utilisables après traitement au ciment et à la chaux.
- les sables gypseux, dont l'utilisation serait à exclure totalement dans les pays du Nord, peuvent être intéressants en climat désertique car ils durcissent sous l'effet de phénomène de dissolution-cristallisation et constituent alors des assises résistantes.
- les matériaux volcaniques, répandus notamment au Cameroun, au Kenya et en Ethiopie, sont des matériaux généralement hétérogènes, qui très souvent ne répondent pas tels quels aux normes granulométriques. Compte tenu de leur friabilité, le compactage sur chantier permet cependant de réduire la taille des gros éléments et d'obtenir une courbe granulométrique finalement convenable.
- les gisements coquilliers, qui se présentent en dépôts importants dans certains pays d'Afrique, et qui peuvent être corrigés par des apports de matériaux concassés et traités au ciment.
- les déchets industriels, dont les conditions d'utilisation ne sont pas très différentes au Nord et au Sud. Les rapports citent notamment l'utilisation des cendres volantes de centrales thermiques et le laitier de haut fourneau.
- et bien d'autres matériaux spécifiques à chaque région et à chaque climat.

Les progrès en matière de traitement des sols ont largement élargi la gamme des matériaux utilisables dans les chaussées et fait « remonter » les niveaux auxquels on pouvait les utiliser, les faisant passer de la couche de forme aux couches de fondation et même de base.

Le produit de traitement le plus utilisé est le ciment, éventuellement complété par de la chaux pour les matériaux plastiques, mais les dérivés du bitume – bitumes fluidifiés et émulsions - sont également cités. L'utilisation de produits chimiques « stabilisateurs d'humidité » tels que les ligno-sulfates, a connu également son « heure de gloire ».

Volontariste sur la nécessité d'une recherche active de matériaux de substitution aux matériaux traditionnels, le comité incite parallèlement à beaucoup de précautions dans leur utilisation.

« Durant la dernière décennie, certaines solutions techniques portant sur l'utilisation de matériaux non traditionnels ont été retenues d'emblée dans les appels d'offres internationaux sans que l'expérience ne soit venue confirmer les hypothèses du laboratoire. Cette pratique a conduit dans de nombreux cas à la modification en cours de chantier des dispositions techniques et financières des marchés et à des contentieux difficiles à régler … il faut revenir à l'expérimentation en vraie grandeur des solutions proposées par le laboratoire » (Prague, 1971).

« Les sables propres, à grain moyen faible et à granulométrie étroite, posent de grands problèmes quand on veut les stabiliser. Nous ne pouvons, malheureusement, partager l'optimisme de certains rapports nationaux sur les possibilités de stabilisation de ces sables propres … au ciment ou mixtes ciment et émulsion de bitume … l'utilisation de ces sables propres et leur possibilité éventuelle de stabilisation doivent faire l'objet de nouvelles recherches, car trop de région ne possèdent que ces matériaux » (Prague, 1971).

« Dans plusieurs états, le manque total de matériaux de bonne qualité a mené les responsables à utiliser en couche de base des sols fins du genre argiles latéritiques en stabilisation au ciment. Malheureusement, cette couche de base ne pouvant être recouverte d'un épais tapis bitumineux pour des raisons d'économie, il en est résulté d'importantes fissures qui ont provoqué des désordres d'autant plus graves que les régions considérées étaient à forte pluviométrie. Ne faut-il pas limiter l'emploi de cette technique uniquement à la couche de fondation ? » (Prague, 1971).

La nécessité de compléter les études de laboratoire, aussi approfondies soient elles, par des expérimentations en vraie grandeur revient de façon récurrente d'un congrès à l'autre.

Pour le comité, la décision d'utiliser un matériau « hors-normes » ne devrait être prise qu'au terme d'un processus lourd comportant une étude approfondie du gisement, pour en apprécier les caractéristiques et en particulier l'homogénéité, une étude approfondie de formulation en laboratoire, des expérimentations en vraie grandeur, qu'il sera utile de compléter en début de chantier par la réalisation de planches d'essai pour ajuster les conditions de mise en œuvre.

Il est clair qu'un tel processus s'inscrit mal dans le délai limité de la préparation d'un appel d'offres particulier.

Le thème des « inventaires » et de la « capitalisation des expériences » est un autre thème récurrent.

« Chaque fois que l'on fait une nouvelle route, une étude est faite des matériaux utilisés pour sa construction … lorsque l'on construit d'autres routes dans la région, de nouvelles études sont faites … on dépense beaucoup de temps et d'efforts parce que les expériences acquises lorsqu'on a construit la première route ne sont pas disponibles … bien plus, les mêmes erreurs se produisent à nouveau » (Tokyo, 1967).

« Il est essentiel d'organiser la capitalisation des expériences, en insistant sur le fait que les relations d'expérience doivent mentionner toutes les données relatives à l'environnement (géologie, climat, topographie, trafic, caractéristiques et normes diverses), faute de quoi les résultats obtenus s'avèrent inexploitables ». (Prague, 1971)

« Nous appelons de nos vœux la mise sur pied, à l'échelle internationale, d'une banque de donnée alimentée par l'ensemble des expériences nationales, les réussites comme les échecs » (Mexico, 1975).

L'extension des études régionales sur les matériaux locaux à des aires plus importantes se heurte cependant au problème de l'unification des classifications.

« Le problème du transfert des informations d'une région à une autre commence à recevoir des solutions à l'intérieur d'un même pays ou d'une même région, mais son extension à d'autres pays pose le problème de l'unification des méthodes de classification, unification qu'il serait souhaitable de promouvoir par exemple sous les hospices d'une organisation internationale …. il faut prolonger les inventaires par l'élaboration de spécifications unifiées relatives à l'utilisation des matériaux de construction routière » (Vienne, 1979).

Cette question du système de classification à retenir dans les inventaires, qui concerne à la fois le choix des essais à utiliser et le niveau des seuils à adopter, revient à de nombreuses occasions dans les discussions (on la retrouvera à nouveau à propos des sols de fondation).

La réponse n'est pas simple, car, avec la multiplication des formules de traitement, le produit composite final n'est pas prédéterminé, et ne peut donc pas imposer « ses exigences », le problème étant plutôt, pour un matériau donné, d'imaginer et de mettre au point la meilleure formule d'utilisation, compte tenu de ses caractéristiques (objet de la classification) et du contexte climatique et hydrique local.

Le rapport du comité pour le congrès de Vienne (1979) se conclut sur la question des matériaux locaux de la façon suivante.

« Un consensus se dégage sur l'opportunité d'utiliser des matériaux locaux et de mettre au point pour cela des techniques appropriées de traitement et de mise en œuvre. Cette volonté commune de faire appel aux ressources régionales, de bien connaître leurs propriétés et d'adapter les spécifications au contexte local milite contre la fâcheuse tendance qui consiste à transplanter brutalement d'un pays à l'autre des normes réputées internationales ».

Commentaire :

On ne peut qu'être frappé par le poids que joue, dans les rapports et les débats des congrès successifs, le thème de l'utilisation des matériaux locaux dans les structures de chaussée.

Pour les ingénieurs africains comme pour les experts internationaux qui interviennent pour leur compte et pour les organisations internationales, il s'agit là d'un problème essentiel.

Au fil des congrès, un consensus se dégage assez nettement sur les suggestions d'action suivantes :

- procéder dans chaque pays, et si possible dans le cadre d'actions coordonnées avec les pays voisins relevant des mêmes unités géographiques et climatiques, à des inventaires méthodiques des matériaux disponibles ;
- définir pour cela une grille de classification (choix des essais et fourchettes des valeurs) des matériaux naturels à la fois rigoureuses (elle doit retracer avec précision les particularités du matériau) et ouverte (elle doit être compatible avec de larges possibilités de formulation des produits finis, et applicable à la gamme complète des climats africains). L'existence d'une telle grille unifiée est le fondement de toute confrontation des expériences ;
- procéder à toutes les recherches, études et expérimentations permettant de mettre au point pour chaque matériau et chaque zone climatique les formules d'utilisations les plus appropriées, de définir la place qu'elles peuvent jouer dans les structures de chaussée, de préciser les précautions à prendre lors de leur mise en œuvre en évitant, comme le souligne le comité « la fâcheuse tendance qui consiste à transplanter brutalement d'un pays à l'autre des normes réputées internationales » ;
- organiser le suivi des chaussées réalisées avec ces matériaux, si possible sur une base régionale, recenser et analyser les échecs, établir des statistiques sur les dépenses d'entretien, procéder périodiquement à des audits et des bilans des structures.

Cette démarche globale pose notamment le problème de la transposition des normes européennes, qui ne peut se faire, si on suit le comité, sans de larges adaptations.

Une leçon est en tout cas à retenir de la normalisation européenne, c'est la façon exemplaire dont elle est élaborée sous l'égide du Comité Européen de Normalisation, la rédaction des normes étant assurée par des comités techniques où siègent les représentants des comités nationaux. Les travaux de ces comités ont été une extraordinaire occasion de rencontres et d'échanges entre les experts des différents pays.

Ces méthodes de travail ne seraient-elles pas, elles aussi, « transposables » aux pays africains ?

4 - Les sols de fondation

La portance de la plateforme sur laquelle repose la chaussée constitue, avec l'importance du trafic et le comportement des matériaux constitutifs de la chaussée, le troisième paramètre d'entrée pour le dimensionnement de la chaussée.

Cette portance dépend des caractéristiques géotechniques du sol dans la partie supérieure des terrassements et des conditions de teneur en eau dans lesquelles elle est placée.

Dans le souci de ne pas faire varier constamment l'épaisseur de la chaussée, des mesures sont prises pour que la portance de la plateforme varie le moins possible, en sélectionnant et en traitant éventuellement les matériaux qui la constituent. On peut alors définir un nombre limité de classes de plateformes, caractérisées suivant deux grandes catégories de méthodes.

Les premières sont basées sur les divers systèmes de classification géotechnique des sols. De telles classifications ont nombreuses ; elles s'appuient pour l'essentiel sur des combinaisons entre la courbe granulométrique du matériau, ses limites d'Atterberg (ou une autre mesure de la plasticité), la nature et le comportement des « grains » (friabilité, etc.). C'est la méthode utilisée pour le catalogue des structures français.

Il faut à ce sujet souligner que, dans l'approche française, c'est la même classification, qu'on peut qualifier de « routière », qui est utilisée pour le classement des sols utilisés en terrassements, la classification utilisée en mécanique des sols, issue de la classification USCS, étant sensiblement différente.

Les secondes s'appuient sur l'essai CBR (on mesure la résistance d'un échantillon du sol au poinçonnement par un piston de quelques centimètres de diamètre, le sol étant préparé dans des conditions bien définies). C'est ce que fait le « guide pratique de dimensionnement des chaussées pour les pays tropicaux » élaboré par le CEBTP sous l'égide du ministère français des relations extérieures et publié en 1984, qui fait encore autorité.

La question des sols de fondation donne lieu au cours des congrès à quatre catégories de commentaires : les conditions dans lesquelles sont prises en compte les conditions hydriques ; l'intérêt des inventaires de sols ; les problèmes spécifiques posés par les sols gonflants ; la question du compactage à sec.

4.1. Les citations qui suivent illustrent l'importance de la prise en compte de l'environnement hydrique de la chaussée.

Estimant que les conditions hydriques dans lesquelles est effectué l'essai CBR devraient traduire les conditions effectives qui règnent sous la chaussée, que l'on connaît mal, le comité *« recommande de développer des études et enquêtes à ce sujet, couvrant toute la variété des climats rencontrés, et note que les récentes études du RRL en climat tropical et aride, et l'expérience française au Sahara ont déjà apporté les premiers éléments d'une telle doctrine »* (Rome, 1964).

« Pour évaluer la résistance du sol de fondation, on recommande de mesurer le CBR correspondant à la plus forte teneur en eau que l'on s'attend à rencontrer... qui

dépend du climat et de la profondeur de la nappe phréatique… les conditions d'équilibre de l'eau dans les sols de fondation peuvent être prévues si l'on tient compte des propriétés de succion du sol, ou plus approximativement de relations empiriques » (Prague, 1971)

C'est précisément à ces préoccupations que répond le guide de 1984 déjà cité. Il propose en effet que la préparation des échantillons soumis à l'essai CBR et les conditions d'imbibition de ces échantillons tiennent compte *« des conditions de densité et de teneur en eau les plus défavorables subies à long terme par la plateforme »* et classe à cette fin les pays dits tropicaux en trois grandes unités climatiques majeures.

- la zone désertique et sahélienne à pluviométrie très faible,
- la zone des savanes à saison sèche très marquée,
- la zone équatoriale à très forte pluviométrie.

Cette classification pourrait être la base d'une future – et utile – codification africaine pour la préparation des échantillons soumis à l'essai CBR.

4.2. Le deuxième thème récurrent est relatif à l'intérêt de réaliser des inventaires des sols, parallèles et conjugués avec les inventaires de matériaux de chaussée évoqués au chapitre précédent, et souligne la nécessité pour cela de disposer d'un système unifié de classification des sols.

« Le comité souhaite une prise de conscience de la nécessité de définir sur une base régionale les propriétés des sols et des matériaux de construction routière … débouchant sur des inventaires … mais avec un problème de pertinence et d'unification des méthodes de classification … unification qu'il serait souhaitable de promouvoir par exemple sous les auspices d'une organisation internationale » (Vienne, 1979).

L'exécution de tels inventaires, sur d'immenses étendues, dans des milieux souvent hostiles et difficilement accessibles, n'est pas une opération facile et le comité a très vite pressenti que l'utilisation de l'observation satellitaire, apparue pendant cette période, pourrait être d'un très grand intérêt.

« Les techniques de reconnaissance aérienne commencent à faire partie des outils courants, à la fois pour le choix des tracés et pour la recherche de matériaux à usage routier, avec cependant un problème de photo-interprétation de recherche des corrélations entre la nature des sols et les représentations qu'ils affectent sur les photographies … qui ne sont constantes que dans un environnement géologique et climatique déterminé … et qui impose donc des approches régionales » (Rome, 1964).

« Jusqu'à présent l'utilisation des photos aériennes a constitué un outil de travail assez largement répandu dans le monde … Ce qui est plus nouveau, c'est l'utilisation de la télédétection … c'est-à-dire les photos prises par satellite qui couvrent maintenant la terre entière, les photos radar, la thermographie … qui sont des outils incomparables pour la compréhension de la morphologie générale, des mouvements orogéniques, la détection des failles» (Mexico, 1975).

« En dehors de la géomorphologie et de la géologie, la photo-interprétation présente également un grand intérêt pour la description du couvert végétal (forêts, cultures …), de l'hydrologie (bassins, versants, rivières, érosion …), de l'activité humaine (habitat) ». (Mexico, 1975)

Outil puissant de reconnaissance, non seulement pour appréhender le relief et la nature des sols, mais aussi pour évaluer leur teneur en eau, la télédétection ne peut donner le plein de ses possibilités que si un travail de terrain initial permet, comme le dit la citation, d'établir leurs rapports avec les représentations photographiques recueillies, et le comité invite donc à une réflexion sur la meilleure façon de combiner les méthodes.

Commentaire :

Il faut retenir de ces extraits l'existence d'un large consensus pour que soient réalisés, si possible à l'échelle régionale, des inventaires des grandes « catégories géotechniques » de sol, mais que ceci pose, comme pour les matériaux utilisables dans la chaussée, le problème du choix du système de classification à adopter, outil essentiel de dialogue entre les ingénieurs.

Une des conclusions fortes des congrès successifs est que les pays africains devraient s'atteler à la mise au point d'une classification adaptée aux sols et climats du continent, avec le soutien des organismes internationaux.

4.3. Les argiles gonflantes, qui appartiennent au groupe de la montmorillonite, se caractérisent par l'apparition de phénomènes très importants de retrait en saison sèche et de gonflement en saison humide.

Pendant la saison sèche, le sol est découpé en prismes verticaux séparés par des fissures de plusieurs centimètres. Au retour de la saison des pluies, le sol gonfle avec la même rapidité qu'il s'est desséché, le sol devenant humide et très plastique.

Ces argiles sont fréquentes en Afrique (tirs d'Afrique du Nord, black-cotton soil, karal d'Afrique centrale).

Leur présence dans les sols supports de chaussée conduit à de très grandes difficultés, que plusieurs pays indiquent s'être efforcés de surmonter.

C'est le cas en particulier du Maroc, qui a conduit des études de laboratoire approfondies, a réalisé des chaussées expérimentales et a suivi pendant plusieurs années des chaussées construites sur ces sols.

Il en rend compte dans plusieurs congrès successifs, en mettant en évidence l'influence néfaste des racines des arbres situées à proximité de la chaussée d'alignement, qui accentuent la dessiccation du sol en période sèche, ainsi que la nécessité d'accotements bien structurés pour assurer une bonne butée latérale.

Le rapport présenté à Prague (1971) reconnaît cependant *« qu'il faut poursuivre l'observation, les deux effets se manifestant et se combinant de façon complexe ».*

4.4. Les enjeux économiques du « compactage à sec » justifient qu'une séance spéciale lui soit consacrée au congrès de Sydney (1983). Le rapporteur souligne en l'introduisant qu'il s'agit *« d'un thème d'actualité récente puisque les premières allusions à ce sujet ont été faites il y a seulement 4 ans, à Vienne ».*

Les citations qui suivent illustrent bien ces enjeux et la problématique de cette technique.

« L'examen de l'image de notre globe nous montre que le tiers des surfaces émergées est recouvert de régions arides, désertiques, où se pose ce problème de carence en eau et où, par conséquent, le compactage à la teneur en eau optimale Proctor pose des problèmes difficiles, sinon impossibles à résoudre » (Vienne, 1979).

« Aussi bien les essais en laboratoire que les expériences sur chantier montrent qu'il est tout à fait possible, sinon souhaitable, avec certaines combinaisons de sols et de matériels, de compacter efficacement à des teneurs en eau très faibles, voisines de zéro » (Vienne, 1979).

Poursuivre les recherches et multiplier les expériences sur différents types de sol pour aboutir à une classification plus précise des sols aptes au compactage à sec, ainsi qu'à une classification des engins les mieux appropriés à chaque

catégorie de sol » (Vienne, 1979).

Et aussi *« mettre au point des procédures d'essai plus adaptées à la technique du compactage à sec ... essayer de cerner dans le temps et sous trafic le comportement de ce type de chaussée ; rechercher comment mieux différencier les types de climat dans l'optique d'étudier les risques d'imbibition, notamment pour les sols argileux »* (Sydney, 1983).

Le rapport du Maroc pour le congrès de Marrakech (1991) précise que 2500 km de routes en zone désertique ont été construits dans ce pays avec des résultats satisfaisants, et que l'expérience ainsi acquise a été traduite dans un document de référence.

Commentaire :

Ce thème n'étant plus évoqué dans les congrès qui ont suivi celui de Marrakech, on peut se demander si la recommandation du comité de *« poursuivre les recherches et multiplier les expériences »* a vraiment été suivie d'effet.
Ce chantier ne mériterait-il pas d'être ré-ouvert ?

5 - Entretien du réseau ou désenclavement du monde rural, quelle priorité pour l'Afrique ?

5.1. La question des politiques d'entretien routier, peu présente jusque là dans les congrès, fait une « entrée en force » à l'occasion du congrès de Marrakech (1991), qui lui consacre une séance spéciale à laquelle est emprunté le titre de ce chapitre.

Cette séance est introduite de la façon suivante par le rapporteur.

« L'état des réseaux routiers africains s'aggrave constamment. Les coûts de transport, déjà les plus chers du monde, augmentent sans cesse ... et en même temps le besoin de nouvelles routes se fait très fortement sentir au niveau local pour le désenclavement et au niveau régional pour les liaisons inter-états ... il faut agir énergiquement pour combler le retard accumulé sur le plan de l'entretien et mettre au point des politiques réalistes de développement du réseau, mais l'écart entre les ressources et les besoins est tel que la marge de manœuvre se trouve très limitée, posant de terribles dilemmes dans le domaine des politiques routières ».

On peut mesurer le caractère dramatique des choix à faire au nombre et à la vigueur des interventions des responsables africains présents, dont le représentant de la banque mondiale tire les conclusions suivantes : *« On peut relever le très fort consensus sur l'importance de l'entretien ». et sur le fait « qu'il ne faut pas opposer ... l'entretien et la construction des réseaux ».*

C'est sensiblement de cette période – en fait un peu avant le congrès de Marrakech – que date le vigoureux engagement de la Banque Mondiale, dans le cadre de l'Initiative pour l'Entretien Routier (IER), composante importante du Programme des politiques de transport en Afrique sub-saharienne (SSATP), lancé conjointement par la Commission Economique pour l'Afrique, la Banque Mondiale et divers bailleurs de fonds.

Dans le prolongement de cette séance du congrès de Marrakech, la question de l'entretien routier est reprise à l'occasion du congrès de Montréal (1995), dans le cadre d'une séance spéciale préparée par la Banque Mondiale « gestion et financement de l'entretien routier : progrès en Afrique ».

Citons certains propos introductifs.

« La séance spéciale du congrès de Marrakech avait permis d'établir un diagnostic sur la crise de l'entretien routier en Afrique ...L'importance de ce problème, qui peut être caractérisée par un chiffre : un tiers des investissements perdus par manque d'entretien, a conduit la CEA, la Banque Mondiale et différents bailleurs de fonds à engager l'IER, Initiative pour l'Entretien Routier, et des réformes importantes ont été entreprises dans ce cadre ».

Le rapporteur de Montréal précise en suivant que *« l'IER a été lancé pour s'attaquer à la crise profonde de l'entretien des routes, qui n'est pas d'ordre technique mais d'ordre politique et institutionnel »*, et c'est bien sur ces deux aspects que portent l'essentiel des mesures prévues dans les programmes précités, qui ne seront pas détaillées ici, et dont un maître mot, que beaucoup découvrent au congrès de Marrakech – parfois avec surprise - est le terme « commercialisation de la route », concept qui *« traduit une nouvelle façon de gérer les routes de manière efficace, comme une entreprise et non pas de manière bureaucratique »* (Montréal, 1995).

5.2. Un aspect technique, ou plus exactement technico-économique, des mesures prises doit cependant être évoqué, c'est le développement du modèle HDM, à l'initiative et avec le soutien de la Banque Mondiale.

Rappelons que le modèle HDM d'évaluation des projets routiers - HDM pour Highway Design and Maintenance Standard Model - est issu d'un long processus engagé dès 1968 par la Banque Mondiale, jalonné par des avancées successives : HCM (Highway Cost Model) en 1972, HDM 1 en 1970, HDM 3 en 1987, HDM 4 très récemment.
Pour s'en tenir à la version la plus récente, la structure de HDM 4 est fondée sur le concept d'analyse en durée de vie. Il est utilisé pour prédire, sur l'ensemble de la durée de vie d'une chaussée, généralement entre 15 et 40 ans :

- la dégradation des routes,
- les effets des travaux routiers,
- les effets sur les usagers, exprimés en coût d'exploitation des véhicules, coût des temps de parcours, les coûts d'insécurité,
- les effets socioéconomiques et environnementaux, exprimés en termes de nuisance, mais aussi d'avantages pour les populations desservies,

les avantages économiques des séquences interventions étant ensuite déterminés en comparant les différentes variantes d'entretien et d'aménagement avec ceux d'une option de base – ne rien faire, ou faire le minimum – pour enfin en déduire les stratégies routières les plus efficaces.

Après quelques réticences initiales, on constate une adhésion rapide de la communauté routière à l'approche proposée par HDM, dont le meilleur témoignage est apporté par le fait qu'il a été décidé à Montréal (1995), en cours de congrès, « d'improviser » une séance consacrée à HDM, qui a fait salle comble.

Ce succès du modèle HDM ne met pas ses premières versions totalement à l'abri de certaines critiques, illustrées par les citations suivantes.

« Les indicateurs actuels sont plus des indicateurs économiques qui ne font pas le lien avec le rôle social de la route » et « Les besoins se posent en termes de réseau, d'accessibilité aux services sociaux et administratifs » (Kuala Lumpur, 1999).

Et aussi, en anticipant sur HDM *« L'opportunité de revêtir une route s'apprécie, sur le plan économique ... en considérant le coût total de transport, incluant les dépenses de construction, d'entretien et d'exploitation, mais néglige l'aspect de développement économique lié à l'opération »* (Rome, 1964).

L'avenir dira si la dernière version du modèle, HDM 4, échappera à ces critiques.

5.3. Ces critiques rejoignent celles qui sont faites aux méthodes en vigueur pour « l'évaluation économique des investissements routiers », dans une optique de développement des réseaux et non plus de leur seule amélioration.

Le comité économique et financier de l'AIPCR fait une présentation détaillée de ces méthodes dans son rapport de 1990 « méthodes de choix des investissements routiers », qui traite également de l'analyse multicritère.

Sans s'appesantir, il faut rappeler que l'évaluation économique des investissements routiers se base traditionnellement sur des indicateurs de rentabilité économique (bénéfice actualisé, taux de rentabilité interne etc.), obtenus en confrontant les avantages apportés par l'investissement à son coût économique, défini comme la somme actualisée des diverses dépenses relatives à l'opération : études, acquisitions foncières, construction, entretien et exploitation.

Dans cette approche, les avantages recensés sont ceux de l'usager, mesurés en termes de consommation de carburant, entretien et usure des véhicules, temps passé, péage éventuel, sécurité, confort etc., il s'agit donc essentiellement d'un « bilan de l'usager » laissant initialement de côté les externalités.

Certaines de ces externalités, telles que l'effet sur l'environnement, ont été intégrées par la suite, mais les experts butent sur la prise en compte de l'une d'entre elles, pourtant absolument essentielle dans les pays en développement : l'effet des réseaux routiers sur le développement économique et sur le progrès social.

Cette lacune est très fortement critiquée, de façon récurrente, par tous les participants aux congrès analysés, comme le montrent les extraits ci après, qui parlent mieux qu'un long commentaire.

« L'appréciation de l'intérêt économique apporté par les routes est le plus souvent basé sur les avantages apportés aux usagers ; ces méthodes sont très valables lorsque des usagers existent en nombre important avant l'exécution des travaux et lorsque l'économie de la région est suffisamment développée et diversifiée pour que les constructions envisagée ne la perturbent pas profondément. Tel n'est pas le cas de beaucoup de routes dans les pays en voie de développement, qui ont précisément pour objet de provoquer un développement économique générateur de trafic » (Rome, 1964).

« Lorsqu'il s'agit de travaux à caractère social qui vont engendrer des volumes de trafic relativement faibles … la quantification des avantages économiques en résultant est loin d'être évidente … c'est le cas par exemple de la mise en place d'une infrastructure indispensable à la diffusion de l'enseignement, de l'hygiène et des lois, dans des communautés jusque là isolées … à la formation des paysans à des tâches autres que des tâches agricoles, à une modification des comportements dans les communautés, à une ouverture au changement des structures politiques et sociales … » (Mexico, 1975).

« Il faut constater que la connaissance des effets du développement des réseaux sur la production intérieure brute est encore balbutiante … celle des autres effets est encore plus réduite, par exemple l'influence sur l'amélioration des conditions sanitaires, les bienfaits apportés en matière d'éducation etc., mais aussi les effets sur la répartition de l'emploi … les effets sur la répartition des populations » (Mexico, 1975).

D'où la conclusion très forte du rapporteur du comité des routes dans les régions en développement au congrès de Prague *« Nous sommes arrivés à la conviction que tous les effets de la construction d'un réseau secondaire ne sont pas réductibles à une unité commune. Vouloir les caractériser par un chiffre unique comme un taux de rentabilité est une erreur, je dirai même une utopie »* (Prague, 1971).

Commentaire :

De telles appréciations, qui se renouvellent de congrès en congrès tout au long de la période étudiée, laissent penser que les méthodes traditionnelles d'évaluation des investissements routiers ne suffisent pas à rendre compte de l'ensemble des avantages procurés aux pays africains par le développement de leurs réseaux routiers.

Ces pays se caractérisant par une très faible densité de population et, sauf dans certaines zones, par un très faible trafic, même après aménagement, les vrais bénéfices sont plus à attendre d'une contribution au développement économique et à l'amélioration du bien être social que d'une économie sur les dépenses de l'usager.

Vaste et intéressant chantier pour les économistes africains !

5.4. Le rôle des investissements routiers dans le domaine de l'emploi émerge avec beaucoup de force au cours du congrès de Mexico (1975), ce qui s'explique par le fait que le Mexique a fait des « chemins de main d'œuvre », réalisés par des techniques fortement utilisatrices de main d'œuvre, un des volets de sa politique dans ce domaine.

Quelques propos issus de ce congrès.

Outre le désenclavement de 6000 localités, un ingénieur mexicain souligne les bénéfices retirés de la réalisation dans son pays de 65000 km de « chemins de main-d'œuvre ».

- *« Perception d'un salaire pendant la période de construction.*
- *diminution de l'émigration temporaire,*
- *formation technique : pour certains bénéficiaires, elle s'est limitée aux activités manuelles, pour d'autres, elle a englobé certaines techniques ».*

Pour un autre *« La création de technologies intermédiaires, qui sachent tirer parti efficacement de l'abondance de la main d'œuvre et s'accommodent de la rareté des capitaux, est très souhaitable … ces technologies intermédiaires visent à utiliser la main d'œuvre de façon efficace et à créer directement des emplois sans pour autant compromettre la productivité ou le rendement du processus de production ».*

Et pour un autre enfin *« l'utilisation de main d'œuvre locale s'est révélée très positive d'un point de vue social, car elle constitue une opportunité de formation pour d'autres travaux et d'autres activités productives … en particulier pour l'amélioration des habitations »*

Et *« pour permettre d'accélérer les programmes de désenclavement … on a été conduit à mettre au point des technologies alternatives, et à faire intervenir des petites entreprises locales … qui sont devenues progressivement capable de mêler l'utilisation de la main d'œuvre et les matériaux locaux à un management efficace … et finalement il y a eu progressivement évolution à la fois des technologies et du tissu des entreprises »*

Le comité tire de ces propos les conclusions suivantes :

- *« il est techniquement possible de réaliser à la main une grande partie des travaux routiers avec des normes de qualité satisfaisantes,*
- *la réalisation entièrement à la main conduit à des coûts plus élevés,*
- *c'est dans une solution intermédiaire comportant l'utilisation d'une main d'œuvre équipée de matériel peu coûteux que se trouve la solution la plus satisfaisante ».*

Concrétisées progressivement par la notion de « chantiers à haute intensité de main d'œuvre », ces idées font par la suite leur chemin, chaque congrès permettant de les affiner, les institutions financières internationales se préoccupant quant à elles de mettre au point les procédures de dévolution des marchés les mieux à même de les soutenir.

D'un point de vue technique, il faut surtout noter la nécessité pour cela de mettre au point des techniques compatibles avec la philosophie des chantiers à haute intensité de main d'œuvre, ces techniques devant être faciles à assimiler par des personnels de faible technicité et tolérantes vis-à-vis d'écarts par rapport aux conditions idéales d'exécution.
Il est également très souhaitable de pouvoir disposer d'outils « intermédiaires » permettant de faciliter l'exécution des tâches manuelles, dans toute leur variété, outils que certains participants regrettent de ne pas trouver sur le marché.

6 – Conclusion

En arrière-plan de ce colloque, se pose la question du transfert et de l'adaptabilité de l'information technique entre les « pays du nord » et les pays africains.

Je souhaiterais à cet égard faire une dernière série de citations, extraites du rapport de la séance dédiée à ce thème au Congrès de Bruxelles (1987) :

- *les besoins de transfert doivent être définis et exprimés par le receveur du transfert …, ce n'est pas au pays industrialisé de décider ce dont le pays en développement a besoin » mais « pour définir un besoin, il faut avoir un début de connaissance de ce qui est susceptible de le combler … il faut donc que le demandeur ait une formation technique approprié ;.*
- *il faut une équipe appelée à recevoir le produit transféré, spécialement conçue à cet effet … dont la présence soit assurée continûment, et pas d'une équipe pouvant être dispersée et remplacée pendant le processus ;*
- *un produit a toujours été élaboré dans le but d'en faire bénéficier, sur le plan économique et social, une communauté déterminée … le transfert le destine à une autre communauté, dans un environnement différent … d'où la nécessité de son adaptation. Le transfert pur et simple, cela n'existe pas. La technologie se crée souvent à partir de produits existant ailleurs qui, grâce à leur adaptation, permettent de générer une technologie locale ;*
- *l'intérêt réciproque des partenaires est une nécessité pour la réussite d'un transfert. Cet intérêt ne passe pas facilement de l'organisation à l'homme … du directeur à ses collaborateurs … comment faire pour que ces derniers soient eux aussi motivés ?*

Ces propos emprunts de sagesse m'autorisent à penser, chers amis africains, que c'est bien à vous qu'il appartient de décider des suites à donner aux nombreux chantiers ouverts à l'occasion des congrès de l'AIPCR, que je n'ai pu malheureusement que survoler dans cet exposé.

JEAN BERTHIER
Membre du Conseil AIPCR

Le TC 17 « Amélioration et renforcement des sols » en action

Depuis sa création en 1991, la Commission Technique Internationale de la SIMSG (TC 17) n'a pas chômé et nous avons rendu compte à plusieurs reprises de ses activités (Congrès satellite à Istanbul en 2001 – *la lettre N°25 et 27* – pendant le XIVème CIMSG, l'atelier au Congrès Européen de Prague en 2003 – *la lettre N°34* –, la session renforcement des sols au 13ème Congrès régional africain de Marrakech également en 2003 – *la lettre N°35* - , le symposium ASEP-GI des LPC en septembre 2004 – *la lettre N°32 et 40* – et le séminaire international de l'ATMS : Compact '05 organisé à Hammamet en Tunisie – *la lettre N°34 et 39*.

Il faut dire que cette commission internationale a été créée pour satisfaire un besoin vital : « comment construire de gigantesques projets sur des sols de moins en moins adaptés ? ».

L'animation de cette commission restant confiée au CFMS, la présidence en est assurée par S. VARAKSIN, associé à Jan MAERTENS (GBMS) et Noël HUYBRECHTS, du CSTC Belge, en qualité de secrétaire. Cette nouvelle équipe a formé des groupes de travail spécialisés, sous la houlette de membres permanents (*core members*), en veillant à ce que la participation soit équilibrée entre les 5 continents au niveau des membres permanents, et de trouver un même équilibre pour les groupes de travail composés de représentants du milieu universitaire, d'ingénieurs-conseils, de bureaux d'études et d'entreprises spécialisées.
Une série de groupes de travail a été formée avec, comme sujet de réflexion :
Groupe A : concept, études et méthodes
Groupe B : amélioration des sols grenus, sans inclusion
Groupe C : amélioration des sols cohérents sans inclusion
Groupe D : amélioration des sols avec inclusions
Groupe E : amélioration des sols par injections
Groupe F : renforcement des sols en remblais
Groupe G : renforcement des sols en déblais

Chaque groupe de travail, sous la direction d'un coordinateur, a été prié de préparer une fiche synthétique de chaque technique et une liste de publications pour parution sur le futur site internet du TC 17, actuellement en phase finale. Deux groupes de travail ont été confiés à des francophones (Philippe HERY et Michel CHOPIN) assistés de plusieurs représentants francophones (Mounir BOUASSIDA et Houcine EJJAOUANI, tous deux vice-présidents présent ou passé de la SIMSG).

Depuis, les succès n'ont pas toujours été au rendez-vous. Comment faire avancer les choses sur 5 continents en même temps ? Ainsi la première réunion tenue lors du congrès des méthodes numériques à GRAZ (Autriche) fut une réussite. Les présidents et les membres australiens, japonais, sud-africains et européens ont pu échanger leurs idées et former la base des groupes de travail. Puis Jan MAERTENS a représenté le TC 17 au 8ème Congrès International sur les Geosynthétiques à Yokohama (Japon) en septembre 2006, ainsi qu'au séminaire du « Young-ELGIP » en octobre 2006 à Delft aux Pays-Bas et Serge VARAKSIN était à Budapest, invité au « Szechy Karoly Symposium » au cours d'une conférence majeure sur son thème de prédilection « Concept et paramètres ».

Réunion du TC17 à Graz (Autriche)

Le 16ème Congrès des géotechniciens du Sud-Est Asiatique « SEAGG », tenu à Kuala Lumpur en mai 2007, fut l'occasion d'une participation active des deux co-présidents du TC 17. Une réunion fut organisée sur les progrès des groupes de travail, ouverte par le Président SECO E PINTO et le Dr OOI TEEK AUN, président du Congrès.

L'objectif en était la présentation du rapport sur l'état des connaissances et des techniques d'amélioration développées dans les pays respectifs des membres permanents. Cyril PLOMTEUX, représenté par Philippe LIAUSU, a présenté le rapport sur la France, qui sera bientôt disponible sur le site internet du TC 17. Serge VARAKSIN y a ensuite présenté une « conférence majeure » sur l'amélioration des sols dans des conditions extrêmes. Il a également assuré la présidence de la session d'amélioration des sols.

À l'invitation du Président SECO e PINTO, Serge VARAKSIN a aussi participé à la série de conférences de formation continue itinérante (*touring lectures*) au Vietnam, à ne pas confondre avec « conférences touristiques » !!!

Des cours d'initiation à l'amélioration des sols complétés par des publications sur les récents chantiers de drains, de compression atmosphérique (*Vacuum*), de compactage dynamique, de plots ballastés réalisés au Vietnam par les entreprises françaises (Vinci, Ménard Soltraitement) ont été dispensés et exposés à plus de 350 ingénieurs vietnamiens pendant quatre jours à Hanoi, puis Ho Chin Min Ville. Le Prof. TRUONG TIEN NGUYEN, président de l'association de la géotechnique vietnamienne, a assuré personnellement la traduction de la plupart des exposés.

Formation Continue Itinérante de la SIMSG au Vietnam

Actuellement, les deux présidents du TC 17 et le secrétaire s'activent pour organiser la journée dédiée à l'amélioration des sols au très prochain Congrès européen de la SIMSG à Madrid. Chaque groupe de travail, par le truchement de son coordinateur ou d'un membre du groupe, présentera un résumé de son activité ainsi que deux communications concernant la spécificité du groupe.

Espérant que de nombreux participants en feront un succès, cette journée aura lieu le lundi 24 septembre 2007 de 10 h 30 à 18 h 00 après les exposés des présidents et l'ouverture officielle du congrès.

SERGE VARAKSIN

Solscope 2007

Ce 7ème Salon de la reconnaissance de sol, qui avait le soutien de l'USG, du SOFFONS, de l'UFG et des CFMS, CFMR et CFGI, s'est déroulé les 27 et 28 juin au Palais des congrès du Futuroscope de Poitiers. Il a réuni plus de 200 participants et 43 exposants. Le programme technique fut le suivant :

27 juin 2007

Fondations superficielles (G. BAUDRY -USG- Président)

- La sécheresse, B. HUBER (SOCOTEC)
- Tassements et avoisinants, N. BORIE (VERITAS)
- Les dallages, D. FAISANTIEU (CPA experts)

Améliorations de sols (J. LE GUERNIC – UFG – Président)

- Préchargement, compactage, P. LIAUSU (Ménard-Soltraitement)
- Colonnes ballastées, S. LAMBERT (Keller)

Juridique (X. ROIRET – CICF– Président)

- Evolution jurisprudentielle des sinistres fondations, M.-L. CARRIERE (barreau de Paris)

28 juin 2007

Fondations profondes I. (S. MONLEAU – SOFFONS – Président)

- Micropieux, jet-grouting, A. JAUBERTOU (Solétanche Bachy)
- Pieux vibrofoncés, F. ROCHER-LACOSTE (LCPC)

Fondations profondes II. (A. QUENEZ – CFGI – Président)

- Pieux forés et pieux refoulés, J.-P. VOLCKE (Franki)
- Méthode observationnelle, D. ALLAGNAT (SCETAUROUTE)

Coût et responsabilités des pathologies (A. GUILLOUX – CFMS – Président)

- Rôle de l'expert dans l'optimisation des réparations, P. GUILLERMAIN (expert)
- Management des risques et des assurances, J. ROBERT (ARCADIS)
- Coût et prévention vus par l'assureur, V. MELACCA (SMABTP)

Parmi les autres points forts de ces 2 jours : l'exposition de matériels et logiciels, la visite du Futuroscope et le banquet *(voir ci-dessous la revue de presse pour les Actes).*

Renato Tornaghi 1925 - 2007

In memoriam

Renato Tornaghi, né à Bernareggio, dans la province de Milan, avait fait toutes ses études dans cette grande ville. Une fois diplômé Ingénieur Civil du Politecnico en 1950, il avait rejoint Giovanni Rodio, qui avait fondé en 1921 à Milan l'entreprise éponyme, spécialisée dans les travaux de fondation, pour diriger et développer l'Istituto Geotecnico Rodio, un laboratoire d'études et de recherche selon les méthodes modernes de la Mécanique des Sols, laboratoire actif dans tous les domaines des fondations, des grandes fouilles, et aussi de l'amélioration des caractéristiques mécaniques et hydraulique des sols étudiés, qu'elles soient réalisés à l'aide de traitements dans la masse, comme les injections, ou à l'aide d'inclusions, comme les pieux forés à la boue dont l'entreprise avait lancé l'usage, avant de continuer ses innovations avec les parois moulées.

Renato Tornaghi a toujours su - tant sur le plan théorique et scientifique qu'au plan de la pratique sur le chantier - rechercher la solution optimale à apporter aux problèmes de fondation des grands ouvrages dans des conditions difficiles, depuis la phase de reconnaissance des sols jusqu'à la

réception, y compris le suivi continu et la résolution des incidents. Dès les années 1950, il devenait conseil de l'Entreprise Solétanche, Paris, pour le projet de coupure étanche sous le grand barrage d'Assouan avant que les autorités égyptiennes n'en confient finalement la construction aux soviétiques et, au début des années 1960, il commençait une coopération avec Louis Ménard sur les essais in situ. Un peu plus tard il assura la première étude stratigraphique du sol de fondation de la tour de Pise à l'aide d'un matériel spécial permettant un échantillonnage intact continu, puis avec Henri Cambefort, directeur du bureau d'études de Solétanche, il proposa une solution de confortement de cette tour.

Dans des temps plus récents, il a fourni une contribution importante dans le domaine du « jet grouting » à partir de données expérimentales collectées sur plus d'une dizaine de grands chantiers qu'il avait personnellement suivis. En particulier il a établi les critères de dimensionnement et de contrôle du diamètre des colonnes de jet-grouting mono- ou bi-jets à l'aide d'une formulation énergétique des paramètres en jeu et du bilan de masse.

Passionné de musique classique et amoureux de la montagne, Renato Tornaghi a toujours travaillé avec beaucoup d'enthousiasme. Aussi, quand il prit sa retraite du groupe Rodio, en 1985, il apporta son expérience au Bureau d'Etudes Balossi Restelli de Milan où il travailla jusqu'à ses derniers jours.

Renato Tornaghi avait participé à de nombreux Congrès Internationaux, au cours desquels il avait présenté des communications remarquées. Sa dernière contribution fut celle du Symposium International sur l'amélioration des sols en place (ASEP-GI) de 2004 organisé par le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées sous le titre : « les paramètres de conception et les critères de contrôle de l'amélioration des sols par jet-grouting », son testament professionnel.

Il laisse derrière lui son épouse Maria, avec qui il a partagé 54 ans de sa vie.

Calendrier des réunions

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

Les Journées Nationales de la Géotechnique et de la Géologie de l'Ingénieur (JNGG 2008)

Sous l'égide des Comités Français de Géologie de l'Ingénieur et de l'Environnement (CFGI), de Mécanique des Roches (CFMR) et de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CFMS), le Pôle de compétitivité Génie Civil Ouest (PGCO) réunira les 4èmes Journées Nationales de Géotechnique et de Géologie de l'Ingénieur (JNGG'08) sur le thème de « l'insertion des grands ouvrages dans leur environnement » du 18 au 20 juin 2008, à l'Ecole Centrale de Nantes, 1 rue de la Noë à Nantes.

Ces journées sont organisées par l'Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique (GeM) et le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC). L'insertion des grands ouvrages dans leur environnement constitue un enjeu important pour les géotechniciens et géologues du XXIème siècle, par exemple en termes de préservation des sites ou de réutilisation des matériaux. Les techniques innovantes de conception ou de réalisation des différents types d'ouvrages doivent permettre de faciliter leur insertion dans un cadre de développement durable.

Les sujets traités seront :

1. Terrassements, amélioration et renforcement des sols et des roches.
2. Ouvrages en terre, fondations, soutènements.
3. Ouvrages souterrains, stockages, mines et carrières.
4. Ouvrages géotechniques en site maritime ou fluvial.
5. Moyens d'essai exceptionnels, caractérisation géologique et géotechnique des terrains.
6. Incertitudes, risques naturels et anthropiques, dans la conception des ouvrages.
7. Ouvrages en site sismique, sollicitations cycliques et dynamiques.
8. Impacts sur l'environnement.

Des conférences spéciales seront consacrées à la célébration de l'année internationale de la planète Terre des Nations Unies.

Seront présentés également les travaux du lauréat du prix « Jean Goguel » attribué par le CFGI, du lauréat du prix « Mécanique des Roches 2007 », attribué par le CFMR en association avec l'AUGC et du lauréat du prix « Jean Kérisel » décerné par le CFMS.

Le vendredi sera consacré à des visites techniques.

Langue de travail : le français, Résumé de 300 mots maximum à envoyer par courriel.

Dates à retenir

- remise des résumés avant le 15 octobre 2007
- acceptation des résumés le 15 novembre 2007
- remise du projet de communication le 15 janvier 2008
- remise de la version finale du manuscrit le 15 avril 2008

Les entreprises intéressées pourront présenter leurs prestations, leur matériel ou leurs innovations dans le domaine de la GéoIngéniérie.

Contacts : www.ec-nantes.fr/jngg08 et Secrétariat : jngg08@ec-nantes.fr

CFGI, CFMR et CFMS

Comité Français de la Géologie de l'Ingénieur

Certaines des réunions déjà annoncées sont précisées :

- le 18 octobre 2007, à l'Ecole des Mines de Paris, sera traité le sujet : « contexte géologique et conception d'ouvrages »
- le 6 décembre 2007 la réunion conjointe avec le CFMR se tiendra au CNAM sur « les conditions géologiques difficiles – spécialement les zones de cisaillement – et les ouvrages souterrains »
- c'est le 20 mars 2008 qu'aura lieu, à l'Ecole des Mines de Paris, la présentation orale des communications par les candidats pour l'obtention du prix Jean Goguel. Dépôt des candidatures avant le 4 novembre 2007 (jean-louis.durville@equipement.gouv.fr). Le prix sera remis lors des JNGG 2008.

Comité Français de Mécanique des Roches

Après la réunion technique du 11 octobre, la prochaine réunion aura lieu le 6 décembre 2007 à Paris.

Comité Français de la Mécanique des Sols

Sont annoncées :

- le 24 octobre 2007 : demi-journée sur « l'eau et la géotechnique »,
- le 7 décembre 2007 : journée franco-britannique à Londres sur « l'amélioration des sols »
- le 13 janvier 2008 : une journée sur « la géotechnique et la protection de l'environnement ».

Rappelons que c'est toujours le 12 mars qu'aura lieu « la journée Jean Biarez ».

Contact : pour les 3 comités www.geotechnique.fr. Sur le site on peut aussi trouver les exposés des précédentes réunions techniques.

Conception géotechnique des ouvrages et des routes 2008

Le prochain cycle international de formation continue proposé par Ponts, Formation, Edition, de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées se tiendra du 7 au 25 avril 2008 à Paris. Animé par des géotechniciens de haut niveau, enseignants et praticiens, il comprend quatre modules :

- ouvrages routiers, terrassements, remblais, chaussées, assainissement
- caractérisation et comportement des sols, modes de reconnaissance,
- ouvrages géotechniques, conception, dimensionnement et exécution,
- techniques innovantes, instrumentation, auscultation, renforcement et amélioration des sols, environnement

Il est possible de ne s'inscrire que pour l'un des modules. Des séances de manipulation en laboratoire et sur le terrain ainsi que des visites de chantiers sont incluses dans le programme.

Contact : METRATECH, 2, rue Garraud, 75018 Paris, France, Tél. : +33 1 42516110, Fax : +33 1 42516131, Courriel duchastel@metratech.net, Sites Internet : www.metratech.net et www.metratech.fr, Adresse de l'annonce : http://metratech.net/spip/spip.php?article810

Revue de Presse

Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées

Dans le N°266 (janvier-mars 2007) on a relevé :

- Méthode d'évaluation des hauteurs de montée d'un fontis en sol meuble
  A. DELFAUT
- Imperméabilisation par injection du barrage de Montaubry
  M. CITEAU, V. ZUMBO
- Durabilité des géotextiles en polypropylène, développement de la modélisation cinétique
  E. RICHAUD, F. FARKAS, B. FAYOLLE, L. AUDOUIN, J. VERDU M. EL FADILI

Contact : LCPC, IST, 58 bd Lefebvre, F-75732 Paris Cedex 15, Tél. : +33 1 40 43 50 20, Fax : +33 1 40 43 54 95, Site Internet http://www.lcpc.fr

Le texte complet en français et en anglais des articles du BLPC est désormais en accès libre sur le site.

Revue Marocaine de Génie Civil

Dans le N°119 (3ème trimestre 2007) on a relevé :

- Désordres des bâtiments lors de l'humidification des sols sensibles
  H. EJJAAOUANI

Contact : L.P.E.E., 25, rue d'Azilal, 20000 Casablanca, Maroc, Fax +212 22 30 15 50

La revue RMGC est disponible au Secrétariat du CFMS

Tunnels et ouvrages souterrains

Le n° 201 de mars/avril 2007 publie les articles suivants :

- *"Comment maîtriser les coûts de son projet"*

Recommandations de l'AFTES relatives à la "Maîtrise des coûts et contractualisation en travaux souterrains", Groupe de travail n° 25. Texte présenté par M. PEREZ et D. VOUILLARD, co-animateurs du GT25 assistés de G. HAMAIDE

- *"Un nouveau regard sur l'accessibilité intégrale du prémétro à Anvers"*

par E. HEMERICKX ;

- *"De certains effets hydromécaniques du creusement et de l'exploitation de galeries de stockage en milieu fracturé"*

par A. THORAVAL, N. GATELIER et T. YOU, résumé rédigé par B. KAZMIERCZAK ;

et dans la rubrique "Visites techniques" :

- *" Utilisation de béton projeté avec fibres synthétiques",*

visite sur le chantier de creusement du tunnel des Grands Goulets ;

- *"Visite de l'usine de fabrication de panneaux Glasal pour le revêtement de parois de tunnels"*

tous les deux par M. GUILLAUD ;

Dans la rubrique concernant les travaux et les projets prévus ou en cours actuellement en France et dans le monde, on relève les informations suivantes :

- La future section Nord du périphérique L2 de Marseille comportera un tronçon construit en souterrain représentant 60 à 70 % de la longueur totale de l'ouvrage (3,5 km).
- Electricité de France prévoit de construire une centrale hydro-électrique dans la vallée du Rizzanese en Corse. Cette centrale, partiellement enterrée, sera équipée de deux turbines de 27,5 MW et produira 80 GW soit 10% de la consommation d'électricité de l'île. La conduite forcée de 1245 m de long sera enterrée sur 315 m.
- Une deuxième ligne de métro serait construite à Rennes. Cette ligne, d'une extension de 13 km, de direction Nord-est – Sud-ouest, devrait comporter un tronçon souterrain creusé au tunnelier d'environ 9,75 km et le reste en tranchée couverte ou en surface.
- Le projet de liaison ferroviaire reliant les gares de Genève Cornavin et celle d'Annemasse en France, comporte la construction d'une nouvelle voie entre Lancy Pont-rouge et Genève Eaux-vives en Suisse. Le tronçon situé entre cette gare et la frontière française, déjà en service, sera établi en tranchée couverte.
- Un protocole de financement a été signé entre l'Etat et les collectivités locales pour réaliser une série de grands travaux sur les accès français de la future liaison Lyon-Turin. On mettrait ainsi en œuvre une nouvelle ligne mixte voyageurs-fret entre l'aéroport de Lyon-Saint Exupéry et Avressieux, le percement d'un premier tube du tunnel fret de la Chartreuse tout comme la construction du tunnel qui, traversant les massifs de Dullen et de l'Epine, permettra d'établir une liaison voyageurs entre Avressieux et Chambéry.
- Au Maroc, le contrat pour la construction du tunnel des Oudayas à Rabat a été attribué par l'Agence de développement de la vallée du Bouregreg. Ce tunnel bi-tube, de 1 km de longueur, est destiné à faciliter la circulation au centre de la ville. Il sera creusé avec des méthodes conventionnelles et les têtes seront réalisées en tranchée couverte.

P.J. HUERGO
ULB. Bruxelles

Revue Française de Géotechnique

Dans le N° 119 (2e trimestre 2007) nous avons relevé :

- Cartographie de l'aléa induit par d'anciennes carrières souterraines en milieu urbain dense
  A. ARBIZZI, C. KREZIAK, A.-M. PRUNIER-LEPARMENTIER
- L'instrumentation des ouvrages au service de la recherche de l'origine de désordres : l'église Saint-Bernard (Lyon)
  F. EMERIAULT, L. VINET, M. PIEDEVACHE, G. PASINI, N. BOUILLOD
- Modélisation numérique de l'interaction sol-structure lors du phénomène de fontis
  M. CAUDRON, F. EMERIAULT, M. AL HEIB
- Modélisation numérique tridimensionnelle d'un remblai sur sol compressible renforcé par inclusions rigides verticales
  O. JENCK, D. DIAS, R. KASTNER
- Comportement mécanique de géocellules sous impact. Application aux ouvrages pare-blocs
  S. LAMBERT, P. GOTTELAND, D. BERTRAND, F. NICOT
- Contribution à l'évaluation de la durée de vie d'un compartiment rocheux susceptible de s'ébouler
  D. HANTZ,, M. FRAYSSINES
- Vers un modèle probabiliste pour la formation de réseaux de fissures dans les roches lors de l'injection de CO_2
  M. SEYEDI, F. HILD

Contact : Presses des Ponts et Chaussées, 28 rue des Saints Pères, 75343 Paris Cedex 07, France, Fax : +33 1 44 58 27 44, Courriel : presses.ponts@mail.enpc.fr, Site Internet : http://pressesponts.enpc.fr

Annales du Bâtiment et des Travaux Publics

Dans le N°2-3/2007 (avril - juin 2007), nous avons relevé :

- Méthode de calcul simplifiée des semelles filantes flexibles sous l'action de sols gonflants
  M. BAHEDDI, M. D. DJAFAROV, A. CHARIF

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

Géophysique appliquée au génie civil et Diagraphies et géophysique de forage

Richard Lagabrielle nous offre, à son départ en retraite, deux ouvrages qui nous font part de son expérience en géophysique et en diagraphies. Ils sont publiés dans la collection des *Techniques de l'Ingénieur* sous les N° C224 et C225.

Géophysique appliquée au génie civil

1. Présentation
   Les méthodes de reconnaissance et la place de la géophysique
2. Généralités sur la géophysique
   Définition de la géophysique / Paramètres physiques utilisés en géophysique / Méthodes géophysiques / Déroulement d'une campagne de géophysique
3. Gravimétrie
   Principe de base / Microgravimétrie
4. Sismique
   Principe de base / Sismique réfraction / Sismique réflexion / Sismique en ondes de surface
5. Méthodes électriques en courant continu
   Principe de base / Sondage électrique / Traîné et carte de résistivité, panneaux électriques
6. Magnétisme (pour mémoire)
7. Méthodes électromagnétiques
   Principe de base / Radio-magnétotellurique / Dipôle-dipôle électromagnétique / Radar géologique
8. Radioactivité (pour mémoire)

Diagraphies et géophysique de forage

1. Généralités sur les diagraphies
   Définition / Classification
2. Diagraphie de radioactivité naturelle (RAN ou γ *ray naturel*)
   Domaine et conditions d'application / Principe et résultat fourni / Autres appellations et techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
3. Diagraphie de résistivité
   Domaine et conditions d'application / Principes des mesures et résultat / Autres appellations et techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
4. Diagraphie microsismique
   Domaine et conditions d'application / Principe de la mesure et résultat / Techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
5. Diagraphies gamma-gamma et neutron-neutron
   Domaine et conditions d'application / Principes des techniques et résultats / Techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
6. Géophysique de forage
7. Tomographie sismique
   Domaine et conditions d'application / Principes de la technique et résultats fournis / Techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
8. Tomographie électromagnétique
   Domaine et conditions d'application / Principe et résultats fournis / Techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
9. Radar de forage en mode réflexion
   Domaine et condition d'application / Principe et type de résultats / Techniques voisines / Organisation et déroulement d'une campagne
10. Conclusion générale

Contacts : Editions Techniques de l'Ingénieur, 249 rue de Crimée, 75019 Paris, Tél. : +33 1 53 35 20 20, Fax: +33 1 53 35 20 10, Site Internet : www.techniques-ingenieur.fr .

Solscope 2007

Les actes de ce Colloque dont on a donné le programme dans les *Nouvelles* sont disponibles soit sous forme papier soit sur CD (plus complet) auprès de ATTITUDE Consultants, 17 rue Charles de Gaulle, 86240 SMARVES, Tél. : +33 5 49 300 222, Courriel : d.rousseau@attitude-consultants.fr.

Rédacteur en chef :
Michel Gambin
CFMS, c/o PFE, 28 rue des Sts-Pères, F-75343 Paris Cedex 7
Fax direct : +33 1 43 29 40 41
Courriel : mgambin@magic.fr
Préparé au Département de Génie Civil et Environnemental de l'Université catholique de Louvain à Louvain-la-Neuve (Belgique)
Tirage papier : 1150 exemplaires distribués par le Laboratoire de Mécanique des Sols de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Suisse)
Diffusion (papier ou numérisée) dans 104 pays

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