

## DURABILITE DU BETON

LA DURABILITE,  
UN PARAMETRE  
ESSENTIEL POUR  
LES OUVRAGES DE  
BTP ET GENIE CIVIL

P.14 à 19

NE MANQUEZ PAS  
AVIS D'EXPERT

P.26

VOUS POUVEZ AUSSI LIRE DANS CE NUMERO



▶ Géotechnique : Forte affluence à la 2<sup>ème</sup> édition du Symposium RSS 2014 à Marrakech P.8 et 9



▶ Export : le LPEE sollicité pour la modélisation d'un barrage au Liban P.10 et 11





## Plus de 65 ans au service de la qualité au Maroc

- Laboratoire ayant dans ses statuts la mission de service public
- Laboratoire National de Métrologie
- Expertise

## Les principaux projets stratégiques contrôlés par le LPEE :

- Autoroutes
- Ligne Grande Vitesse (LGV)
- Barrages
- Mosquées, ...

## Plus grande expérience Marocaine dans les domaines :

- Menaçant ruine
- Chimie des matériaux
- Electricité
- Modélisation hydraulique (1<sup>er</sup> Laboratoire d'hydraulique en Afrique avec Afrique du sud)



المختبر العمومي للتجارب والدراسات  
LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ETUDES

# ► SOMMAIRE



## QUOI DE NEUF ?

Actualité : P.4 et 5  
L'actualité du 1<sup>er</sup> trimestre 2014 en bref

## ACTUALITES

Réglementation : P.6 et 7  
Entrée en vigueur très prochaine du décret de qualification et de classification des laboratoires de BTP



## ACTUALITES

Séminaire : P.8 et 9  
Forte affluence à la 2<sup>ème</sup> édition du Symposium RSS 2014 à Marrakech

## ACTUALITES

Export : P.10 et 11  
Le CEH/LPEE sollicité pour la modélisation d'un barrage au Liban



## RESEAU

Région : P.12  
Nouveau redéploiement régional au LPEE

## INTERVIEW

Abbad El Andaloussi, Directeur du CTR de Marrakech P.13  
"Nous espérons déménager dans nos nouveaux locaux avant fin 2015"



## DOSSIER

Durabilité du béton : P.14 - 19  
La durabilité, un paramètre essentiel pour les ouvrages de BTP et génie civil

## CONSTRUCTION

Barrage : P.20 et 21  
Entrée en service du barrage Taskourt



## RESEAU

Organisation : P.22 et 23  
Ce qu'il faut retenir des Espaces Technologiques "Autres Métiers"

## AUTOROUTE

Dédoublément : P.24 et 25  
Dernière tranche des travaux de dédoublement de la RN1 entre Agadir et Tiznit



## AVIS D'EXPERT

Interview : P.26 et 27  
Quand est-ce qu'il faut passer à l'approche performantielle pour les ouvrages en béton ?

## IMMOBILIER

Bâtiment : P.28  
Le CTR de Casablanca s'investit dans l'habitat social à Hay Moulay Rachid



## DOCUMENTATION

Lu pour vous : P.29  
Les inclusions rigides  
Sélection des dernières acquisitions du LPEE (Livres et magazines spécialisés)

## AGENDA

Evénements à venir : P.30  
Foire, salons, conférences et séminaires

## LPEE MAGAZINE N°67



LPEE Magazine est une publication du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes sise 25, rue Azilal - Boite Postale : 13 389 Casablanca 20110  
Tél : 05 22 54 75 75 (LG)  
E-mail : lpee.dg@lpee.ma  
Fax : 05 22 30 15 50  
Site web : www.lpee.ma

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Monsieur Mouhsine Alaoui M'hamdi

### COORDINATEUR

Monsieur Houssine Ejjaaouani

### ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Mohamed Ait El Aal  
Ghazi Benabderrazik  
Mohamed Berrada  
El Bachir Cherkaoui  
Abdellah Choukir  
Mohamed Eddarai  
Abbad El Andaloussi  
Mohamed El Habib El Otmani  
Abderrazak Harti  
Hasna Metrane  
Kamal Moussaid  
Ahmed Mrhizou  
Abdellah Rachid  
Raja Ricouch  
Nadia Sahraoui

### CONCEPTION, RÉDACTION ET ÉDITION

DIOUF EDITING  
72, rue El Araar (ex Gay Lussac)  
Casablanca  
Tél : 05 22 29 80 39/40  
Fax : 05 22 43 01 58  
E-mail : dioufediting@yahoo.fr

### IMPRESSION

Groupe Maroc Soir

### AUTORISATION DE PUBLICATION

N°9/83

### DÉPOT LÉGAL

24/1984

### LE LPEE EST ACCRÉDITÉ





### ► Une délégation ministérielle du Congo-Brazzaville reçue au LPEE



La délégation congolaise ici au LPEE Tit Mellil.

En marge de sa visite de travail au Maroc, qui a eu lieu les 20 et 21 mars 2014, la délégation, conduite par Monsieur Emile Ouosso, Ministre Congolais de l'Équipement et des Travaux Publics, a visité les laboratoires du LPEE situés à Tit Mellil et à l'annexe sur la route d'El Jadida notamment le CEREP (Centre d'Études et de Recherches sur l'Environnement et la Pollution), le CEMGI (Centre Expérimental des Matériaux et du Génie Industriels), le CES (Centre Expérimental des Sols), le LNM (Laboratoire National de Métrologie), le CERIT (Centre

d'Études et de Recherches des Infrastructures de Transport), le CEH (Centre Expérimental de l'Hydraulique), le CEEE (Centre d'Essais et d'Études Électriques); et suivi un exposé sur le CSTC (Centre Scientifique et Technique des Constructions). Objectif : s'enquérir des voies et moyens à mettre en œuvre pour développer la coopération entre le LPEE et le Bureau de Contrôle des Bâtiments et des Travaux Publics (BCBTP) du Congo qui ont signé une convention de partenariat en février dernier.

Pour traduire rapidement en actes certains axes de cette convention, des points focaux ont été identifiés et la partie congolaise a présenté deux axes prioritaires où elle a besoin du soutien du LPEE : la géotechnique (sols, fondations et routes) et la métrologie. Dans le domaine géotechnique, le BCBTP a besoin d'urgence du LPEE pour former ses agents in situ au Congo. Tandis qu'en matière de métrologie, le BCBTP désire confier au LPEE/LNM l'expertise d'un important équipement technique qu'il vient d'acquérir pour familiariser rapidement ses équipes à l'utilisation de ces matériels.

Le BCBTP désire également travailler main dans la main avec le LPEE sur des projets au Congo, notamment le projet du pont entre Brazzaville et Kinshasa, le futur port de Brazzaville, le port minéralier de Pointe Noire ou encore le viaduc devant relier le fleuve et le stade de Brazzaville.

### ► Trois nouvelles directions centrales créées au LPEE

La Direction Générale du LPEE a créé, au début de l'année en cours, trois nouvelles directions centrales installées au siège du Laboratoire à Casablanca qui lui sont directement rattachées. Il s'agit précisément de la Direction des Approvisionnements, de la Logistique et de la gestion du Patrimoine (DALP), de la Direction de la Coordination et du Développement Régional (DCDR) et de la Direction de la Recherche Appliquée et des Référentiels Techniques (DRRT). Confiée à M. Mohamed Berrada, ex-directeur du CTR de Fès, la DALP a pour principales missions :

- d'élaborer la politique d'achat du LPEE de manière à assurer l'approvisionnement dans les meilleures conditions de coût, de qualité et de délai ;
- de veiller à l'optimisation des flux et des stocks de matériels et consommables nécessaires au fonctionnement continu du LPEE ;
- d'assurer la gestion du patrimoine et



Une vue du siège du LPEE à Casablanca.

du parc acquis du LPEE et sa maintenance dans les meilleures conditions.

La DCDR a été placée sous la responsabilité de M. Mohamed Eddaraï, ex-Directeur du CTR de Tanger. Elle a pour principales missions :

- d'animer la réflexion stratégique sur le développement régional du LPEE ;
- d'assister les Unités Régionales sur tous les plans ;

■ de coordonner la coopération entre les Unités Spécialisées et les Unités Régionales ;

■ d'assurer le suivi de la réalisation des projets d'entités des Unités Régionales en matière de formation, de déconcentration et de décentralisation.

Tandis que la DRRT est dirigée par M. Mohamed Mrhizou, ex-Directeur du CSB. Elle a, entre autres, pour missions : ■ d'assurer les fonctions de pilotage, d'animation, de coordination et de valorisation de tous les travaux de recherche appliquée réalisés au LPEE ;

■ de prospecter, en collaboration avec les unités techniques, les opportunités de projets de recherche appliquée et leur financement ;

■ d'assister les unités techniques pour répondre aux appels à projets et à monter des partenariats pour la réalisation de projets de recherche ;

■ de travailler sur les projets de recherche prénormative et de les valider.

## ► Visite de travail au LPEE du bureau de l'ALBTP



M. Ejjaaouani, Directeur Technique et Scientifique du LPEE et M. N'GAGNON, Président de l'ALBTP.

Une Délégation de l'Association Africaine des Laboratoires de Bâtiments et Travaux Publics (ALBTP), composée de son président M. Louis-Patrice N'GAGNON, également Directeur Général du Bureau de Contrôle des Bâtiments et Travaux Publics du Congo Brazzaville (BCBTP), et de son trésorier M. Etienne

Marcelin KANA, également Directeur de la Recherche et de la Coopération du Laboratoire National de Génie Civil du Cameroun (Labogénie), a effectué une visite de travail au Maroc du 24 au 27 janvier dernier.

A cette occasion, les représentants de l'ALBTP ont été reçus le 27 janvier au siège du LPEE par M. Houssine Ejjaaouani, Directeur Technique et Scientifique du LPEE.

Lors de cette visite, effectuée après celle de Ouagadougou (Burkina Faso) du 17 au 23 janvier, MM. N'GAGNON et KANA ont sensibilisé le LPEE sur la tenue des 6<sup>ème</sup> Journées Africaines de Géotechnique (JAG) prévues du 12 au 14 juin 2014 à Ouagadougou sur le thème "Rôle et responsabilité des laboratoires nationaux d'Afrique face à la qualité et à la durabilité des infrastructures socio-économiques", ceci conformément à la mise en œuvre des recommandations de la dernière assemblée générale de l'ALBTP, tenue à Brazzaville le 18 mai 2013.

## ► 15<sup>ème</sup> anniversaire de l'UMAQ



Affiche du 15<sup>ème</sup> anniversaire de l'UMAQ.

Le LPEE a pris part à la journée de célébration du 15<sup>ème</sup> anniversaire de l'Union Marocaine de la Qualité (UMAQ). Organisée le 21 mars 2014 au siège de la Délégation régionale du Ministère du Commerce, de l'Industrie, de l'Investissement et de l'Economie Numérique à Casablanca sous le thème "la qualité : de la performance à la responsabilité sociale", cette rencontre a connu la participation de plusieurs opérateurs économiques et décideurs institutionnels venus soutenir l'UMAQ pour son effort sans relâche d'encouragement et de sensibilisation des entreprises sur l'importance de la qualité surtout dans l'actuel contexte de mondialisation où l'entreprise fait face à une concurrence acerbée et a besoin d'innover.

Signalons que le LPEE est un des membres fondateurs de l'UMAQ.

Depuis sa création, le Laboratoire participe activement, chaque année, à la semaine nationale de la qualité qui est un événement national de communication autour de la qualité dont le but est de valoriser les efforts des entreprises en matière de qualité et de sensibiliser le public à l'importance de la qualité.

L'UMAQ organise également le prix national de la qualité qui est un moyen d'auto-évaluation qui permet aux entreprises de mesurer leurs performances en matière de qualité et d'identifier les axes de progrès, et aux organismes de promotion de la qualité d'inciter les entreprises à lancer des démarches qualité pour renforcer leur compétitivité.

## ► Une délégation d'étudiants en géologie en visite au CTR de Casablanca

Dans le cadre de la coopération entre le LPEE et l'Université Hassan II - Ain Chock, le CTR de Casablanca a reçu une délégation d'une vingtaine d'étudiants de la Faculté des Sciences – Département Géologie – de cette Université, conduite par leur professeur M. Fouad Al Kamel.

A cette occasion, ce groupe d'étudiants en 3<sup>ème</sup> année de licence fondamentale a eu droit à :

- une projection du film institutionnel du LPEE,
- une distribution de supports de communication du LPEE
- une séance de questions/réponses
- un F'tour
- une visite du laboratoire central du CTR de Casablanca
- une visite du chantier de la Marina.

Un chantier où l'équipe du CTR de Casablanca s'est récemment rendue pour assister à la mise en œuvre des inclusions rigides destinées à stabiliser certaines parties du terrain de la Marina gagnées sur la mer.



Les étudiants devant la maquette de la Marina.



ACTUALITES

REGLEMENTATION

Monsieur Aziz Rabbah, Ministre de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, lors de la Journée d'information sur le décret de qualification et de classification des laboratoires de BTP.

## Entrée en vigueur très prochaine du décret de qualification et de classification des laboratoires de BTP

Le Ministre de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, M. Aziz Rabbah a présidé la journée d'information sur l'entrée en vigueur du système de qualification et de classification des laboratoires de BTP, prévue le 17 avril 2014. L'occasion pour lui et son équipe de présenter dans le détail toutes les composantes du nouveau système qui vise à réglementer un secteur stratégique pour le Maroc.

Le Centre d'Accueil et de Conférences du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique à Rabat Hay Riad a abrité, le 25 mars 2014, la journée d'information sur l'entrée en vigueur du système de qualification et de classification des laboratoires de BTP. Présidée par M. Aziz Rabbah, Ministre de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, cette journée était l'occasion pour lui et ses collaborateurs de présenter dans le détail toutes les composantes du nouveau système dont la date d'entrée en vigueur est prévue pour le 17 avril prochain.

Dans son allocution d'ouverture, M. le Ministre est revenu sur le contenu du communiqué que son Département a diffusé à cette occasion et où il est mentionné que "suite à la publication des arrêtés d'application du décret n°2-01-437 relatif à la qualification et à la classification des laboratoires de BTP, le Ministère informe l'ensemble des laboratoires de BTP qu'il a officiellement donné son approbation au Règlement intérieur annexé au manuel des procédures et au référentiel de qualification et de classification que la commission nationale a déjà validé". Partant, "les laboratoires de BTP candidats sont invités à prendre

toutes les dispositions nécessaires pour déposer leurs demandes de qualification auprès des services de la Direction des Affaires Techniques et des Relations avec la Profession, relevant du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, et ceci dès la date de publication dudit communiqué". Par ailleurs, il a été précisé que "l'ensemble des textes régissant le nouveau système de qualification et de classification des laboratoires de BTP notamment le Règlement intérieur, le manuel des procédures ; le référentiel de qualification et classification et les formulaires sont disponibles sur le site web du Ministère de l'Équipe-



ment, du Transport et de la Logistique à l'adresse [www.equipement.gov.ma](http://www.equipement.gov.ma)".

Ceci étant, il faut retenir que l'arrêté n°2523-13 du 4 chaoual 1434 (12 août 2013) du Ministre en charge de l'Équipement, regroupe les qualifications des laboratoires de BTP dans quatre (4) activités : les études géotechniques, les contrôles qualité, l'expertise et la recherche-développement.

**Les études géotechniques** comprennent 3 composantes :

- les interventions sur terrain pour effectuer des investigations, des sondages et des prélèvements d'échantillons et si nécessaire des essais et mesures in situ;

- la réalisation des essais et analyses en laboratoire sur les échantillons prélevés ;

- l'interprétation et l'exploitation des résultats des essais effectués et des données récoltées.

Cette activité regroupe les sept (7) qualifications (Q) suivantes :

Q1.1 : Etudes Géotechniques des bâtiments courants (bâtiments sans difficultés géotechniques majeures)

Q1.2 : Etudes Géotechniques des bâtiments non courants

Q1.3 : Etudes Géotechniques routières courantes (pistes rurales, routes à faible à moyen trafic et voirie, sans difficultés géotechniques majeures)

Q1.4 : Etudes Géotechniques routières non courantes et d'infrastructures complexes (autoroutes, voies ferrées, pistes aéronautiques, plates-formes logistiques ou portuaires, ....)

Q1.5 : Etudes Géotechniques des ouvrages courants (ouvrages dalots/buses et ponts à faible portée, ouvrages hydrauliques, ouvrages agricoles, ouvrages d'assainissement et d'eau potable, sans difficultés géotechniques majeures)

Q1.6 : Etudes Géotechniques des ouvrages non courants

Q1.7 : Etudes Géotechniques des ports et barrages

**Les prestations de contrôles qualité** consistent en :

- L'examen et assimilation des documents de prescriptions des travaux objet du contrôle de qualité, par le cadre chargé du suivi de la réalisation du projet ;

- Les interventions sur terrain pour effectuer, les prélèvements d'échantillons et les mesures et essais in situ nécessaires ;

- La réalisation en laboratoire, les essais et les analyses sur les échantillons prélevés;

- L'interprétation et l'exploitation par le cadre chargé du suivi du projet des résultats d'essais et données récoltées,

en vue d'établir un procès-verbal ou un rapport des contrôles ainsi effectués.

Cette activité regroupe les douze (12) qualifications suivantes :

Q2.1 : Contrôle des travaux de bâtiments courants

Q2.2 : Contrôle des travaux de terrassements et chaussées à base de graves non traitées

Q2.3 : Contrôle des travaux de chaussées à base de graves traitées aux liants hydrocarbonnés

Q2.4 : Contrôle des travaux de chaussées à base de graves traitées aux liants hydrauliques

Q2.5 : Contrôle des travaux des ouvrages courants (ouvrages dalots/buses et ponts à faible portée, ouvrages hydrauliques, ouvrages agricoles, ouvrages d'assainissement et d'eau potable, ...)

Q2.6 : Contrôle des travaux des ouvrages non courants et du gros œuvre des bâtiments à spécifications particulières

“ L'arrêté n°2523-13 du 4 chaoual 1434 (12 août 2013) du Ministre de l'Équipement, du Transport et de la Logistique regroupe les qualifications des laboratoires de BTP dans quatre activités distinctes : les études géotechniques, les contrôles qualité, l'expertise et la recherche-développement. ”

Q2.7 : Contrôle des travaux de lots secondaires des bâtiments à spécifications particulières

Q2.8 : Contrôle des travaux de ports et barrages

Q2.9 : Contrôle des travaux de structures métalliques

Q2.10 : Contrôle des équipements électro-mécaniques et hydro-mécaniques (barrages, AEP hydro-agricoles, ports, ...)

Q2.11 : Contrôle des travaux de peinture de signalisation routière

Q2.12 : Contrôle de la qualité de l'environnement et des pollutions (eaux, air, sols, déchets et rejets, ...)

**L'activité expertise** comporte les sept (7) qualifications suivantes :

Q3.1 : Expertise des bâtiments

Q3.2 : Expertise des routes et chaussées

Q3.3 : Expertise des ouvrages d'art

Q3.4 : Expertise des ouvrages d'assainissement, d'AEP et d'aménagement hydro-agricoles

Q3.5 : Expertise des barrages

Q3.6 : Expertise des ports

Q3.7 : Expertise des structures métalliques

**L'activité recherche-développement** comporte les cinq (5) qualifications suivantes :

Q4.1 : Recherche-développement sur béton hydraulique, matériaux et structures

Q4.2 : Recherche-développement sur les techniques de construction et de maintenance des routes et chaussées

Q4.3 : Recherche-développement en géotechnique et hydrogéologie

Q4.4 : Recherche-développement en hydraulique et maritime

Q4.5 : Recherche-développement en environnement et traitements des pollutions.

Signalons qu'un laboratoire candidat pourrait être qualifié dans l'une des qualifications de ces quatre activités (les études géotechniques, les contrôles qualité, l'expertise et la recherche-développement), s'il démontre qu'il a les références ainsi que les moyens matériels

et humains nécessaires pour réaliser, conformément aux règlements techniques et aux normes en vigueur, toutes les prestations rentrant dans le cadre de chaque qualification demandée.

Par exemple pour l'activité géotechnique, il lui faut prouver qu'il dispose :

- d'au moins de deux références portant sur la même nature de prestations et d'ouvrages que ceux de la portée de la qualification demandée,

- d'un personnel nécessaire et qualifié,
- de tout le matériel et équipements nécessaires à la réalisation des essais et mesures, exigées pour chaque qualification demandée,

- d'un fond documentaire comprenant au moins les règlements techniques et les normes d'essais marocaines homologuées en vigueur ou à défaut des normes internationales ou à défaut à des normes européennes, ainsi que les enregistrements nécessaires ■



ACTUALITES

SEMINAIRE

La tribune lors de l'ouverture des travaux du Symposium RSS 2014.

# Forte affluence à la 2<sup>ème</sup> édition du Symposium RSS 2014 à Marrakech

Après Paris, Marrakech a accueilli le 2<sup>ème</sup> symposium international sur la stabilité des versants rocheux. Une rencontre organisée par la Société des Autoroutes du Maroc, avec plusieurs partenaires dont le LPEE, pour partager sur ses méthodes de gestion des risques d'instabilités des versants rocheux ainsi que sur ses trouvailles et techniques de confortement pour stabiliser ou réparer ce type d'ouvrages.

Les 2, 3 et 4 avril, Marrakech a abrité les travaux du 2<sup>ème</sup> symposium international sur la stabilité des versants rocheux. Organisée par la Société des Autoroutes du Maroc (ADM), en collaboration avec le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), le Comité Marocain de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CMMSG), l'Association Française de Développement et Recherche en Glissement de Terrain (ADRGT), l'Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP), l'Université Caddi Ayyad de Marrakech et l'Université Blaise Pascal-Polytech de Clermont Ferrand, la rencontre, parrainée par le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, fait suite à la 1<sup>ère</sup> édition initiée par l'Institut National français de l'Environnement Industriel des Risques

(INERIS) en novembre 2010 à Paris. Rappelons qu'à cette occasion l'INERIS voulait partager avec la communauté scientifique des géotechniciens, les avancées qu'il avait enregistrées en matière de recherche sur le risque d'instabilités rocheuses. Les connaissances concernant les mouvements de terrain avaient en effet beaucoup progressé dans les décennies précédentes en matière de glissements de terrains. La modélisation de ceux-ci, à l'aide de logiciels performants issus de la Mécanique des Sols, avait atteint un niveau satisfaisant notamment pour les milieux qui pouvaient être assimilés à des milieux de type continu. Par contre, ces modélisations n'étaient pas encore satisfaisantes pour les milieux rocheux dans lesquels les surfaces de discontinuités sont fréquentes et les

géométries et propriétés mécaniques très différentes.

Le développement récent des modèles aux éléments distincts a permis de mieux appréhender la sécurité des versants rocheux et de mieux dimensionner les confortements nécessaires. D'ailleurs, le symposium de Paris avait donné lieu à de fructueux échanges à ce sujet ...

Et parallèlement aux progrès des méthodes de calcul, un important effort a été fait pour mieux caractériser les propriétés des terrains rocheux, notamment en recourant à de nouvelles méthodes de reconnaissance in situ adoptées en complément des essais classiques de laboratoire.

Suite à sa participation au symposium de Paris, l'ADM a donc décidé de prendre le relais de l'INERIS. C'est ainsi qu'après



une phase de travaux très intense dans diverses zones de relief du Maroc, elle a pris l'initiative de lancer un programme de recherches sur le sujet où plusieurs universités et centres de recherche au Maroc et en Europe ont été impliqués. Aujourd'hui, les travaux de recherche sont assez avancés. Voilà pourquoi, le bras armé de l'Etat marocain en matière de construction autoroutière a convoqué cette 2<sup>ème</sup> édition du symposium RSS pour partager sur ses méthodes de gestion des risques d'instabilités des versants rocheux ainsi que sur ses trouvailles et techniques de confortement pour stabili-

s'est engagé, depuis le début des années 2000, dans la réalisation d'importants programmes visant l'extension et la mise à niveau de ses infrastructures de transport pour accompagner son développement économique et social. C'est dans ce cadre que s'inscrivent les constructions de la Rocade méditerranéenne, de certains tronçons autoroutiers, de la Ligne à Grande Vitesse et de lignes ferroviaires, des projets qui ont constitué de véritables champs d'expériences pour les maîtres d'ouvrages et les géotechniciens". Dans son exposé sur la maîtrise des

“ Le bras armé de l'Etat marocain en matière de construction autoroutière a convoqué cette 2<sup>ème</sup> édition du symposium RSS pour partager sur ses méthodes de gestion des risques d'instabilités des versants rocheux ainsi que sur ses trouvailles et techniques de confortement pour stabiliser ou réparer ce type d'ouvrages. ”

ser ou réparer ce type d'ouvrages. La rencontre a fait l'objet de l'élaboration d'un programme scientifique de haute facture. Elle a également drainé une forte affluence de plusieurs centaines d'ingénieurs et scientifiques, en provenance d'une dizaine de pays notamment d'Algérie, de Belgique, du Canada, d'Espagne, des Etats-Unis, de France, d'Italie, de Suisse, de Tunisie, ... et du Maroc. Dans son allocution d'ouverture des travaux du symposium, M. Benazzouz, le Directeur Général d'ADM, a déclaré que *"le domaine de la géotechnique en général et celui des risques naturels d'instabilité de terrains en particulier suscitent un intérêt majeur pour la Société Nationale des Autoroutes du Maroc. Parce que nous sommes confrontés à de grandes variétés de problèmes géotechniques pendant la réalisation de notre programme autoroutier. Problèmes qui nécessitent souvent de faire preuve de beaucoup d'imagination pour trouver des solutions innovantes à même de permettre de surmonter les difficultés rencontrées"*. Succédant au DG d'ADM, M. Mouhsine Alaoui M'Hamdi, le Directeur Général du LPEE a, quant à lui, insisté sur le fait que, *"au fil des années et des chantiers, la communauté des géotechniciens du Maroc a accumulé pas mal d'expériences à échanger dans le domaine des versants rocheux. En effet, le Maroc*

risques géotechniques dans les grands projets, M. Abdelkrim Derraji d'ADM a présenté les nouvelles techniques de confortement des versants rocheux développées au fil des projets autoroutiers réalisés au Nord et au Sud du Royaume. C'est ainsi que l'assistance a appris qu'ADM a commencé à développer un système de compactage à sec sur des sols argileux secs, notamment en s'inspirant du modèle développé par des géotechniciens algériens sur la transaharienne. Un modèle qui évite tout risque de venue d'eau et qui a été amélioré à travers l'utilisation de matériaux biologiques (toile de jute, paille ou roseaux). Sur ce sujet, ADM a engagé des travaux de recherche dont les résultats feront très prochainement l'objet de la publication d'un guide de traitement des SIRT (Sols Indurés et Roches Tendres). ADM a également trouvé une belle parade pour assurer la stabilité des talus de grande superficie. La démarche, développée avec l'appui des Chinois, consiste à créer des arcades pour intervenir sur des surfaces de taille humaine. Un sujet où une recherche est également engagée pour créer une théorie marocaine sur les arcades. Signalons également qu'en octobre 2012, ADM avait publié, en partenariat avec l'Ecole Hassania des Travaux Publics, son premier ouvrage sur la géotechnique intitulé "Elément de stabilité des pentes



M. Houssine Ejjaouani, Directeur Technique et Scientifique du LPEE lors de son exposé sur le confortement du Déblai 15 de l'autoroute Marrakech - Agadir.

au rocher". Actuellement, une 2<sup>ème</sup> édition est en préparation sur "la surveillance des massifs rocheux". Signalons par ailleurs, qu'un cas d'école s'est déroulé au niveau de l'autoroute Marrakech-Agadir, notamment au Déblai 15. Sur ce déblai, ADM était confrontée à d'importants glissements de terrain qui s'étaient déclarés en mi-mars 2010, soit à 3 mois de l'inauguration de l'ouvrage. Et c'est grâce à M. Houssine Ejjaouani, expert en géotechnique et Directeur Technique et Scientifique du LPEE que le problème a été circonscrit. D'ailleurs, c'est sur ce sujet que M. Ejjaouani a fait son exposé le 2 avril dans lequel il a largement présenté le cas. C'est également ce Déblai 15 qu'ADM a choisi comme thème de la visite programmée le 4 avril pour clôturer le Symposium RSS 2014 ■



ACTUALITES

EXPORT

La délégation libanaise visitant le modèle réduit réalisé par le CEH/LPEE.

## Le CEH/LPEE sollicité pour la modélisation d'un barrage au Liban

Le 24 mars 2014, le Directeur du Centre Expérimental de l'Hydraulique du LPEE et son équipe ont reçu une délégation du CDR (Council for Development and Reconstruction) du Liban, venue voir in situ le modèle réduit 1/50 du futur barrage de Bisri. Les représentants du maître d'ouvrage, qui sont passés par le bureau d'études Novec, ont apprécié le modèle physique réalisé par le Centre Expérimental de l'Hydraulique du LPEE.

Le Centre Expérimental de l'Hydraulique du LPEE (CEH/LPEE) multiplie les expériences à l'export. En effet, après l'étude en canal à houle du port de Gabès en Tunisie et la réalisation d'un modèle physique réduit pour étudier les ouvrages de protection du port de Durrès en Albanie, le bras armé du LPEE en matière d'études hydrauliques a été récemment sollicité pour modéliser le futur barrage de Bisri au Liban.

Une prestation dont s'il est acquitté avec brio puisque la délégation constituée de trois représentants du maître d'ouvrage libanais, en l'occurrence Council for Development and Reconstruction (CDR), conduite par le bureau d'études et de conseils Novec, est retournée satisfaite

après sa visite au CEH.

En effet, "les ingénieurs du CDR, que nous avons reçus, le 24 mars ont apprécié le modèle que nous leur avons présenté. C'est simple, ils ont pu toucher du doigt leur projet. Et comme me l'a confié l'un d'entre eux, après avoir visité le CEH et le CES (Centre Expérimental des Sols), ils ne pensaient même pas qu'il y avait des laboratoires aussi bien équipés et performants au Maroc", explique M. Abderrazak Harti, le Directeur du CEH/LPEE.

Concrètement, le travail demandé au CEH consistait à modéliser une digue zonée à noyau central argileux d'environ 70 m de hauteur, proche de la ville de Saida et destinée à l'alimentation en eau potable de Beyrouth, la capitale liba-

naise, ainsi qu'à la production d'énergie. Le modèle réduit devait notamment porter sur deux ouvrages, à savoir un évacuateur de crues et un tunnel de vidange de fond du barrage Bisri.

L'évacuateur de crue est à seuil libre implanté en rive gauche. Sa longueur déversante est estimée à 45 mètres. Le seuil circulaire est suivi d'un convergent et d'un coursier de 30 m de largeur et de 430 m de longueur.

Pour modéliser ces deux ouvrages, l'équipe du CEH/LPEE a opté pour une échelle égale à 1/50.

L'approche par modèle physique de l'évacuateur de crues a permis d'étudier plusieurs aspects parmi lesquels :

■ la mise au point des formes d'entonnement, notamment des murs guideaux



latéraux amont, en vue d'assurer une alimentation bien répartie le long du seuil ;

■ l'élaboration de la courbe de tarage du seuil, pour un niveau amont variant de la cote de retenue normale à la cote de crête du barrage ;

■ les conditions d'écoulement dans le convergent le long du coursier ;

■ les conditions d'écoulement dans le coursier de l'évacuateur et les conditions de restitution à l'aval ;

les aspects à simuler notamment :

■ l'examen des conditions de restitution et de mise au point de la meilleure forme de la cuillère ; et

■ la définition des protections à l'aval de la cuillère là où elles s'avèrent nécessaires.

A signaler que l'étude sur modèle réduit a également traité les conditions de restitution résultant du fonctionnement simultanée de l'évacuateur de crues et de la vidange de fond.

“ Le CEH s'est acquitté avec brio de sa mission puisque la délégation, constituée de représentants du maître d'ouvrage libanais, Council for Development and Reconstruction et du bureau d'études et de conseils Novec, est retournée satisfaite après sa visite in-situ du modèle physique. ”

■ les conditions d'écoulement dans le coude et les moyens d'atténuer les effets de la force centrifuge ;

■ l'optimisation de la géométrie et de l'angle de tir de la cuillère, y compris l'introduction de déflecteurs et redents à même de disperser le jet ;

■ l'appréciation de la zone d'impact et la détermination de la profondeur de la fosse limite en simulant le fond meuble pour toutes les configurations examinées. Quant à l'approche sur le modèle vidange de fond, elle s'est focalisée sur

Signalons que le barrage de Bisri s'inscrit dans la stratégie du Liban visant à améliorer la quantité d'eau stockée dans le pays et sa distribution. Ce barrage est l'un des plus grands ouvrages jamais construit dans le pays. Il devrait à terme offrir une capacité additionnelle de stockage de 120 millions m<sup>3</sup> d'eau potable. C'est ainsi que compte tenu de son envergure et pour face à la taille du projet, les autorités libanaises ont recruté un panel d'experts pour étudier les plans du barrage et s'assurer que



Tests du modèle sur plusieurs débits.

toutes les phases – de la conception à la maintenance en passant par la construction et l'exploitation – intègrent bien les considérations liées à la sécurité. Ce panel réunit notamment des experts internationaux reconnus dans le domaine de la conception de barrages, de l'hydrogéologie, de l'hydrologie et de la sismologie ■



L'équipe du CEH/LPEE avec les représentants libanais et de Novec.

## Nouveau redéploiement régional au LPEE

La Direction Générale du LPEE poursuit la mise en œuvre de sa stratégie de redéploiement régional. Après le rattachement de Béni Mellal au CTR de Casablanca, Tanger et Fès ont été respectivement fusionnés à Tétouan et à Meknès. Les raisons.

La Direction Générale du LPEE dévoile petit à petit la nouvelle cartographie régionale du Laboratoire ! En effet, suite au rattachement du Laboratoire Régional de Béni Mellal au Centre Technique Régional de Casablanca en décembre 2012, deux nouveaux regroupements viennent d'être rendus effectifs. Le premier concerne le rattachement du CTR de Fès à celui de Meknès. Tandis que le second a trait à la fusion du CTR de Tanger et celui de Tétouan.

MM. Mohamed Berrada et Mohamed Eddarai, respectivement ex-Directeur du CTR de Fès et ex-Directeur du CTR de Tanger se sont vus confier deux nouvelles directions installées au siège du LPEE à Casablanca<sup>(1)</sup>.

Quant à M. Abdelkhalék Zeryouh, Directeur du CTR de Tétouan et M. Mohamed Doss Bennani, Directeur du CTR de Meknès, ils gèrent désormais de plus grands centres régionaux qui rayonnent sur de vastes territoires. Le CTR Nord couvre désormais les territoires de la Capitale du Détroit et de Tétouan. Il part précisément de Moulay Boussehham, en passant par Larache, Asilah, Tanger, Sebta, Tétouan, Chefchaouen, Al Hoceima jusqu'à Mellilia.

Alors que le CTR Centre (Meknès + Fès) part de la zone naturelle de Meknès, à savoir Meknès, Tafilalet, El Hajeb, Khénifra, Midelt, Ifrane et Errachidia, jusqu'à une autre zone comprenant Sefrou, Taza, Guercif, Azrou, Sidi Kacem et Souk Larba. En plus de ces superficies plus grandes, qui s'apparentent plutôt à des atouts, les deux managers auront dans l'immédiat à gérer des ressources humaines et matérielles en doublement voire plus. Ce qui semble, à priori, être également des arguments qui plaident en faveur d'un accroissement à court, moyen termes, des chiffres d'affaires des deux représentations régionales.

Pour gagner ce pari, MM. Zeryouh et Doss Bennani, devraient, à court terme, commencer par faire l'inventaire de leurs



Les CTR Nord et du Centre couvrent désormais des territoires qui ont quasi-doublés.

ressources respectives. Avant de passer ensuite à la définition d'une nouvelle stratégie régionale plus globale qui permettra la mise en œuvre optimale de ces ressources.

En attendant, nos deux managers devront s'atteler au plus urgent, c'est à dire poursuivre les chantiers dans lesquels les centres nouvellement "acquis" sont impliqués. Le CTR de Tanger est, par exemple, impliqué dans les chantiers des ports de Tanger ville, Tanger Med, Ksar Séghir ; dans la construction de la LGV plusieurs lots; dans le barrage Kharroub et les aménagements hydro-agricoles à l'aval du barrage Khroufa dans la province de Larache ; dans l'édification des nouvelles villes satellites de Ibn Batouta et Chrafat ; dans la grande plateforme industrielle des zones franches et logistiques de Gzénaya et Melloussa ; dans des parcs éoliens ainsi que sur des programmes de routes rurales, des constructions scolaires, des plans de développements urbains, des constructions sociales et dans la nouvelle faculté de médecine et de pharmacie de Tanger. Des chantiers qui devront être gérés au mieux, conformément à l'Esprit de Wirgan et des multiples décisions prises dans son sillage.

En effet, cette nouvelle stratégie de regroupement régional, qui va certaine-

ment se poursuivre, est le prolongement des décisions prises à Wirgan où le LPEE avait défini pour la première fois une stratégie de travailler en réseau, notamment pour accroître son efficacité et sa force de frappe dans un secteur des laboratoires de génie civil devenu très concurrentiel à cause de l'arrivée massive de nouveaux laboratoires de petite taille. C'est ainsi que, pour faire face au nouvel environnement de travail marqué par une concurrence acerbée et souvent déloyale, plusieurs décisions ont été prises, notamment :

- l'élargissement de la mission principale des unités régionales qui ont commencé à jouer le rôle de guichet unique du LPEE dans leur région respective,
- la poursuite des efforts d'accréditation et de certification qualité, et
- l'élargissement régulier des prestations des unités régionales vers les matériaux de second œuvre, les prestations électriques, etc ...

Un élargissement qui devra connaître une accélération sou peu, en raison de la redynamisation des Espaces Technologiques Réseaux ■

(1) : M. Mohamed Berrada a été chargé de la Direction de la Logistique, des Approvisionnements et de la gestion du Patrimoine.

M. Mohamed Eddarai a été chargé de la Direction de la Coordination et du Développement Régional.





Le Centre Technique Régional du LPEE à Marrakech nourrit des ambitions à court, moyen termes. Profitant déjà des projets lancés par l'OCP à Benguerir, la représentation régionale du LPEE est à l'affût des moindres opportunités qui se présenteraient dans son aire d'intervention. Pour anticiper, elle compte créer une antenne à Zagora et renforcer son équipe à Ouarzazate. Regard sur une stratégie de redéploiement prometteur.

## “Nous espérons déménager dans nos nouveaux locaux avant fin 2015”

### Est-ce que le CTR de Marrakech tire profit de l'effervescence créée par les chantiers du groupe OCP dans Marrakech et sa région ?

En effet, le CTR de Marrakech est fortement impliqué dans les chantiers de l'OCP à Benguerir, notamment au niveau du projet de la Ville Verte où nous sommes actuellement entrain d'assurer le contrôle des travaux de la seconde tranche de l'Université Polytechnique Mohamed VI et de VRD.

Sur ces chantiers, le CTR de Marrakech s'occupe des prestations de Contrôle Externe auprès des Entreprises.

En 2013, notre Centre était déjà engagé pour réaliser les mêmes prestations sur les chantiers de construction du Centre de Formation de l'OCP et de la première tranche de l'Université Polytechnique Mohamed VI.

Etant donné le potentiel important de développement que présente la Province de Rhamna, le CTR de Marrakech étudie actuellement la possibilité de création d'un laboratoire Régional à Benguerir et ceci pour mieux satisfaire nos clients en termes de réactivité et d'optimisation de nos interventions dans cette région.

En tant qu'interlocuteur du LPEE auprès de l'OCP/Benguerir, notre équipe est en contact permanent avec les responsables de l'OCP pour être informée des nouveautés et pouvoir agir rapidement afin de se placer auprès des Entreprises.

### L'immobilier connaît également un boom à Marrakech. Comment êtes-vous positionné par rapport à cette activité ?

Tout d'abord, il convient de signaler que l'activité Bâtiment à Marrakech a considérablement baissé depuis 2009 au moment même où le nombre de laboratoires privés nouvellement créés connaît une forte augmentation. Et en l'absence d'une organisation du secteur des laboratoires d'essais et de contrôles, les chantiers de bâtiment constituent un terrain fertile pour le développement d'une concurrence non réglementée qui se manifeste par des prix sans cesse tirés vers le bas sans aucune garantie du respect strict des normes de qualité.

Pour contourner cette concurrence déloyale et en adéquation avec la stratégie globale du LPEE, le CTR de Marrakech mise beaucoup sur le développement des prestations sur le second œuvre. En effet, nous investissons énormément sur la formation continue de nos cadres et techniciens dans ce domaine et nous commençons avec l'appui du réseau LPEE à intégrer

graduellement des prestations sur le second œuvre dans nos offres de contrôle et suivi des travaux de bâtiment. D'ailleurs, nous prévoyons d'organiser en 2014 une table ronde à laquelle seront conviés les différents intervenants dans l'acte de bâtir.

### Où en êtes-vous par rapport à la mise en oeuvre de votre stratégie à deux temps visant d'une part à pousser le CTR de Marrakech vers les grands chantiers et d'autre part déménager dans de nouveaux locaux plus appropriés ?

Concernant le nouveau local du CTR de Marrakech, le dossier avance bien puisque l'architecte du projet est déjà désigné et les études techniques seront lancées incessamment. Nous prévoyons de démarrer les travaux de gros œuvre au courant de cette année. Et si tout se passe bien, nous espérons concrétiser notre déménagement dans nos nouveaux locaux avant fin 2015 ou début 2016.

S'agissant maintenant de notre plus forte implication dans les grands chantiers et en plus des chantiers de l'OCP à Benguerir, le CTR de Marrakech est très impliqué dans le contrôle et suivi des travaux de construction du Complexe Solaire de Ouarzazate. Par ailleurs, fort de notre expérience acquise sur le chantier de dédoublement de la voie ferrée entre Skhour Rhamna et Benguerir, le CTR de Marrakech projette de contribuer aux travaux de dédoublement des autres tronçons à savoir Oum Rabiï/Skhour Rhamna et Benguerir/Marrakech. Nous prévoyons également de participer au contrôle et suivi des projets immobiliers de l'ONCF prévus à Marrakech.

### Quels ajustements avez-vous prévus par rapport à l'entrée en vigueur du décret de qualification et de classification des laboratoires de BTP ?

A l'instar des autres Centres du LPEE et en adéquation avec la vision globale arrêtée dans le cadre du repositionnement stratégique du LPEE, nous avons élaboré un projet d'entité basé sur plusieurs axes, notamment : l'excellence dans l'essai, le développement et la pérennisation de nos compétences, le développement d'une plus forte agressivité commerciale et marketing, ainsi que la consolidation et le développement de notre centre avec un renforcement de la couverture de notre aire d'intervention notamment par la création d'une antenne à Zagora et le renforcement de notre équipe à Ouarzazate à travers le recrutement d'un Ingénieur Polyvalent ■

## DURABILITE

## DU BETON

Le Pont Moulay El Hassan à Rabat, un des tout premiers projets où la durabilité du béton est appliquée.

## La durabilité, un paramètre essentiel pour les ouvrages de BTP et génie civil

*La durabilité est devenue un important paramètre dans la formulation des bétons et la conception des ouvrages de BTP et génie civil. Partie du Japon et des Etats-Unis au début des années 1980, cette approche de construction, qui intègre les effets de l'environnement et respecte les principes du développement durable, est aujourd'hui mondialement adoptée. Au Maroc, elle est régie par la norme 10.1.008 qui s'applique précisément aux bétons destinés aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structures préfabriqués pour bâtiments et aux structures de génie civil. Une norme d'application obligatoire, entrée en vigueur en juin 2010, qui fait l'objet d'importantes initiatives de sensibilisation et de facilitation d'utilisation de la part du LPEE. Explications.*

La durabilité est une approche, une démarche ou encore une méthode de construction qui permet à un ouvrage de résister au cours du temps aux diverses agressions ou sollicitations (physiques, mécaniques, chimiques, ...) c'est-à-dire aux charges auxquelles il est soumis, ainsi qu'aux actions diverses telles que le vent, la pluie, le froid, la chaleur, le milieu ambiant ... tout en conservant son esthétique. C'est ainsi qu'avec la mise en œuvre de cette démarche, qui se fait à travers le respect de certains principes normatifs, on peut facilement situer la durée de vie d'un ouvrage.

### Comment cette nouvelle approche a-t-elle vu le jour ?

On peut dire que la durabilité est née par un concours de circonstances. En effet, jusqu'aux années 1980, les acteurs de l'acte de bâtir ont souvent eu, un peu partout dans le monde, des difficultés pour rattraper les dégradations causées sur leurs ouvrages par l'environnement. Les concepteurs prenaient tout en considération sauf les effets de l'environnement. Et dans les rares cas où ces effets étaient effectivement pris en compte, ils n'étaient pas quantifiés de manière scientifique. Ce qui était par contre sûr et bien connu, c'est que les coûts

engendrés par les réparations et colmatages de ces ouvrages étaient tellement exorbitants qu'ils dépassaient de loin les coûts des constructions. "C'est simple, la plupart des ouvrages d'envergure construits à l'époque et qui étaient atteints de pathologies dus aux effets de l'environnement ont été détruits. Les professionnels étaient en effet unanimes qu'il était moins coûteux de les détruire et de les reconstruire que d'essayer de les réparer", explique M. Abdellah Choukir, Directeur du Centre Expérimental des Matériaux et du Génie Industriels du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (CEMGI/LPEE).



Bien entendu, cette situation défavorable ne pouvait pas perdurer. Les investisseurs ne pouvaient pas en effet continuer à investir sur des ouvrages souvent sujets à des dégradations qui les condamnaient à une destruction rapide et inéluctable. De l'autre côté, les ingénieurs professionnels de l'acte de bâtir ne pouvaient pas non plus continuer à subir ces dégradations qui n'avaient somme toute rien à voir avec la fatalité et donc remettaient en cause leur existence même de bâtisseur. Ces derniers devaient par

fit avec la généralisation de l'emploi du béton précontraint pour la réalisation des ouvrages d'art français.

Pour aller plus en avant et parvenir enfin à quantifier les effets de l'environnement à travers une démarche prédictive basée sur des indicateurs mesurables et des expérimentations qui s'appuient sur des modèles mathématiques prouvés scientifiquement, un nouvel élan de recherches a été donné au niveau des pays scandinaves. Mais, c'est finalement au Japon et aux Etats-Unis qu'on a commencé,

matériaux nouveaux dotés de propriétés mécaniques élevées, associées à une grande durabilité. Et ce sont les améliorations apportées par l'industrie des liants hydrauliques à la qualité des ciments, la mise au point d'adjuvants spécifiques de synthèse ainsi que l'emploi d'ultrafines qui ont permis ce progrès spectaculaire. Un progrès synonyme de durabilité qui ne tarda pas à être diffusé un peu partout dans le monde, y compris au Maroc.

**“ C'est au Japon et aux Etats-Unis qu'on a commencé, pour la première fois, dans les années 1980, à fabriquer et à mettre en œuvre des bétons à hautes performances dont la résistance à la compression atteignait 100 MPa (environ 1 000 kg/cm<sup>2</sup>). ”**

conséquent faire face à un défi inédit qui était de parvenir enfin à construire des ouvrages qui résistent plus longtemps sans subir de préjudices dus aux effets de l'environnement. C'est ainsi que dans les années 1970 on a commencé à faire des recherches mondiales sur le béton, et plus particulièrement sur ses constituants actifs.

#### **Pourquoi le béton ?**

Parce que d'énormes avancées ont été déjà enregistrées dans l'art de construire grâce à ce matériau qui, d'une part, prenait de plus en plus d'importance en terme de volume dans les ouvrages, et d'autre part, n'avait pas encore fini de montrer ses "prouesses cachées". En effet, après l'invention du béton armé en 1848 par Joseph Lambot qui fit flotter une barque en ciment armé, un nouvel essor est apporté par l'invention, vers 1930, du béton précontraint par Eugène Freyssinet. Un pas conceptuel important venait alors d'être franchi, qui constituait "une véritable révolution dans l'art de construire", tant par la mise en pratique de la notion de précontrainte que par l'approfondissement de la compréhension du comportement mécanique et rhéologique du béton. L'utilisation de la précontrainte autorise, en effet, la maîtrise de la distribution des contraintes dans la matière. Elle permet, en particulier, de tirer profit de la grande résistance à la compression du béton tout en évitant les inconvénients dus à sa faible résistance à la traction. D'ailleurs, la reconstruction qui suivit la seconde guerre mondiale se

pour la première fois, dans les années 1980, à fabriquer et à mettre en œuvre des bétons à hautes performances dont la résistance à la compression atteignait 100 méga pascals (MPa) (environ 1 000 kg/cm<sup>2</sup>), et même 140 MPa (1 400 kg/cm<sup>2</sup>) dans un immeuble à Seattle aux États-Unis. Tandis qu'en laboratoire, on obtenait, déjà, des résistances supérieures à 600 MPa (6 000 kg/cm<sup>2</sup>). La durabilité était alors née !

En effet, bien que toujours composés de ciment, de granulats et d'eau, les bétons à hautes performances étaient des

#### **Comment la durabilité est-elle arrivée au Maroc ?**

Au Maroc, on a commencé à parler de durabilité des bétons à la fin des années 1990. Mais, il faudra attendre la seconde moitié des années 2000 pour voir la réflexion et la prise de position sur le sujet s'accélérer sous la houlette :

■ d'une part de deux entreprises leaders dans leur domaine respectif,

■ et d'autre part des pouvoirs publics, En effet, en janvier 2005, le LPEE, leader dans le secteur des laboratoires de bâtiment et génie civil et Lafarge Maroc, également leader dans le secteur de la cimenterie, ont organisé, pour la première fois au Maroc, un séminaire sur le thème de "la durabilité des ouvrages en béton". Un séminaire très suivi.

Par la suite, le 21 avril 2009, le Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Nouvelles Technologies, le Ministère de l'Équipement et des Transports et le Ministère de l'Habitat et de l'Aménagement de l'Espace signent un arrêté conjoint sur la durabilité sous le N°1074-09, un arrêté publié au Bulletin Officiel N°5740, le 4 juin 2009.



*Réparation de dégradations causées sur l'ouvrage par l'environnement.*

## La durabilité, un paramètre essentiel pour les ouvrages de BTP et génie civil (Suite)

Suite à cette publication, le 9 juin 2009, le LPEE et Lafarge Maroc reviennent encore à la charge à travers un séminaire de sensibilisation sur la NM 10.1.008 sur le même thème de "la durabilité des ouvrages en béton". Une

cimentiers, etc ... et qui a débouché sur plusieurs recommandations dont une de taille visant la création du premier guide marocain sur la durabilité. Les promoteurs du guide s'étaient alors inspiré de ce qui se faisait à l'échelle internationale

“ La durabilité se base sur des indicateurs mesurables. Les processus de mesure sont certes complexes, mais la NM 10.1.008 prévoit pratiquement tout pour permettre aux ouvrages de génie civil de résister aux effets néfastes de l'environnement. ”

rencontre également très suivie où tous les professionnels de l'acte de bâtir ont été conviés, les trois Ministères cités ci-dessus, les grands donneurs d'ordres (ADM, ONCF, DAH, etc...), les architectes, les bureaux d'études, les bureaux de contrôle, les promoteurs, les

en traitant tous les aspects liés à la durabilité, et en envisageant une mise à jour périodique de leur publication. Finalement, la première mouture du guide est sortie aux forceps en 2011. Depuis, elle a été soumise à la Direction des Affaires Techniques (DAT) du Ministère de l'Equi-

pement, du Transport et de la Logistique pour approbation.

### C'est quoi la norme NM 10-1-008 ?

Le 4 juin 2010, c'est à dire une année après la publication de l'arrêté conjoint des trois Ministères cités ci-dessus, la Norme Marocaine NM 10.1.008 d'application obligatoire sur la durabilité du béton homologuée en 2009, qui remplace les normes marocaines NM 10.1.008, NM 10.1.011 et NM 10.1.003 homologuées en 1990, entre officiellement en vigueur. Que dit cette nouvelle norme, qu'apporte-t-elle de nouveau ?

“Contrairement à l'ancienne norme relative au béton et dont les objectifs étaient de type résistance, la nouvelle norme NM 10.1.008 est plus complète. Elle introduit la notion de durabilité et donc d'environnement. C'est à dire une constance des objectifs dans le temps ; et qui dit environnement dit que tout l'aspect de la chimie du béton entre en compte. Avant, on faisait seulement des essais mécaniques et physiques. Depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle norme ; il y a un ajout d'essais chimiques et géologiques”, explique M. Choukir, le Directeur du CEMGI/LPEE. En effet, dans l'ancienne approche, la stabilité des ouvrages était assurée par l'épaisseur et la résistance du béton de l'enrobage. Avec une épaisseur minimale d'enrobage, le béton devait protéger les armatures contre la corrosion en limitant les ouvertures des fissures et les contraintes dans les aciers. Résultat : des dégradations sévères sont constatées sur les ouvrages construits suivant cette approche, notamment des dégâts sous forme de corrosion ou de décollement. C'est le cas du Warf de Laâyoune, de la Mosquée Hassan II de Casablanca et de bien d'autres ouvrages. Des ouvrages sur lesquels des actions de réparation (ragréage, reprofilage, béton projeté) et de renforcement ont été, bien entendu, engagées. Mais, malheureusement, ces réparations n'ont pas tenu pour la plupart. Pour certains ouvrages, il a même fallu passer à la reconstruction.

Selon M. Choukir, “Le béton est constitué de deux barrières : une barrière physique

### Normes des constituants du béton



Source : CEMGI/LPEE





Les dégradations causées par l'environnement marin sur les ouvrages en béton sont très sévères.

et une barrière chimique. Il en résulte donc que, pour assurer sa durabilité, il faut améliorer les éléments constitutifs de ces deux barrières à savoir la porosité, la perméabilité et la diffusivité et limiter un certain nombre de réactions chimiques nuisibles", ajoute le Directeur du CEMGI/LPEE.

La norme NM 10.1.008, élaborée par le Comité technique de normalisation des bétons, mortiers et produits dérivés, traite en effet, dans le détail, ces deux barrières. La porosité, la perméabilité et la diffusivité du béton y sont largement traitées. Le gonflement du béton est également pris en compte. Le gel expansif encore dénommé alcali-réaction, occasionné par la combinaison du silice, des alcalins et de l'eau y est amplement abordé. Et ses sources interne et externe, dues aux réactions sulfatiques suffisamment expliquées. (Voir Avis d'expert avec M. Mohamed AIT EL AAL pages 26 et 27).

Il ressort de ce qui précède que la durabilité se base sur des indicateurs mesurables. Les processus de mesure sont certes complexes, mais la NM 10.1.008 prévoit pratiquement tout. Pour permettre aux ouvrages de BTP et génie civil de résister face aux effets néfastes de l'environnement, elle aborde en effet presque tous les aspects liés au béton : le domaine d'application ; les références normatives de tous les constituants du béton (Voir encadré page 16) ; les définitions, symboles et abréviations ; les classes d'exposition ; les exigences relatives au béton et les méthodes de vérification ; les

spécifications des bétons ; la livraison du béton frais ; le contrôle de conformité et les critères de conformité ; le contrôle de production ; l'évaluation de la conformité et la désignation des bétons à propriétés spécifiées et même les responsabilités.

La norme NM 10.1.008 ne peut être utilisée qu'en association avec les normes relatives aux constituants du béton (ciment, granulats, adjuvants, additions et eau de gâchage) et aux méthodes d'essai du béton correspondantes.

Elle ne s'applique qu'aux bétons desti-

- aux propriétés du béton frais et durci et à leur vérification,
- aux limitations imposées à la composition du béton,
- à la spécification du béton,
- à la livraison du béton frais,
- aux procédures de contrôle de production,
- aux critères de conformité et à l'évaluation de la conformité.

La norme s'applique au béton de masse volumique normale, au béton lourd et au béton léger.

**“ Le béton est constitué de deux barrières : une barrière physique et une barrière chimique. Pour assurer sa durabilité, il faut améliorer la porosité, la perméabilité et la diffusivité et limiter un certain nombre de réactions chimiques nuisibles. ”**

nés aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structures préfabriqués pour bâtiments et aux structures de génie civil.

Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou encore du béton fabriqué dans une usine de production de produits préfabriqués. Il doit être malaxé mécaniquement.

La norme spécifie les exigences applicables :

- aux constituants du béton,

La Norme NM 10.1.008 ne s'applique pas :

- au béton aéré,
- au béton mousse,
- au béton à structure ouverte (bétons cavernaux)
- au béton de masse volumique inférieure à 800 kg/m<sup>3</sup>
- au béton réfractaire.

La Norme NM 10.1.008 définit toutes les références normatives des constituants du béton.

## La durabilité, un paramètre essentiel pour les ouvrages de BTP et génie civil (Suite)

Elle définit également les classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement. Il est signalé que ces classes sont données à titre informatif. Leur choix dépend des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé. Autrement dit, cette classification des expositions n'exclut pas la prise en compte des conditions particulières existant là où le béton est utilisé, ni l'application de mesures telles que l'utilisation d'acier inoxydable ou de tout autre matériau résistant à la corrosion, ni l'utilisation de revêtements protecteurs du béton ou des armatures.

Etant d'application obligatoire, la NM 10.1.008 fixe et délimite également les responsabilités des différents interve-

nants dans l'acte de bâtir. Elle définit notamment les tâches du prescripteur, du producteur et de l'utilisateur. Par exemple, le prescripteur est responsable de la spécification du béton (Article 6), le producteur est responsable de la conformité et du contrôle de production (Article 8 et 9), tandis que l'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure. Dans la pratique, il peut se faire que plusieurs entités spécifient des exigences à différents stades de la conception et de la construction, par exemple le client, le concepteur, l'entrepreneur, le sous-traitant responsable du bétonnage.

Eh bien dans tous les cas, chacun est responsable de transmettre les exigences

spécifiées en même temps que les exigences complémentaires au maillon suivant de la chaîne jusqu'au producteur. On voit bien que toutes les parties sont tenues d'appliquer la NM 10.1.008.

Mais selon M. Choukir, "l'application de la nouvelle norme 10.1.008 n'est pas encore entrée dans les mœurs au Maroc. Certains professionnels de l'acte de bâtir ne sont même pas au courant de son existence. Par ailleurs, les pouvoirs publics n'ont pas encore mis en place tout le dispositif de contrôle nécessaire pour l'imposer effectivement".

**Sensibilisation tous azimuts sur l'application de la norme 10.1008**

Pour pousser vers l'application de la

### Valeurs limites pour la composition du béton suivant classe d'exposition

	Classes d'exposition										
	Aucun risque de corrosion ou d'attaque	Corrosion induite par carbonatation		Corrosion induite par les chlorures			Attaque gel / dégel		Environnement chimiquement agressifs		
				Eau de mer	Chlorures autres que l'eau de mer						
	X0	XCA1	XCA2	XM1	XM2	XCL	XG1	XG2	XA1	XA2	XA3
Rapport Eef / C maximal	—	0,65	0,60	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe de résistance minimale	—	B20	B25	B30	B35	B30	B25	B30	B30	B35	B40
Teneur mini en ciment (kg/m <sup>3</sup> )	200	290	310	340	350	330	320	340	325	350	385
T min en air (%)	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—
Nature ciment	—	—	—	—	PM	—	—	— <sup>a)</sup>	— <sup>b)</sup>	— <sup>b)</sup>	— <sup>b)</sup>

a) En cas d'utilisation de sels de déverglaçage dont la teneur en sulfate soluble est supérieure ou égale à 3%, utiliser un ciment PM ou un ciment ES

b) Lorsque la classe d'agressivité résulte de la présence de sulfates, pour la classe XA1, utiliser un ciment PM et pour les classes XA2 et XA3, utiliser un ciment ES

Source : LPÉE





Le béton utilisé dans la construction de la Marina de Casablanca obéit à la norme NM 10.1.008

NM 10.1.008 dans le secteur marocain de la construction et au-delà, le LPEE a engagé plusieurs actions.

D'abord en interne, pour parvenir à maîtriser la norme, avant son entrée en vigueur en juin 2010, l'équipe du CEMGI/LPEE a :

- participé à des séminaires de vulgarisation, organisés par la Fédération Marocaine des Matériaux de Construction (FMC) et l'Association Marocaine

du CEMGI/LPEE de parvenir à "apprivoiser" la norme 10.1.008.

Par la suite, le CEMGI/LPEE a organisé des séminaires de formation sur la nouvelle NM 10.1.008 au sein du LPEE. Et c'est à l'issue de ces formations, couplées aux expériences sur le terrain, que les ingénieurs et techniciens supérieurs des différents centres du LPEE se sont appropriés la norme.

C'est d'ailleurs fort de ces connais-

"contrôle du béton : normes et pratiques courantes". Il a eu lieu le 27 novembre au Centre d'Accueil et de Conférences du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique (CAC) à Rabat. Son objectif était de sensibiliser les donneurs d'ordres afin qu'ils intègrent la nouvelle norme 10.1.008 dans leur CPS.

D'ailleurs, pour leur faciliter la tâche, le Laboratoire travaille actuellement sur l'édition de guides spécifiques aux différentes classes de béton.

A l'issue du second séminaire, tenu le 18 décembre 2013 également au CAC, sur le thème "la durabilité des ouvrages en béton", le LPEE s'est engagé dans d'autres chantiers de vulgarisation de la norme NM 10.1.008. Le Laboratoire a par exemple proposé d'améliorer le RMBA 07 en y adjoignant les classes d'environnement des bétons, de réfléchir à l'établissement d'une norme de mise en œuvre des ouvrages d'art en béton, etc... (Cf LPEE Magazine N°66).

Last but not least, étant donné que le LPEE a capitalisé une certaine expérience sur le sujet, le CEMGI a décidé de faire des recherches expérimentales qui prennent en considération les spécificités nationales pour fabriquer un béton durable avec les matériaux disponibles. Se faisant, chaque citoyen pourra disposer d'un béton durable ... ■

**“ Le LPEE poursuit inlassablement son effort de vulgarisation sur la durabilité. Dans ce cadre, il a organisé deux séminaires de haute facture l'année dernière. Le premier a porté sur le thème “contrôle du béton : normes et pratiques courantes” et le second sur “la durabilité des ouvrages en béton”. ”**

des Cimentiers (APC), sur tout le territoire national :

- travaillé avec des universités étrangère et locale pour le transfert technologique, dont les plus en vue sont le laboratoire de Toulouse (LMDC) et la Faculté des Sciences de l'Université Hassan II d'Aïn Chock.

Et donc, ce sont ces initiatives, ajoutées à des investissements sur du matériel d'essai de durabilité installés dans ses laboratoires fixe et de terrain, qui ont progressivement permis aux ingénieurs

sances que le LPEE a déjà activement pris part à des chantiers d'envergure comme les barrages, le pont Moulay El Hassan sur le Bouregreg à Rabat ou encore la Marina de Casablanca en cours de construction.

Ceci étant, le LPEE n'entend pas s'arrêter en si bon chemin. Le Laboratoire a donc poursuivi son effort de vulgarisation sur la durabilité en général. C'est dans ce cadre qu'il a organisé, l'année dernière deux séminaires de haute facture. Le premier était axé sur le thème



CONSTRUCTION

BARRAGE

Travaux de pose des canaux d'irrigation des périmètres arables situés à côté du barrage Taskourt.

## Entrée en service du barrage Taskourt

*Le barrage Taskourt est maintenant en service ! Inauguré par SM Le Roi Mohammed VI, le 27 janvier dernier, l'ouvrage, qui a été rebaptisé Barrage Abou Abbas Essabti, est de type BCR. Doté d'une retenue d'eau de 25 millions m<sup>3</sup>, il a recouru aux prestations de quatre centres du LPEE.*

La région de Marrakch-Tensift-El Haouz est dotée d'une nouvelle infrastructure hydraulique. Il s'agit en l'occurrence du barrage Taskourt qui a été rebaptisé Barrage Abou Abbas Essabti, lors de son inauguration par Sa Majesté le Roi Mohammed VI le 27 janvier dernier, date officielle de sa mise en service. Situé dans la province de Chichaoua, précisément à 60 km à l'Est sur l'Oued Assif El Mal, cet ouvrage, lancé par la Direction de l'Aménagement Hydraulique (DAH) du Ministère délégué auprès du Ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, est le 2<sup>ème</sup> barrage au Maroc édifié en BCR avec la méthode des couches inclinées après celui de Yacoub El Mansour dans la province d'Alhouz.

Doté d'une retenue d'eau de 25 millions m<sup>3</sup>, cet ouvrage a été édifié en vue d'assurer la protection des inondations des infrastructures à l'aval du

site, la reconstitution des réserves en eaux souterraines, l'alimentation en eau potable et industrielle des villes de Chichaoua, d'Iminetanoute et d'Amizmiz et les centres avoisinants avec environ 6 millions m<sup>3</sup> par an et l'amélioration de l'irrigation des périmètres d'Assif El Mal et de Majat sur environ 5 200 ha.

Techniquement, il faut retenir que le barrage Abou Abbas Essabti est un barrage en BCR de forme triangulaire avec un parement amont vertical et un parement aval construit sous forme de gradins ayant une pente de 0.8 pour 1 et de 74.5 m de hauteur sur fondation et une longueur en crête de 415.7 m et une largeur en crête de 8 m. Il présente deux pertuis de dérivation provisoires de section 6 x 6.5 m<sup>2</sup> au pied du barrage en RG, intégrés au corps du barrage précédé d'un chenal et suivis d'un autre de restitution. Ces deux pertuis sont associés à deux batardeaux, un en amont et l'autre en aval, prolongés en

fondation par des parois moulées interceptant et étanchant les alluvions de l'Oued Assif El Mal et une vidange de fond intégrée au corps du barrage en RD constitué d'un pertuis blindé de section 2x3 m<sup>2</sup> sur une longueur de 35 m et d'un évacuateur de crues à seuil libre suivi d'un coursier convergeant par une cuillère de longueur versante de 80 m et une cuillère de longueur de 70 m qui débite un maximum de crues de 2110 m<sup>3</sup>/s et trois prises d'eau potable sous forme de conduites de 800 mm de diamètre installés dans le corps du barrage successivement aux cotes 974,985 et 995 NGM et une prise agricole de D=1000 mm intégré dans le corps du barrage en RD à la cote 973.75.

La particularité de ce barrage réside précisément dans le fait qu'il a été réalisé moyennant l'utilisation de couches inclinées pendant la mise en place du BCR. Cette méthode consiste à mettre en place le BCR incliné avec une pente d'environ



7% dans le but d'avoir une surface suffisamment réduite pour assurer sa liaison avec la couche précédente dans un délai très réduit pour permettre le recouvrement tant que le BCR est encore frais pour l'obtention d'un joint chaud. Ces couches inclinées ont été mises en place avec des épaisseurs de 30 cm pour remplir une levée de 3 m de hauteur.

Cette méthode a également permis d'optimiser l'utilisation du coffrage pour les deux parements de chaque levée en déplaçant ce dernier au fur et à mesure que le BCR avance.

Le barrage a nécessité un volume de BCR et BCV d'environ 415 000 m<sup>3</sup> associés aux coulis d'injections de consolidation des fondations et du voile d'étanchéité.

Vu l'ampleur des travaux de construction du barrage, le maître d'ouvrage du projet et l'entreprise chargée des travaux de génie civil, ont fait appel à quatre centres du LPEE pour les accompagner dans le contrôle et le suivi des travaux.

Connue par sa grande expérience et connaissance dans les travaux similaires, le Centre Expérimental des Grands Travaux du LPEE (CEGT/LPEE) s'était installé sur place depuis le démarrage des travaux en octobre 2007. Notamment en tant que laboratoire de contrôle extérieur chargé d'élaborer des avis techniques et conseils, des études spécifiques concernant les matériaux de construction et de la réalisation de tous les essais de contrôle et de suivi des travaux de construction du barrage.

C'est à ce titre que le CEGT/LPEE a effectué l'étude de qualification des matériaux de béton vis-à-vis de l'alcali-réaction.

Il importe de signaler que la conduite de ces études a été menée conformément à la démarche préventive définie au niveau du document des recommandations pour la prévention des désordres dus à l'alcali-réaction du LCPC 1994, le fascicule de documentation NF P18-542, la norme NF P18-594.

La qualification repose sur le processus suivant :

- la définition des entités géologiques ;
- les analyses pétrologiques (analyses pétrographiques et/ou chimiques) ;
- l'essai rapide de stabilité dimensionnelle à l'autoclave (essai crible) ;
- l'essai de performance long sur le béton.

Par ailleurs, le BCR constituant le barrage a fait l'objet d'un suivi rigoureux de l'équipe du CEGT/LPEE depuis la préparation des matériaux jusqu'à leur mise en place. Les prestations exécutées par le CEGT au cours des travaux

■ du Laboratoire Régional d'El Jadida (LR d'El Jadida du LPEE) qui a assuré le contrôle externe et le suivi des travaux de génie civil ;

■ du Centre Scientifique et Technique des Constructions (CSTC/LPEE), qui s'est occupé des essais d'arrachement des barres d'ancrage implantés dans le rocher et le BCR ; et

■ du Centre Expérimental des Matériaux et du Génie Industriels (CEMGI/LPEE), qui s'est chargé des essais spéciaux sur les produits utilisés et des contrôles des soudures des blindages ainsi que des équipements électromécaniques.

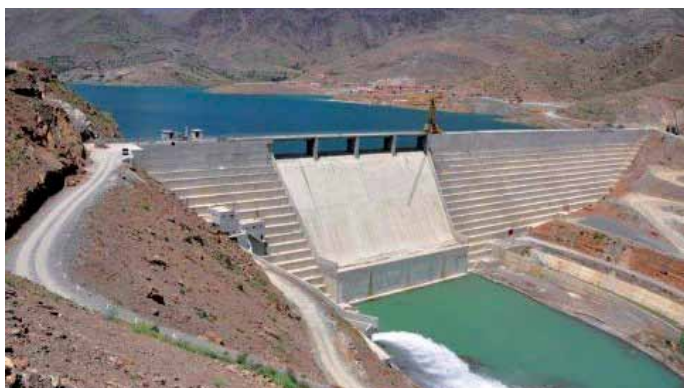
“ Connue par sa grande expérience dans les travaux similaires, le CEGT/LPEE s'était installé sur place depuis le démarrage en octobre 2007 pour émettre des avis techniques et des conseils, faire des études spécifiques sur les matériaux et réaliser tous les essais de contrôle et de suivi des travaux. ”

ont précisément porté sur :

- des essais de reconnaissances des matériaux ;
- des essais d'études des bétons, (BCR, BCV et béton projeté) et injections ;
- des essais de convenances et planches d'essais des bétons et BCR ;
- des contrôles et suivis de la mise en place des bétons, (BCR, BCV et béton projeté) et les injections ;
- des reconnaissances des matériaux argileux pour les noyaux des deux batardeaux ;
- des planches d'essais et suivi des travaux de construction des deux batardeaux.

En plus du CEGT, trois autres centres du LPEE sont intervenus dans le projet d'aménagement du barrage. Il s'agit notamment :

Signalons enfin, que parmi les faits marquants du chantier du barrage Taskout, il y a eu la visite du Comité Marocain des Grands Barrages (CMB) le 27 juin 2009. Organisée, sous l'égide du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, cette visite a notamment connu la participation des président et vice-président du CMB, des membres de la Direction des Aménagements Hydrauliques (DAH), du Directeur du CEGT/LPEE, des directeurs et ingénieurs des Aménagements des barrage en cours de construction, des représentants des bureaux d'études, des représentants des entreprises et des représentants des fournisseurs ■



Une vue du barrage Taskourt.



Une vue du barrage Taskourt.



## RESEAU

## ORGANISATION

M. Alaoui, Directeur Général du LPEE entouré de M. Berrada, Directeur du LPEE/LNM coordinateur de l'Espace Technologique Métrologie et M. Ejjaouani, Directeur Technique et Scientifique du LPEE.

# Ce qu'il faut retenir des Espaces Technologiques "Autres Métiers"

Suite aux réunions des Espaces Technologiques "Métiers de base", celles des Espaces Technologiques "Autres métiers" se sont tenues les 10 et 16 janvier derniers à Casablanca. Deux réunions, présidées par le Directeur Général du LPEE, qui ont permis de poser les premiers jalons de création de réseaux d'information, de formation, de partage et d'échange de savoir-faire et d'expériences dans les domaines de la métrologie et de l'industrie & l'environnement.

**A** l'instar, des espaces technologiques "Métiers de base", ceux dénommés "Autres métiers" ont tenu la première réunion de leur histoire en janvier dernier à Casablanca, sous la présidence de MM. Mouhsine Alaoui M'Hamdi, Directeur Général du LPEE et Houssine Ejjaouani, Directeur Technique et Scientifique du Laboratoire. C'est ainsi que lors de la réunion de l'Espace Technologique "Métrologie", qui a eu lieu le 10 janvier, M. Alaoui a rappelé le cadre général dans lequel s'inscrit la relance des activités des espaces technologiques, les volets qui guident l'action de chaque espace technologique et l'importance de la métrologie et son caractère transversal qui devrait faciliter son transfert et son développement au sein des autres unités du LPEE. Transfert et

développement qui, selon M. Ejjaouani, devraient passer par la désignation d'un responsable métrologie dans chacune des unités du Laboratoire, à travers la définition d'une fiche de poste et l'affichage dudit poste dans l'organigramme des unités concernées.

D'ailleurs, après les exposés et les débats fructueux qui en ont découlés, ces suggestions du Directeur Technique et Scientifique du LPEE ont été prises en considération. En effet, les recommandations de l'espace technologique métrologie ont porté sur plusieurs points parmi lesquels :

- Etablir la version finale de la fiche de poste du responsable métrologie de l'unité ;
- Faire apparaître la fonction responsable métrologie dans l'organigramme

de chaque unité technique (spécialisée et régionale), et la faire rattacher à la Direction de l'unité qui veillera à la bonne marche de ses missions ;

- Former les responsables métrologie afin de leur permettre d'assurer leur rôle de relais du LPEE/LNM dans leur unité ;
- Etablir une vision pour la gestion des audits de la fonction métrologie, avec le LPEE/LNM comme appui technique ;
- Former et apporter l'assistance aux unités techniques pour l'appropriation du calcul des incertitudes de mesure ;
- Harmoniser l'organisation des comparaisons inter-laboratoires entre les unités du LPEE ;
- Exploiter les résultats des comparaisons inter-laboratoires en cas de besoin pour l'estimation de l'incertitude de mesure des essais ;





M. Alaoui, Directeur Général du LPEE entouré de M. Benabderrazik, Directeur du CEEE coordinateur de l'Espace Technologique Industrie et Environnement, M. Karioun, Directeur du CEREP et M. Choukir, Directeur du CEMGI.

- Aider les unités à organiser des essais croisés entre opérateurs et exploiter ces résultats en vue de leur qualification ;

- Former et apporter assistance aux unités pour l'organisation et l'exploitation à leur niveau des comparaisons entre laboratoires de chantiers de la même région ;

- Décentraliser l'activité étalonnage dans les quatre centres pilotes désignés à savoir le CTR de Tanger, le CTR d'Agadir, le CTR de Meknès et le CTR d'Oujda ;

- Développer l'activité étalonnage au niveau des régions dans le cadre de la décentralisation ;

- Préparer la région pour qu'elle soit intégrée dans le programme de la délégation de la métrologie légale au LPEE/LNM par le Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Economie Numérique.

La réunion a été finalement clôturée par la constitution des quatre comités de travail, à savoir : le comité chargé de l'organisation de la fonction métrologie, le comité chargé de l'élaboration et de l'harmonisation des procédures, le comité chargé de la formation et du développement des compétences et le comité chargé de la veille technologique et normative. Lesquels se sont vus accordés un délai d'un mois pour remettre leur plan d'action 2014 à la DTS, à la Direction des Ressources Humaines et à la Direction de la Logistique, des Approvisionnements et de la gestion du Patrimoine (DLAP).

Six jours plus tard, c'est à dire le 16 janvier, c'était au tour de l'espace technologique "Industrie et Environnement" de faire son baptême du feu. Et contrairement à l'espace technologique métrologie, ce nouvel espace technologique avait déjà un vécu. En effet, les prestations électriques, de second œuvre et liées à l'environnement avaient déjà commencé à être appliquées dans les régions, ceci conformément à la politique de décentralisation précédemment mise en place au LPEE. D'ailleurs, excepté la présentation du nouveau laboratoire menuiserie, bois et dérivés récemment créé au sein du Centre Expérimental des Matériaux et du Génie Industriels (CEMGI), tous les exposés qui ont été faits à cette occasion ont porté sur la présentation de bilans de la décentralisation dans les trois domaines cités. Un bilan au niveau du second œuvre que le Directeur Général du LPEE a jugé très en retard par rapport aux objectifs initialement fixés, ceci à cause notamment d'un manque d'arguments commerciaux au sein des unités régionales. Selon M. Alaoui, il faut renforcer l'agressivité commerciale des unités régionales à travers :

- une formation technique sur les DTU,
- l'élaboration d'un CPS type,
- le rapprochement avec les corps des architectes et des bureaux de contrôle à travers l'organisation d'un séminaire de sensibilisation,
- la création d'une prestation intégrée dans la sécurité au travail à loger au

Centre d'Etudes et de Recherches pour l'Environnement et la Pollution (CEREP),

- le développement de pôles de compétences dans trois régions, et

- le changement de dénomination du comité veille technologique et normative en comité de veille technologique, réglementaire et commerciale.

Suite aux débats et aux riches échanges, l'espace technologique "industrie et environnement" a émis ses recommandations et constitué ses quatre comités traditionnels. Les recommandations ont notamment porté sur :

- la création d'un comité commerciale qui se chargera de développer l'argumentaire pour pouvoir vendre les prestations décentralisées ;

- l'invitation des unités régionales à contacter les donneurs d'ordre pour promouvoir les prestations du second œuvre ;

- la création d'un pôle sécurité regroupant sous forme d'une prestation intégrée les prestations que les trois centres peuvent offrir dans le domaine de la sécurité au travail ;

- la mise à la disposition des unités régionales des délais des essais décentralisés et des essais d'identification des produits ;

- la création de trois pôles de compétences régionales spécialisés dans les prestations industrielles ■



**AUTOROUTE**

**DEDOUBLEMENT**

*Dédoublement de la RN1 mise en œuvre de la couche d'accrochage.*

## Dernière tranche des travaux de dédoublement de la RN1 Agadir-Tiznit

*Les travaux de dédoublement de la Route Nationale 1 (RN1) entre Ait Melloul et Tiznit entrent dans leur troisième et dernière phase. Suite à l'appel d'offres lancé récemment par la Direction Régionale de l'Équipement, du Transport et de la Logistique de Souss Massa Drâa, c'est l'entreprise SW TRAP qui a été retenue pour ce tronçon de 25,5 km où le LPEE/CTR Sud assurera également le contrôle extérieur. Les détails.*

**L**es travaux de dédoublement de la troisième et dernière tranche de la Nationale 1 entre Agadir et Tiznit seront bientôt lancés. En effet, ce n'est plus qu'une question de quelques jours puisque l'entreprise attributaire est déjà connue. Son nom est SW TRAP. Retenue pour l'exécution des travaux, suite à l'appel d'offres récemment lancé par la Direction Régionale de l'Équipement, du Transport et de la Logistique de Souss Mass Drâa (DRETL), dont le directeur M. Hakim BOUHOUT nous a accordé une interview (voir en page 25 ci-contre), elle ne devrait plus tarder à entrer en service. Ce qui permettra ainsi de respecter le délai de 24 mois fixé pour la fin de tous les travaux dans ce chantier qui s'étend globalement sur une longueur de 78 km.

Concrètement, la troisième tranche du projet s'étend sur un tronçon de 25,5 km situé entre la Commune de Massa et la province de Tiznit. Là aussi, le LPEE/CTR Sud s'est vu confié la mission de laboratoire de contrôle extérieur par la DRETL.

A l'instar des deux premières tranches, ses prestations porteront sur :

- la vérification de l'étude géotechnique de cette tranche pour l'optimisation de la structure chaussée ; et
- le contrôle des travaux de réalisation de la chaussée.

Des travaux de réalisation de la chaussée qui, précisons-le, obéissent à de nouvelles techniques plus conformes aux principes du développement durable qui requièrent un haut niveau de savoir-faire. En effet, les enrobés utilisés sont de type EME et

BBME c'est à dire des enrobés à module élevé où le bitume est modifié avec des polymères. Les études de formulation des enrobés faites dans ce projet sont tellement pointues qu'une partie est réalisée au LPEE/CTR Sud, tandis que l'autre plus spécifique (mesures des modules, essais de fatigue, orniérage, etc...) est confiée au Centre d'Études et de Recherches sur les Infrastructures de Transport du LPEE (CERIT/LPEE).

Dans le cadre de sa mission de contrôle de la mise en œuvre, le LPEE/CTR Sud s'assurera que les matériaux utilisés sont conformes aux prescriptions du CPS à travers les vérifications d'usage. Il fera également de l'assistance technique à l'entreprise pour le réglage du poste d'enrobage et pour la réalisation des planches d'essai.



Rappelons que les travaux de dédoublement de la RN1 entre Agadir et Tiznit portent sur un tracé global de 78 km divisé en trois tranches dont deux sont déjà exécutés.

première tranche ont été confiés à l'entreprise GTR (Grands Travaux Routiers). La seconde tranche, la plus importante, a porté sur 32 km entre la Bourse des Primeurs et la Commune de Massa. Les

“ Les travaux de réalisation de chaussées obéissent désormais à de nouvelles techniques plus conformes aux principes du développement durable et requièrent un haut niveau de savoir-faire. Ce qui fait que le LPEE/CTR Sud est également sollicité par l'entreprise pour assurer le contrôle externe. ”

La première tranche court sur une longueur de 20 Km entre Ait Melloul et la Bourse des Primeurs de Biougra, chef lieu de la province de Chtouka Aït-Baha. Signalons que les travaux de cette

travaux de cette seconde tranche ont été attribués à BIOUI Travaux. Enfin, il faut savoir que ce projet de dédoublement de la RN1 entre Agadir et Tiznit vise plusieurs objectifs. Il permettra :



Carottage de la couche de roulement.

- d'améliorer la sécurité routière notamment en supprimant les points noirs naguère recensés sur cette axe ; et
- de faciliter la réduction du trajet sur cette route qui est l'une des plus fréquentées au Sud du Maroc par les touristes en période estivale et les professionnels du secteur primaire tout au long de l'année. En effet, ce projet contribuera à améliorer et à développer une zone agricole de grande importance sur les plans régional et national ■

## ENTRETIEN AVEC M. HAKIM BOUHOUT, DIRECTEUR REGIONAL DE L'EQUIPEMENT, DU TRANSPORT ET DE LA LOGISTIQUE À SOUSS MASSA DRÂA



Dans l'interview ci-dessous, M. Hakim BOUHOUT, Directeur Régional de l'Équipement, du Transport et de la Logistique à Souss Massa Drâa, maître d'ouvrage du projet de dédoublement de la route nationale 1 entre Agadir et Tiznit, nous explique l'importance de cette voie expresso en cours d'édification.

**M. Bouhout, pourquoi le dédoublement de la voie routière entre Agadir et Tiznit est important pour le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique ?**

A l'échelle régionale, le projet de dédoublement de la RN1 entre Agadir et Tiznit aura un impact important sur le développement économique et social de la région de Sous Massa à travers l'amélioration de la liaison du dipôle Agadir / Tiznit.

Cet axe stratégique nord/sud, constitue également la continuité de l'autoroute Marrakech - Agadir vers les provinces du Sud, il permet de décongestionner le trafic à l'approche de la ville d'Agadir d'autant plus que le trafic (TMJA) de la RN1 passe de 3500v/j environ au sud de Tiznit à plus de 10000v/j au nord de cette dernière.

L'amélioration de la sécurité routière constitue une composante essentielle de ce projet à travers l'aménagement de plusieurs carrefours, la mise en place d'équipements de sécurité et surtout l'aménagement des agglomé-

rations traversées (parkings, voies latérales,...).

**Dans quelle politique ce projet s'inscrit-il au niveau du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique et surtout au niveau de la région Souss Massa Drâa ?**

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la politique des grands projets du Ministère, dans la composante voies expresso, qui est généralement réalisée à travers des partenariats entre le Ministère et les conseils régionaux.

**Peut-on avoir une idée précise sur l'investissement prévu pour ce projet ainsi que les différentes parties prenantes ?**

L'investissement prévu pour le dédoublement de la RN1 entre Ait Melloul et Tiznit sur environ 78 km avec dédoublement du pont sur Oued Massa, dépasse les 400 millions de Dirhams. Ce projet a été financé à travers un partenariat entre le Ministère de l'Équipement du Transport et de la Logis-

tique, le Conseil Régional de Souss Massa Draâ et la Direction Générale des Collectivités Locales.

**Où en êtes-vous actuellement dans l'avancement des travaux et quelle est la date prévue pour l'entrée en service de ce nouvel axe routier ?**

Actuellement, les travaux sont achevés sur 52,5 Km entre Ait Melloul et le Pont sur Oued Massa. Ils sont en cours sur l'ouvrage sur Oued Massa et ils viennent de démarrer sur le dernier tronçon reliant le pont sur Oued Massa à Tiznit sur 25,5 Km.

L'achèvement de tous les travaux est prévu pour fin 2015.

**Comment trouvez-vous l'accompagnement du LPEE pour la réussite de ce projet ?**

Le LPEE a été un partenaire fiable et soucieux de la réussite du projet sur le plan de la qualité des travaux, et ce en mettant au profit de la DRETL toute l'expertise et le sérieux de ses équipes.



M. Mohamed Ait El Aal,  
Directeur du CEGT/LPEE.

Dans l'interview ci-dessous, M. Mohamed AIT EL AAL, Directeur du Centre Expérimental des Grands Travaux (CEGT/LPEE) explique l'approche performantielle, une approche qui permet aux ouvrages en béton d'avoir une durée de vie supérieure à 50 ans. Qu'est ce que l'alcali-réaction ? Est-ce-que cette approche est la même quel que soit l'environnement dans lequel est édifié un ouvrage de génie civil ? Réponses et éclairages d'un expert.

# Quand est-ce qu'il faut passer à l'approche performantielle pour les ouvrages en béton ?

**M. AIT EL AAL, le béton est un matériau essentiel de construction, surtout dans les grands travaux dont vous êtes l'ingénieur en chef au LPEE chargé du contrôle et suivi des grands projets. Quand est-ce qu'il faut passer à l'approche performantielle dans la formulation du béton ?**

Tout d'abord, il convient de rappeler que la plus part des désordres constatés (à l'échelle nationale et internationale) au niveau des ouvrages en béton sont dus à un ou une combinaison des phénomènes suivants :

- gonflement interne dû à l'alcali-réaction et aux réactions sulfatiques par création d'étringite diférée ;
- corrosion des armatures par carbonatation ou/et par pénétration des chlorures ;
- désordres dus au gel-dégel et aux agents agressifs externes.

L'approche performantielle, basée sur des indicateurs de durabilité, prend en compte ces trois risques principaux de dégradation potentielle et ce en fonction de la durée de vie escomptée de l'ouvrage et de son environnement.

A noter que l'approche actuelle définie au niveau d'un certain nombre de nos cahiers de charges et qui est basée seulement sur les caractéristiques mécaniques n'est pas suffisante pour assurer

une bonne durabilité des ouvrages. En plus des résistances mécaniques nécessaires pour le dimensionnement des structures, le béton doit être stable chimiquement en tenant compte de la nature des constituants et de l'environnement de l'ouvrage.

En réponse à votre question pertinente, l'approche performantielle est recommandée pour les ouvrages d'une durée de vie supérieure à 50 ans et ce en conformité avec la norme Marocaine NM 10 – 1 – 008 qui est d'ailleurs d'application obligatoire.

**L'alcali-réaction est un indicateur de durabilité important ; existe-il des solutions pour les ouvrages présentant des désordres liés à l'AR ?**

L'alcali-réaction (AR) se définit comme étant une réaction chimique entre certaines formes de silice soluble pouvant être présentes dans les granulats et les alcalins actifs des solutions interstitielles du béton. Cette réaction engendre, dans des conditions bien déterminées, la formation des gels gonflants à l'échelle microscopiques qui provoquent à l'échelle de l'ouvrage des désordres sous forme de réseau de fissures et d'exsudation. Toutefois, il importe de signaler que l'alcali-réaction ne peut se développer que

si les conditions suivantes sont remplies :

- présence de l'eau ou une humidité relative élevée (70% environ) ;

- utilisation des matériaux potentiellement réactifs.

A ce jour et à ma connaissance, aucune des tentatives de traitement des ouvrages présentant des désordres dus à l'alcali-réaction n'a abouti à un résultat satisfaisant. En définitive, tous les ouvrages atteints par l'AR ont été démolis et remplacés.

Par ailleurs, il convient de signaler que sur la base des données dont on dispose, qui nous ont permis d'ailleurs d'établir une carte de localisation des matériaux qualifiés de potentiellement réactifs, nous avons constaté que la quasi-totalité des ballastières alluviales destinées à la production des granulats sont qualifiés de potentiellement réactifs.

Ces matériaux ne doivent pas être utilisés pour les ouvrages de niveau de prévention C pour lesquels on ne tolère pas de risque d'AR, sauf si les essais de performance démontrent leur stabilité.

Compte tenu de la durée de ces essais, qui est de 3 à 6 mois, il faudrait à mon avis que ces essais soient programmés lors des études d'avant projets détaillés (APD), comme cela se fait actuellement dans les projets de barrages.



Rappelons qu'il existe trois niveaux de prévention de l'AR : les niveaux A, B et C, le dernier cité étant le plus exigeant.

### Est-ce que l'environnement dans lequel est édifié un ouvrage influe sur la formulation du béton ?

Effectivement l'environnement de l'ouvrage influe sur la durabilité des bétons et notamment à moyen et long termes. En fonction de l'environnement auquel seront exposés les différentes parties de l'ouvrage et en application de la norme NM 10 – 1 – 008, le maître d'ouvrage doit définir, dans le cahier des charges, pour chaque partie de l'ouvrage les classes d'exposition à prendre en considération pour le choix des matériaux et notamment le ciment et la conduite des études de formulation du béton en tenant compte de l'environnement de l'ouvrage.

### Dans l'environnement marin où vos équipes ont l'habitude d'évoluer, il est clairement dit que le seul coefficient de diffusion n'est pas suffisant pour l'approche performantielle. Quelle est l'approche que vous développez dans ces milieux réputés agressifs ?

En milieu marin, le coefficient de diffusion des chlorures est en effet considéré comme un indicateur important de durabilité mais pas suffisant. C'est pourquoi il faut lui adjoindre d'autres indicateurs, qui sont régulièrement pris en compte par le LPEE lors des études de formulations, à savoir :

- la porosité accessible à l'eau ;
- la perméabilité à l'eau ;
- la perméabilité au gaz
- l'alcali-réaction ;
- les réactions sulfatiques ;
- la résistivité électrique

A titre d'information, il faut savoir que le LPEE s'est doté des moyens matériels adéquats et des ressources humaines hautement qualifiées (Ingénieurs et

docteurs) pour la réalisation de tous les essais de durabilité suscités sur chantier.

### La mise en œuvre du béton est une étape où les désordres enregistrés sont parait-il les plus élevés. Quelles sont les précautions que vous prenez lors de cette étape ?

Les conditions de mise en place du béton et l'enrobage des armatures sont des paramètres fondamentaux de durabilité du béton armé vis-à-vis du risque de corrosion des armatures. En effet, le béton étant un matériau relativement poreux, les agents agressifs peuvent altérer sa stabilité sous forme de dissolutions, de lixiviations et de fissurations plus ou moins généralisées. Ces dégradations se produisent dans certains cas à des rythmes surprenants qui sont particulièrement aggravées par une mise en œuvre inadéquate sur chantier (reprises de bétonnage, retraits, enrobages insuffisants, gradients thermiques,...). Ainsi, une attention particulière doit être apportée aux conditions de vibration, de serrage du béton et au respect de l'épaisseur d'enrobage ainsi qu'à la cure du béton et notamment au jeune âge.

### La durabilité est devenue est un paramètre important dans la formulation des bétons, est-ce que tous les acteurs marocains de la construction respectent les normes ? Si non pourquoi ?

Malheureusement ce n'est pas toujours le cas. A l'échelle nationale, les normes existent pour concevoir des ouvrages

durables, le problème réside dans leur application et leurs prescriptions dans les cahiers des charges. Excepté quelques grands projets, l'approche durabilité n'est pas, dans l'ensemble appliquée. Ainsi, je pense qu'une mise à niveau des cahiers des charges, notamment pour les ouvrages stratégiques, est indispensable afin d'éviter de gérer des ouvrages malades prématurément.



Les poteaux fissurés d'un pont victimes d'alcali-réaction.

### Quels sont les ouvrages auxquels vous faites allusion ?

Sans être exhaustif, l'approche performantielle a été appliquée pour :

- les barrages ;
- quelques ouvrages maritimes (Port de Tanger Med, les caissons de port Jorf Lasfar et actuellement au nouveau port de Safi) ;
- le confortement de la mosquée Hassan II ;
- les ouvrages de la Vallée du Bouregreg (Pont Moulay El Hassan) ;
- les ouvrages d'art et viaducs de la LGV ;
- les ouvrages d'art des autoroutes ;
- un premier chantier de bâtiment : la Marina de Casablanca.

### A votre avis, comment faut-il s'y prendre pour pousser les professionnels de l'acte de bâtir à appliquer l'approche performantielle qu'ils jugent à priori coûteuse ?

Un effort considérable de sensibilisation a été déployé par le LPEE à travers des séminaires et des publications pour l'application de l'approche performantielle au niveau des projets ayant une durée de vie supérieure à 50 ans. Cette approche permet de spécifier dès la phase de conception, des critères très pertinents en matière de durabilité (Indicateurs de durabilité). Elle est efficace pour l'obtention d'un béton apte à prémunir les ouvrages d'une dégradation donnée (Alcali-réaction, corrosion des armatures, RSI...) et satisfaisante à une exigence de durée de vie donnée. Et le surcoût engendré par l'application de cette approche reste assez négligeable. Selon les données dont on dispose, il ne dépasse pas en effet 1 à 2% du montant du projet. Autrement dit, en tenant compte de la durée de vie des ouvrages et des frais d'entretien et de maintenance, l'approche performantielle reste moins coûteuse à moyen et long termes. Elle permet en outre de respecter les principes clés du développement durable notamment en préservant les ressources naturelles ■

“ Un effort considérable de sensibilisation est déployé par le LPEE pour l'application de l'approche performantielle qui reste moins coûteuse à moyen et long termes, en tenant compte de la durée de vie des ouvrages et des frais d'entretien et de maintenance. Cette approche permet en outre de respecter les principes clés du développement durable notamment en préservant les ressources naturelles. ”

## Le CTR de Casablanca s'investit dans l'habitat social à Hay Moulay Rachid

Pour permettre aux bidonvillois des préfectures des arrondissements de Moulay Rachid et de Ben M'sik d'être relogés dans des habitations qui respectent les normes de construction, la représentation du LPEE dans le Grand Casablanca a pris sur elle pour accompagner ce projet d'Al Omrane à Al Fadl dont le coup d'envoi des travaux a été donné par SM le Roi Mohammed VI en 2011. Les détails.

Le CTR de Casablanca est activement engagé dans le projet d'habitat social à Al Fadl dans la préfecture de Moulay Rachid ! Pour permettre aux habitants des bidonvilles des préfectures des arrondissements de Moulay Rachid et de Ben M'sik d'être relogés dans des habitations qui respectent les normes de construction, la représentation du LPEE dans le Grand Casablanca a pris sur elle pour accompagner ce projet dont le coup d'envoi des travaux a été donné par SM le Roi Mohammed VI en 2011.

"A l'instar des autres projets, dans lesquels le LPEE est impliqué, nous resterons également fidèle à notre credo dans celui-ci. C'est à dire la qualité, rien que la qualité. C'est ainsi que, quel que soit celui qui est engagé pour construire un ou plusieurs immeubles, le LPEE restera inflexible sur le respect des normes de construction. Il y va de notre crédibilité, mais également nous tenons à ce que les populations qui vont occuper ces immeubles aient exactement ce qu'il faut en terme de sûreté et de sécurité des constructions", explique M. Habib El Otmani, Directeur du CTR de Casablanca. Qui a déployé une équipe de trois soldats, notamment deux ingénieurs et un technicien supérieur (en l'occurrence MM. Bouras et Kardy) qui s'occupent sur place :

- des études géotechniques qui ont globalement révélé un bon sol à 1,5 m de profondeur ;
- de la réception des fonds de fouille ;
- des essais d'identification des matériaux (gravettes, sable, aggro, poutrelles et ourdis) ;
- des contrôles de béton au moment du coulage pour la détermination des résistances à la compression simple à 7 et 28 jours ;

■ de l'assistance technique sur la peinture, les mortiers, etc ...

Différentes opérations de contrôle au niveau du gros œuvre et du second œuvre menées en bonne entente avec l'architecte et le bureau d'étude qui déplorent cependant la difficulté à communiquer avec les acquéreurs et les constructeurs. Signalons d'ailleurs, que c'est grâce à l'efficacité de l'équipe du LPEE, que plusieurs ratés ont été de justesse évités. Dans certains immeubles par exemple, il a fallu faire de l'auscultation dynamique sur le béton pour avoir une idée plus précise sur la résistance de ce matériau. Des investigations qui se sont au final toutes bien passées.

Par contre, quelques petites fausses notes sont à déplorer. Il a fallu démolir trois voiles et une dizaine de poteaux à cause de mauvais dosages ou de mauvaises mises en oeuvre du béton. Ce qui ne représente pas, somme toute, grand chose par rapport à l'ensemble du projet.

En effet, ce projet, lancé par Al Omrane maître d'ouvrage et les préfectures des arrondissements de Moulay Rachid et de Ben M'sik maîtres d'ouvrages délégués, qui ont finalisé les travaux de terrassement, d'assainissement et voirie en juillet 2012, a quand même une assez grande envergure. Il porte sur une superficie de 49 hectares où il est prévu la construction de :

- 1 400 immeubles de type R+3 ;
- 1 mosquée ;
- 1 poste de police ;
- 2 écoles primaires, 1 collège, 1 lycée ;
- 1 club socio-sportif ;
- 1 siège de l'arrondissement ;
- des espaces verts.

A préciser que sur les 1 400 immeubles, 900 sont destinés aux habitants des bidonvilles de Lahraouine, Hafrat Diba



Tous les immeubles du projet auront la même façade.

et Pitchou de la préfecture de Moulay Rachid et de Karian dans la préfecture de Ben M'sik. Tandis que les 500 autres immeubles seront pour les fronts bâtis. Au total, quatre types d'immeubles seront construits pour les bidonvillois. Des immeubles à Rez-de-chaussée (RDC) avec commerce, des immeubles à RDC avec sous-sol et commerce, des immeubles à RDC à habitat et des immeubles à RDC avec sous-sol et habitat.

Les deux premiers types d'immeubles seront érigés sur les grandes voies larges de 20 m, tandis que les autres seront construits respectivement sur les voies de 16 et 12 m.

Actuellement, le projet est sur de bons rails et si la même cadence de construction est maintenue, les travaux seront finalisés en juin 2016 ■



# Les inclusions rigides



## I.R sous massifs de fondations sans et avec matelas (selon zone sismique ou efforts horizontaux importants)

Le renforcement de sol par inclusions rigides permet d'augmenter la capacité portante du sol, prise en compte pour le dimensionnement des semelles, en général jusqu'à 0,25 MPa à 0,35 MPa dans le cas de matelas à faible épaisseur, ou dans le cas d'une semelle mixte posée sur inclusions.

Par simplification, les semelles peuvent être dimensionnées en chevêtre de manière à porter d'inclusions à inclusions. Si les dimensions de la semelle sont suffisantes, les efforts horizontaux peuvent être repris par frottement sous la semelle.

### Domaines d'application

En augmentant la capacité portante du sol et en réduisant sa compressibilité, l'inclusion rigide peut permettre l'économie de pieux et d'un plancher porté.

Ce renforcement de sol trouve une application dans tous les domaines de la construction (bâtiments de logements, industriels et commerciaux, ouvrages génie civil, remblais routiers et ferroviaires, plateformes portuaires).

Le domaine d'application du procédé s'étend à l'ensemble des sols compressibles. À partir de la compressibilité initiale du sol, la densité du renforcement est adaptée en fonction des déformations admissibles pour l'ouvrage à construire.

### Avantages et limites du procédé

Le renforcement de sol par inclusions rigides présente l'avantage de diminuer de manière très efficace les tassements sous charge. Le tassement sous renforcement peut être divisé par un facteur allant jusqu'à 8 à 10 sous de fortes charges.

La contrepartie de cette efficacité est la nécessité de prendre en compte les effets des points durs créés par les inclusions sur la structure. Les semelles de fondations doivent être dimensionnées en chevêtres.

Pour les dallages, un moment complémentaire, dû à l'hétérogénéité apportée par les inclusions, doit être pris en compte en fonction de l'épaisseur du matelas de répartition, de la compressibilité du sol en place, du maillage d'inclusions et des charges de service (ponctuelles ou réparties). Ce moment devient sensible pour des charges uniformément réparties importantes ou des pieds de rack combinés avec un matelas peu épais ■

Source : <http://www.keller-france.com/techniques/procedes/inclusions-rigides-inser>

## Livres\*



**Titre** : Cahier des Clauses Administratives Générales (C.C.A.G.) : Marchés des Travaux  
**Auteur** : Secrétariat Général du Gouvernement  
**Editeur** : Imprimerie Officielle - Rabat - 2000  
**Nb de pages** : 65 pages



**Titre** : Réglementation pour le transport des marchandises dangereuses, 55<sup>ème</sup> Edition  
**Editeur** : Montréal - 2013  
**Nb de pages** : 1102 pages



**Titre** : Manuel de mécanique des Roches, Tome III : Retours d'expériences Génie minier et pétrolier  
**Auteur** : Comité Français de Mécanique des Roches  
**Editeur** : Presses des Mines - France - 2013  
**Nb de pages** : 239 pages



**Titre** : Manuel de mécanique des Roches, Tome IV : Retours d'expériences en Génie Civil  
**Auteur** : Comité Français de Mécanique des Roches  
**Editeur** : Presses des Mines - France - 2013  
**Nb de pages** : 451 pages

\* Les dernières acquisitions du Service de Documentation du LPEE

## Revue\*



Ce N°6 des Annales du Bâtiment et des Travaux Publics aborde plusieurs sujets dont un sur comment l'acoustique et le BTP sont appréhendés dans le cadre du Grenelle de l'environnement, l'influence de la variation de température dans les pieux énergétiques sur la capacité portante des sols et la résistance locale de l'interface entre un enduit isolant projeté et son support béton.



Ce N°280-281 du Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées aborde des thèmes variés notamment, la comparaison de différentes armatures utilisées pour le renforcement du béton, panorama des sols gonflants en géotechnique, contribution à la quantification de la robustesse structurale et l'évaluation de l'agressivité du trafic sur des chaussées bitumineuses en carrefour giratoire.



Ce N°12 de Techniques Sciences Méthodes, la Revue des Spécialistes de l'Environnement, traite dans son dossier des nouveaux visages de l'eau dans la ville. Il y présente notamment les nouvelles techniques telles que les bassins de rétention des eaux pluviales multiusages, les nouveaux types de stations d'épuration urbaines dédiées aux effluents hospitaliers, etc ...



Ce N°239 de la Revue Tunnels et Espace Souterrain traite de différents sujets dont les défis relatifs à la sécurité dans les structures enterrées complexes, l'usage des vides souterrains et les préoccupations communes et le rôle de l'eau dans la stabilité des carrières souterraines abandonnées et partiellement ou temporairement ennoyées et impact attendu du changement climatique.

\* Les dernières acquisitions du Service de Documentation du LPEE

## AGENDA

### EVÈNEMENTS À VENIR

#### ► 17<sup>ème</sup> Forum EHTP-Entreprises



Les élèves ingénieurs de l'Ecole Hassania des Travaux Publics organisent la 17<sup>ème</sup> édition du Forum EHTP-Entreprises, les 2 et 3 avril 2014 dans l'enceinte de l'école située sur la route d'El Jadida à Casablanca.

Placé sous l'égide du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, ce forum est axé cette année sur le thème "l'investissement en Afrique, un nouveau garant de développement international". Ceci notamment pour faire référence au récent voyage de SM le Roi, accompagné d'une forte délégation d'hommes d'affaires, dans quatre pays africains où les entreprises marocaines ont investi.

Ce forum sera donc l'occasion de présenter certains success stories ainsi que des opportunités d'investissement pour les entreprises désirant investir dans les pays d'Afrique subsaharienne.

Ce forum sera également l'occasion pour les entreprises participantes de :

- susciter et conforter une bonne image auprès des étudiants de cet établissement à travers l'exposition et la présentation de leurs domaines d'excellence et savoir-faire d'une part, et

- de recueillir des CV et de recruter parmi les lauréats de l'école d'autre part.

En plus des ministères, agences régionales et offices, les entreprises attendues sont actives dans plusieurs domaines, notamment :

- la construction et les travaux publics (bâtiment, génie civil, immobilier...);

- l'industrie (transport, énergie, matériaux...); et

- les services (informatique, télécoms, consulting, finances, recrutement...).

#### ► Le LPEE au Forum EMI-ENTREPRISES

Le LPEE prendra part à la 20<sup>ème</sup> édition du Forum EMI-ENTREPRISES, qui aura lieu les 9 et 10 avril prochain à Rabat. Prévu cette année sous le thème "la RSE : un enjeu majeur pour la compétitivité du Maroc", l'événement annuel phare des étudiants de l'Ecole Mohammedia des Ingénieurs accueillera une cinquantaine d'entreprises actives dans plusieurs domaines, dont le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes, qui viendront témoigner de leurs expériences respectives dans le domaine de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE).

Rappelons que la RSE est une démarche qui fait référence à l'intégration volontaire de l'entreprise dans son plan de développement des aspects environnementaux et sociaux, en plus des aspects économiques traditionnels.

Autrement dit c'est la contribution des entreprises aux enjeux du développement durable ou encore les différentes déclinaisons du concept de développement durable par l'entreprise.

#### ► Congrès National de la route

Du 4 au 6 juin 2014, Rabat, la capitale administrative du Maroc, abritera les travaux du 9<sup>ème</sup> Congrès National de la Route. Organisée par l'Association Marocaine Permanente des Congrès de la Route (AMPCR) où le LPEE est un membre actif, cette rencontre, qui coïncidera avec le 30<sup>ème</sup> anniversaire de l'AMPCR et le 40<sup>ème</sup> anniversaire de la Direction des Routes, portera sur le thème : quelle gouvernance pour un meilleur développement des infrastructures routières ? Un thème qui sera examiné à travers quatre ateliers et une table ronde, notamment :

- Atelier 1 : Ouvrages d'arts et tunnels routiers
- Atelier 2 : Chaussée routière et voirie urbaine
- Atelier 3 : Système de gestion, exploitation et sécurité routières

- Atelier 4 : Routes rurales et accessibilité durable

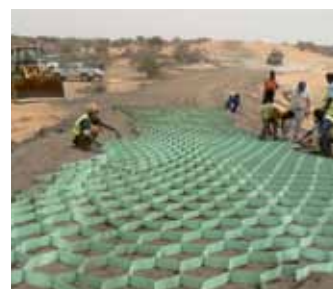
- Table ronde : Gouvernance et Partenariat Public Privé.

Signalons que dans la perspective de cet important événement, le Centre d'Etudes et de Recherches sur les Infrastructures Routières du LPEE (CERIT/LPEE) s'active pour préparer ses présentations. Un appel à communication a été lancé auprès des membres de l'Espace Technologique Infrastructures de Transport.

#### ► 1<sup>er</sup> séminaire du Comité Marocain de Géosynthétique

Mis en place récemment, le Comité Marocain de Géosynthétique (CMG) organise son tout premier séminaire le 5 juin prochain au Centre d'Accueil et de Conférences du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique à Rabat (CAC). Cette première rencontre, prévue sur le thème "Géosynthétique et environnement durable", sera l'occasion pour les professionnels marocains de l'acte de bâtir de prendre connaissance des différentes normes et réglementations en vigueur pour l'application des produits géosynthétiques qui occupent de plus en plus de place dans les processus de construction.

En effet les géosynthétiques sont utilisés dans plusieurs domaines : le bâtiment, le génie civil, l'agriculture, les ouvrages pour la protection de l'environnement, les ouvrages hydrauliques et l'industrie.







# المختبر العمومي للتجارب والدراسات

## LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ETUDES

SIEGE SOCIAL : 25, Rue d'Azilal, Casablanca Maroc - Tél: 0522 54 75 00 (LG) - Fax: 0522 30 15 50  
lpee.dg@lpee.ma - www.lpee.ma

### Le réseau LPEE

#### CENTRES SPECIALISES

#### C.E.E.E.

Centre d'Essais et d'Etudes  
Electriques  
Electricité, Energie, Sécurité  
Tél : 0522 48 87 70  
Fax : 0522 23 42 14  
lpee.ceee@lpee.ma

#### C.E.H.

Centre Experimental de  
l'Hydraulique  
Modélisations, Bathymétrie  
Tél : 0522 48 87 62  
Fax : 0522 23 43 04  
lpee.ceh@lpee.ma

#### C.E.R.E.P.

Centre d'Etudes et de Recherche  
sur l'Environnement  
Eaux, Air, Pollutions  
Tél : 0522 69 90 10  
Fax : 0522 69 90 34  
lpee.cerep@lpee.ma

#### D.R.R.T.

Direction de la Recherche  
et des Référentiels Techniques  
Recherche appliquée,  
Prospection, Coopération  
Tél : 0522 54 75 59  
Fax : 0522 25 06 44  
lpee.drtr@lpee.ma

#### C.S.T.C.

Centre Scientifique et Technique  
des Constructions  
Auscultation, Structures, Pathologie  
Tél : 0522 48 87 30  
Fax : 0522 25 06 44  
lpee.cstc@lpee.ma

#### C.E.G.T.

Centre Experimental des  
Grands Travaux  
Barrages, Ports,  
Aménagements  
Tél : 0522 48 87 25  
Fax : 0522 48 87 06  
lpee.cegt@lpee.ma

#### C.E.M.G.I.

Centre Experimental des Matériaux  
et du Génie Industriel  
Emballage et conditionnement physico-  
chimie des matériaux  
Tél : 0522 69 90 20  
Fax : 0522 51 06 29  
lpee.cemgi@lpee.ma

#### C.E.R.I.T.

Centre d'Etudes et de  
Recherche des Infrastructures  
de Transport  
Routes, Autoroutes, Voies ferrées  
Tél : 0522 48 87 13  
Fax : 0522 23 19 54  
lpee.cerit@lpee.ma

#### C.E.S.

Centre Experimental des Soils  
Géotechnique,  
Soils,  
Fondations  
Tél : 0522 48 87 50  
Fax : 0522 23 41 88  
lpee.ces@lpee.ma

#### L.N.M.

Laboratoire National de  
Métrologie  
Métrologie, Etalonnage,  
Formation  
Tél : 0522 48 87 27  
Fax : 0522 98 25 72  
lpee.lnm@lpee.ma

#### CENTRES TECHNIQUES ET LABORATOIRES REGIONAUX

#### Agadir

Rue 18 Novembre QI BP 3136  
Tél : 0528 82 05 22  
0528 82 46 88  
Fax : 0528 82 51 52  
lpee.agadir@lpee.ma

#### Casablanca

44, Angle Bd Med V et Rue  
Med Smilha  
Tél : 0522 30 46 95/96  
Fax : 0522 31 97 10  
lpee.ctcasa@lpee.ma

#### Fès

Quartier de la Pépinière  
Dokkarat BP 2407  
Tél : 0535 65 44 63  
Fax : 0535 65 49 61  
lpee.fes@lpee.ma

#### Laâyoune

Parc des Travaux Publics  
BP 353  
Tél : 0528 89 48 33  
Fax : 0528 89 11 06  
lpee.agadir@lpee.ma

#### Nador

170, Rue Khalid Bnou  
Loulid BP 131  
Tél : 0536 60 45 37  
Fax : 0536 33 02 90  
lpee.oujda@lpee.ma

#### Safi

Route Dar Si Aissa, ville  
nouvelle  
Tél : 0524 62 00 12  
Fax : 0524 62 65 23  
lpee.safi@lpee.ma

#### Al Houceïma

Quartier Calabonita Lot.  
Cherrate N 146  
Tél : 0539 98 53 17  
Fax : 0539 98 53 18  
lpee.oujda@lpee.ma

#### Dakhla

Bd El Ouala  
Dakhla  
Tél : 06 60 42 71 78  
Fax : 06 60 42 71 78  
lpee.agadir@lpee.ma

#### Kénitra

Lot 58 ZI, Bir Rami Est Kénitra  
Tél : 0537 37 85 14/92  
0537 36 23 39  
Fax : 0537 37 84 95  
lpee.kenitra@lpee.ma

#### Marrakech

Hay Al Massira 1 Lot. 675B  
et 681B - BP 4732  
Tél : 0524 34 63 22  
Fax : 0524 34 62 54  
lpee.marrakech@lpee.ma

#### Ouarzazate

Quartier industriel N°6  
Ouarzazate  
Tél : 0524 88 51 81  
Fax : 0524 88 51 40  
lpee.marrakech@lpee.ma

#### Tanger

Km7, Route de Rabat  
BP 1006  
Tél : 0539 38 07 66  
Fax : 0539 38 07 65  
lpee.tanger@lpee.ma

#### Beni Mellal

Route de Tadla  
BP 136  
Tél : 0523 48 28 46  
Fax : 0523 48 49 02  
lpee.benimellal@lpee.ma

#### El Jadida

Lot 206 Zone Industrielle  
El jadida  
Tél : 0523 37 38 82  
Fax : 0523 35 39 12  
lpee.eljadida@lpee.ma

#### Larache

Rue El Menzeh  
Tél : 0539 91 22 11  
0539 91 01 08  
Fax : 0539 91 51 29  
lpee.tanger@lpee.ma

#### Meknès

Bd Saâdyine QI, BP 5041 Al  
Bassatine  
Tél : 0535 50 23 97 / 50 36 41  
Fax : 0535 5024 88  
lpee.meknes@lpee.ma

#### Oujda

ZI, N° 146 Bd Med V,  
BP 427  
Tél : 0536 68 39 45  
Fax : 0536 68 19 95  
lpee.oujda@lpee.ma

#### Tétouan

ZI - BP 6015  
Martil  
Tél : 0539 97 96 67  
Fax : 0539 68 80 21  
lpee.tetouan@lpee.ma

Le LPEE, un leader pour partenaire





**Le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE)** est créé depuis 1947 pour s'occuper initialement des trois domaines de base à savoir la Géotechnique, les Routes et le Béton.

Depuis, il a connu un grand développement et extension pour toutes les spécialités liées au génie civil.

Actuellement, il emploie 1000 personnes dont 300 cadres et techniciens supérieurs.

Il est organisé en 10 Centres Spécialisés et 10 Centres Régionaux pour couvrir tout le territoire. Depuis quelques années, il a commencé à s'exporter en accompagnant les opérateurs du secteur BTP (entreprises et bureaux d'études) nationaux et des multinationales intervenant au Maroc ou à travers des collaborations avec les laboratoires locaux.

Un leader pour partenaire



**المختبر العمومي للتجارب والدراسات**  
**LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ETUDES**

25, Rue d'Azilal, BP 13389 Casablanca 20110 Maroc  
Tél.: +212 (0) 522 54 75 00 à 99 (LG) - Fax : +212 (0) 522 30 15 50  
E-mail : lpee@lpee.ma - Site web : www.lpee.ma