

# FIABILITÉ, PERFORMANCE ET DURABILITÉ

- ▶ ENVIRONNEMENT
- ▶ MATÉRIAUX
- ▶ ACOUSTIQUE
- ▶ ÉNERGIE
- ▶ MÉTROLOGIE

## PATRIMOINE ROUTIER

A lire également dans ce numéro



COP 22 ET LE RÔLE DES ESSAIS  
ENTRETIEN AVEC SAID HAJIB (HCEFLCD)



LA SÉCURITÉ  
ÉLECTRIQUE



LABORATOIRE D'EL JADIDA  
AUTOROUTE SIDI SMAÏL / SAFI



HOUSSINE EJJAOUANI  
LA SOUVERAINÉTÉ TECHNOLOGIQUE





## Près de **70 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,...

### Une 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 l'Afrique du Sud)

*Le* **LPEE** *un leader pour partenaire*

25, Rue Azilal - Casablanca, Maroc - Tél. : 05 22 54 75 00 (L.G) - Fax : 05 22 30 15 50  
Site web : [www.lpee.ma](http://www.lpee.ma) - E-mail : [lpee.dg@lpee.ma](mailto:lpee.dg@lpee.ma)

Chères lectrices, chers lecteurs,

L'accueil de la COP 22, nous questionne : comment le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE) contribue-t-il pour agir sur les problématiques liées au changement climatique et leurs impacts sur la vie humaine ? Pour y répondre, un mot clef s'offre à nous : la durabilité.

Le LPEE s'est mobilisé pour la COP22 et sera présent via notamment un stand sur toute la durée de l'événement, faisant participer pas moins de 4 centres spécialisés et laboratoire : le Laboratoire National de Métrologie, le Centre d'Essais et d'Etudes Electriques, le Centre Scientifique et Technique des Constructions et le Centre d'Etudes et de Recherches de l'Environnement et de la Pollution.

Le savoir et le savoir-faire accumulés depuis environ 70 ans d'études et d'essais, la qualité de ses experts et de ses ressources humaines investies et la diversité de ses activités font du LPEE un fin connaisseur des problématiques environnementales marocaines et un acteur principal dans la recherche des solutions durables et des alternatives novatrices.

En effet, le LPEE s'est engagé, depuis des décades, dans ces essais et études pour faire de la durabilité son leitmotive dans ses différents secteurs d'activités entre autres : la recherche des matériaux durables pour le béton et ses produits dérivés, l'identification des facteurs polluants atmosphériques ou autres, la qualité des eaux en arrière-pays comme en littoral...

Ainsi, la forte implication du LPEE dans les projets stratégiques du Maroc tels que le solaire, l'industrie automobile, la LGV, les infrastructures portuaires et les questions relatives à la logistique et à la mobilité propre le pousse à innover en continu et à rechercher des alternatives durables et performantes, respectueuses de la nature.

La mondialisation et l'ouverture du Maroc sur des partenaires internationaux permettent au pays de se donner le moyen d'intégrer la marche du monde et de s'inviter au club des pays émergents. Cependant, la sauvegarde et le développement de la qualité dans ces secteurs d'activités l'obligent à être vigilant contre les contrefaçons et les produits de mauvaise ou faible qualité d'où la nécessité du contrôle et le développement de la réglementation.

C'est ainsi que le LPEE est devenu un acteur incontournable notamment dans la Métrologie nationale, il est la référence en la matière. Le LPEE participe ainsi, activement au respect et à la mise en place des normes et des réglementations marocaines qui s'orientent de plus en plus vers les exigences européennes et internationales. La globalité des activités du LPEE contribuent à proposer des solutions intégrées et fiables.

La recherche du confort humain et la sécurité des citoyens est une constante dans l'activité du LPEE, ses départements spécialisés en l'occurrence dans l'électro-acoustique et la réglementation thermique participent activement à la sensibilisation de la population cible et à la mise en place de procédés pour lutter contre les nuisances sonores et les déperditions énergétiques.

Le LPEE se veut être un partenaire national, de premier rang, ouvert sur la formidable évolution de notre monde et un acteur soucieux des exigences environnementales qui nécessitent l'implication de l'ensemble des forces vives de la société.

Par son ouverture régionale et africaine en particulier, le LPEE est devenu une plateforme de développement et d'échanges des bonnes pratiques durables dans ses domaines d'intervention.

**Mustapha FARES**  
Directeur Général du LPEE





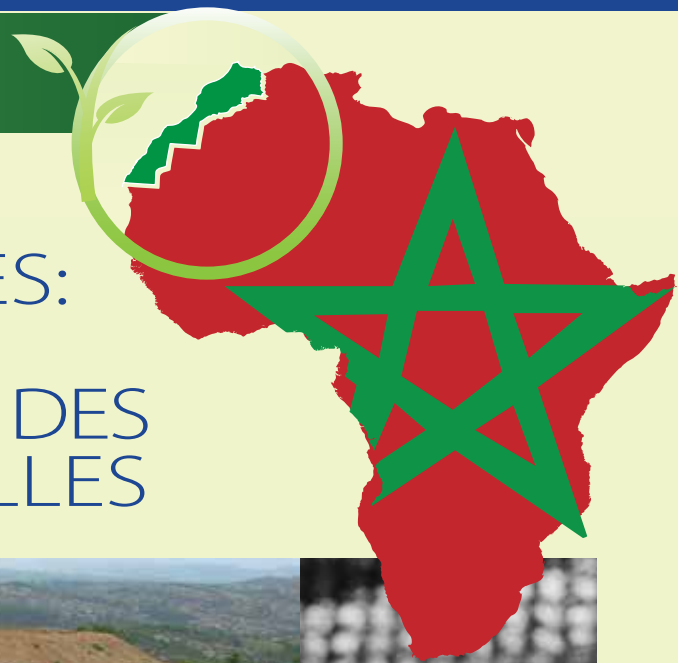


# Conférence Géo Africaine 2017

Du 08 au 11 Octobre 2017 - Marrakech Maroc

Sous le thème :

LES GEOSYNTHETIQUES:  
PRODUITS EFFICACES  
POUR LA SAUVEGARDE DES  
RESSOURCES NATURELLES



COMITÉ MAROCAIN DES  
GÉOSYNTHÉTIQUES



INTERNATIONAL  
GEOSYNTHETIC  
SOCIETY

Secrétariat de la Conférence :

LPEE , 25 Rue d'Azilal Casablanca Maroc

E-mail : [lpee.dts@lpee.ma](mailto:lpee.dts@lpee.ma) - Site web : [www.cmg-asso.com](http://www.cmg-asso.com)

Tél. +212 522 54 75 81 - Fax +212 522 54 75 12



# SOMMAIRE

LPEE Magazine - N° 75 - 2ème Trimestre 2016

## 3 EDITORIAL

## 6 ÉVÉNEMENT

■ Congrès africain sur l'entretien routier

8 ■ Recommandations

## 10 ACTUALITÉ

■ Cop 22 et le rôle des essais  
Entretien avec Said HAJIB

## 12 DOSSIER : DURABILITÉ

■ Le Laboratoire National de Métrologie

14 ■ Durabilité des matériaux de construction

16 ■ Parc solaire à Ouarzazat

18 ■ L'expertise acoustique

20 ■ La réglementation thermique et la  
caractérisation des matériaux de construction

22 ■ La sécurité électrique

24 ■ La qualité hygiénique des eaux de baignade

## 26 RÉGIONS

■ Projet autoroutier Sidi Smail - Safi

## 28 ENTRETIEN

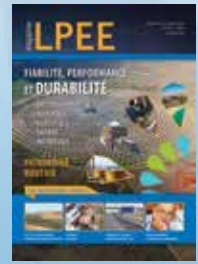
■ Houssine EJJAOUANI  
Souveraineté technologique en matière  
de laboratoire

## 30 ACQUISITION

■ La Spectrométrie de masse par plasma  
à couplage inductif au CEREP



LPEE MAGAZINE N° 75



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

Mustapha FARES

### ONT CONTRIBUÉ À CE NUMÉRO

Mustapha FARES  
Houssine EJJAOUANI  
Hasna METRANE  
Mohammed ERROUAI  
Abdellah CHOUKIR  
Khalid EL AZDI  
Taoufik ABOUNACER  
Mohammed BERRADA  
Abdelmohsine KARIOUNI  
Mohammed MASKHAOUI  
Abdellah FIKRI  
Saber LAKRAMBI  
Iman DEKKAK  
Mustapha LAKBOUCHI  
Siham YAZIDI  
Hassan ZANZOUN  
Abdellatif ASSAGHIR  
El Houssin GOUNAYA

### CONCEPTION, RÉDACTION, ÉDITION

Mediating  
29 bis impasse Al adarissa,  
Hassan Rabat  
Tel : + 212 (0) 5 37 70 37 26  
Fax : + 212 (0) 5 37 70 37 20  
GSM : + 212 (0) 6 36 12 57 92  
www.mediating.ma

### IMPRESSION

Imprimerie Toumi

### AUTORISATION DE PUBLICATION

N°9/83

### DÉPÔT LÉGAL

24/1984

### LE LPEE EST ACCRÉDITÉ



# CONGRÈS AFRICAIN SUR L'ENTRETIEN ROUTIER

## LE PATRIMOINE ROUTIER AFRICAIN SOUS LE FEU DES PROJECTEURS

Le LPEE a fortement marqué les travaux du premier Congrès africain sur « l'Entretien, la Sauvegarde du Patrimoine Routier et l'Innovation Technique » qui s'est déroulé, du 4 au 6 mai à Marrakech. Le LPEE a ainsi organisé une session sur « l'Entretien des chaussées et techniques bitumineuses » et a participé aux différents ateliers en exposant ses expertises multiples et ses recherches.

LES travaux du premier Congrès africain sur l'entretien, la sauvegarde du patrimoine routier et l'innovation technique se sont déroulés, du 4 au 6 mai à Marrakech, avec la participation de quelque 800 hauts responsables gouvernementaux aussi bien marocains qu'étrangers, d'experts nationaux, maghrébins et de l'Afrique subsaharienne ainsi que de bailleurs de fonds intervenant dans le secteur routier.

Placée sous le Haut Patronage de S.M. le Roi Mohammed VI et initiée par le ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique, en partenariat avec l'Association marocaine permanente des congrès de la route (AMPCR) et l'Association mondiale de la route (AIPCR), cette rencontre de trois jours avait offert l'opportunité aux congressistes de se pencher sur les aspects techniques et organisationnels de l'entretien des infrastructures routières, les systèmes de gestion routiers, les modes de financement, la gouvernance et l'innovation technique.

La séance d'ouverture de ce congrès a été marquée par la lecture du message Royal adressé aux participants et dans lequel le Souverain a affirmé notamment que « Les rythmes de croissance



► Message Royal lu par Abdellatif MENOUNI, Conseiller de Sa Majesté le Roi.

enregistrés ces dernières années dans notre continent accentuent la nécessité d'améliorer la qualité des prestations du réseau routier afin d'accompagner les besoins de mobilité de plus d'un milliard d'habitants en Afrique, dont la population devrait doubler d'ici 2050».



**Des solutions  
et des techniques  
alternatives qui tiennent  
compte de l'aspect  
environnement**



Sa Majesté le Roi a également souligné la nécessité « de réfléchir à la mise en place de moyens modernes pour assurer le suivi et l'entretien du réseau routier et de ses ouvrages, et (de) disposer des données précieuses nécessaires à la prise de décisions appropriées en temps utile ». Le Souverain a aussi mis l'accent sur l'impératif « de mettre au point des solutions et des techniques alternatives qui tiennent compte de l'aspect environnement, surtout pour ce qui est de la tendance à l'utilisation de technologies nouvelles propres, moins polluantes ».

S.M. le Roi Mohammed VI a, d'autre part, appelé les pays africains à



➤ Intervention d'Iman DEKKAK ingénieure au CERIT, lors de l'atelier «Entretien des chaussées et techniques bitumineuses» organisé par le LPEE et présidé par Mustapha FARES DG du LPEE.

souscrire à toutes les initiatives tendant à renforcer la coopération internationale pour contribuer «de la sorte à améliorer l'état des réseaux

routiers dans nos pays, à en développer les systèmes de financement et à favoriser au sein des instances professionnelles nationales, régionales

et internationales concernées une réflexion collective régulière autour de la politique routière et des techniques d'entretien y afférentes». ■

## ONT DÉCLARÉ



**Hadja OUMOU CAMARA**, la ministre guinéenne des Travaux publics

### Mobilisation des financements pour la réalisation et l'entretien des infrastructures routières

“ La ministre guinéenne des Travaux publics, Hadja OUMOU CAMARA qui a rendu visite au siège du LPEE, a fait observer que son pays, à l'instar des autres Nations africaines, est confronté à l'épineux problème de mobilisation des financements pour la réalisation et l'entretien de ses infrastructures routières. L'Afrique de l'Ouest accuse un important déficit en matière de qualité, d'efficacité et de durabilité de ses infrastructures, d'où la nécessité de s'orienter vers des partenariats publics-privés. ”

**Idossou TCHONA**, vice-président de l'Association des gestionnaires et partenaires africains de la route (AGEPAR)

### Un patrimoine inestimable qui contribue à la croissance économique

“ Aux yeux du vice-président de l'Association des gestionnaires et partenaires africains de la route (AGEPAR), Idossou TCHONA, les infrastructures routières représentent «un patrimoine inestimable» de par leur contribution conséquente à la croissance économique à travers leurs effets d'entraînement sur moult secteurs d'activité. ”



**Jean-François CORTÉ**, l'ancien secrétaire général de l'Association mondiale de la Route-AIPCR

### Maîtriser le processus de mobilisation des ressources

“ L'ancien secrétaire général de l'AIPCR, Jean-François CORTÉ, a souligné la nécessité pour les gestionnaires routiers de maîtriser les processus liés à la mobilisation des ressources pour alléger le fardeau du manque de financements, ainsi que des techniques et des modes d'organisation et de gestion adaptés à l'entretien des routes. ”



# RECOMMANDATIONS

## DU CONGRÈS AFRICAIN SUR L'ENTRETIEN, LA SAUVEGARDE DU PATRIMOINE ROUTIER ET L'INNOVATION TECHNIQUE RESSOURCES FINANCIÈRES

Le premier Congrès africain sur l'entretien, la sauvegarde du patrimoine routier et l'innovation technique a pris fin par l'adoption d'une batterie de recommandations qui, en cas de leur mise en œuvre à bon escient, impulseront une nouvelle dynamique et donneront vie et nouvelle configuration au réseau routier en Afrique.

### POUR DES RÉFORMES STRUCTURELLES

Lors de la séance des ministres, les interventions des différentes délégations ont mis l'accent sur l'impérieuse nécessité pour les pays du Continent d'entamer des réformes structurelles dans l'optique de disposer d'une administration routière forte et des réformes juridiques pour éradiquer la problématique de la surcharge, reconnue comme facteur prédominant dans le processus de dégradation des routes, et de reconsidérer la qualification et la formation professionnelle tant des cadres que des agents de maîtrise œuvrant dans le domaine de l'entretien routier.

### IMPLICATION DES COLLECTIVITÉS LOCALES

Il a été également recommandé de disposer d'une politique et d'une programmation pluriannuelles de l'entretien routier, de rechercher d'autres modes de financement de l'entretien routier en intégrant le partenariat public-privé (PPP) et en impliquant les collectivités locales, d'engager des réflexions sur les



► Atelier «Entretien des chaussées et techniques bitumineuses».

impacts prévisibles des changements climatiques sur les infrastructures routières et les adaptations à opérer pour les minimiser et d'intégrer la capitalisation des opérateurs dans le domaine routier comme partie immatérielle dans le patrimoine routier.

### REVOIR LES DOCUMENTS NORMATIFS

Pour ce qui est des séances plénières initiées respectivement sous l'intitulé «Les enjeux de l'entretien routier dans la région» et «Système de gestion et d'exploitation des infrastructures routières et ouvrages d'art», les communications présentées ont souligné l'urgence de disposer d'une stratégie d'entretien routier systématique, de tenir compte de la problématique de l'entretien routier lors des phases aussi bien de la planification que de la conception, de définir une Charte d'innovation en concertation avec la profession et de revoir les documents normatifs et envisager un ajustement de la valise documentaire afférente aux techniques innovantes.

### COOPÉRATION SUD-SUD

Les participants ont aussi appelé de leurs vœux le renforcement de la coopération Sud-Sud en la matière. A ce titre, ils ont plaidé pour l'intensification des échanges d'expertises et d'expériences entre les pays africains dans le domaine de la gestion de l'entretien routier, la mise en place d'un système de planification et de programmation de l'entretien dynamique fondé sur les bases de données routières et des modèles prévisibles d'évolution de dégradation des chaussées, l'évaluation des programmes d'entretien routier pour réajuster en continu la stratégie adoptée, l'adoption d'une politique d'entretien préventif des chaussées à fort trafic et des chaussées autoroutières et enfin la formation des compétences nécessaires pour la surveillance du réseau routier.

### LE RESPECT DES PRÉALABLES ET DES PHASES CLÉS

En ce qui concerne les deux séances du 1er atelier organisées sous



les thèmes «Entretien des chaussées et techniques bitumineuses» organisé par le LPEE et «Autres techniques de chaussées», un plaidoyer a été lancé pour l'adéquation entre le domaine d'emploi préconisé et la chaussée tant sur le plan de l'état que celui du trafic, la sensibilisation quant aux limites de la technique et la maîtrise de la formulation d'émulsions spécifiques adaptées. A ce titre, les panelistes ont estimé que le respect des préalables et des phases clés est le gage de réussite de cette technique, ce qui est de nature à élargir la palette des solutions d'entretien de chaussées au Maroc.

### L'IMPLICATION DES POPULATIONS LOCALES

L'accent a, en outre, été mis sur la nécessité d'encourager les techniques à forte utilisation de main d'œuvre impliquant la population locale dans l'entretien des routes rurales, de mettre en place un dispositif efficace de suivi et de contrôle de la qualité du bitume importé et de la production des émulsions et d'élaborer des documents réglementaires tenant compte des spécificités de chaque région dans le but de privilégier et d'encourager l'utilisation des matériaux locaux dans les techniques de maintenance des routes.

### ENCOURAGER LES TECHNIQUES ALTERNATIVES

S'agissant du 2ème atelier initié sous le slogan «Traitement des sols, entretien des routes non revêtus et retraitement des corps de chaussées», les congressistes ont appelé à généraliser l'utilisation de ces techniques pour l'entretien des routes rurales non revêtues, activer la finalisation de la norme des liants hydrauliques routiers, élaborer des cahiers de charges et des guides précisant l'utilisation de ces techniques et à donner la possibilité aux entreprises à présenter ces techniques comme variantes. Il a été aussi recommandé d'encourager les techniques alternatives, d'adopter la technique des matériaux bitumineux stabilisés (BSM) pour les routes à fort trafic, d'augmenter le taux de recyclage actuellement de l'ordre de 20 % pour atteindre des taux avoisinant les 40 % et de mettre au point une norme relative à l'application.

Pour le 3ème atelier portant sur «L'entretien des ouvrages d'art (O.A) et de l'environnement des routes», les intervenants ont insisté sur la nécessité de tirer profit de l'innovation technique pour assurer la sauvegarde du patrimoine des ouvrages d'art à travers l'utilisation de nouvelles techniques non destructives pour l'auscultation des O.A, l'instrumentation des ponts pour le suivi en temps réel des O.A et l'utilisation de nouveaux matériaux et procédés pour la réparation et le renforcement des O.A.

### ADAPTER LES O.A AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les congressistes ont également conclu de mettre en place un système de gestion fiable, efficace et rationnel en vue d'optimiser les ressources tout en assurant la sauvegarde du patrimoine, de tenir compte des contraintes d'entretien dans la conception des O.A, d'adapter les O.A aux changements climatiques, de recourir aux nouvelles techniques de traitement et de maintenance des routes pour la préservation et la sauvegarde de l'environnement et de créer un observatoire africain pour assurer le suivi du phénomène d'ensablement.

### L'AGENCE NATIONALE DES ROUTES

Les recommandations formulées lors de la table ronde sur «Le partenariat public-privé» soulignent la nécessité, entre autres, de démultiplier les efforts pour répondre aux attentes en intégrant la contrainte budgétaire, de promouvoir le partenariat avec les collectivités locales et les autres départements pour le financement du développement du réseau routier, de sécuriser les budgets alloués à la maintenance et la sauvegarde du patrimoine routier (un gap de financement annuel de 1,8 milliard de dirhams) et d'instituer un organe national interministériel chargé de l'étude et de l'approbation des projets susceptibles d'être réalisés dans le cadre du partenariat public-privé «Comité de PPP». L'accent a été mis enfin sur l'importance de confier la gestion du réseau stratégique nationale à une Agence nationale des routes (ANR), dont la Caisse de financement routier (CFR) peut en constituer le noyau, et de renforcer la coopération Nord-Sud pour le benchmark au niveau international. ■



**Entamer des réformes structurelles dans l'optique de disposer d'une administration routière forte et des réformes juridiques pour éradiquer la problématique de la surcharge**



# COP 22 ET LE RÔLE DES ESSAIS ENTRETIEN AVEC SAID HAJIB

CHEF DU CENTRE DE RECHERCHE FORESTIÈRE AU HAUT COMMISSARIAT  
AUX EAUX ET FORÊTS ET À LA LUTTE CONTRE LA DÉSSERTIFICATION

Les essais et les sciences jouent un rôle de plus en plus important pour définir de nouvelles approches et méthodes permettant d'utiliser plus efficacement les ressources et favoriser les efforts tendant à les utiliser de façon moins intensive.

## QUELS ENJEUX POUR LE MAROC AVEC LA COP22 ?

La COP22, COP de l'action fait suite à la COP 21 COP de décisions. Elle devra s'inscrire dans l'action. L'enjeu est de taille : il s'agira de concrétiser les différents axes retenus dans l'Accord de Paris, notamment ceux qui ont trait à l'adaptation, la transparence, le transfert de technologies, l'atténuation, le renforcement des capacités et les pertes et préjudices.

Deuxième enjeu : pour que l'accord entre en application, il faut un minimum de 55 pays qui signent et ratifient l'accord représentant 55 % des émissions globales de gaz à effet de



**Il est primordial  
de mieux comprendre  
les terres, les océans,  
l'atmosphère,  
l'interdépendance  
de leurs cycles  
hydrologiques, nutritifs  
et biogéochimiques  
et leurs échanges  
d'énergie**



serre. La Cop22, est une opportunité pour porter la voix des pays les plus vulnérables face aux changements climatiques, en particulier celle des pays africains et des états insulaires. Aussi, la Cop22 se veut-elle être celle de l'action.

## QUELLE PLACE DES SCIENCES DANS LA FORMULATION DES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES ?

Les sciences jouent un rôle essentiel en établissant un lien entre l'importance fondamentale du système «planète Terre» en tant que système d'entretien de la vie et les stratégies appropriées de développement qui misent sur son fonctionnement continu. A cet effet, les sciences fournissent les connaissances nécessaires pour améliorer la formulation et la sélection des politiques de protection de l'environnement et de développement en vue de la prise de décisions.

Afin d'asseoir ces stratégies sur des bases scientifiques plus solides, il est primordial de mieux comprendre les terres, les océans, l'atmosphère, l'interdépendance de leurs cycles hydrologiques, nutritifs et biogéochimiques et leurs échanges d'énergie, qui font tous partie du



► Said HAJIB, chef du Centre de Recherche Forestière (HCEFLCD).

système planète Terre, afin d'en tirer une estimation plus précise de la capacité limite de la planète et de sa capacité de résistance aux nombreuses contraintes qui lui sont imposées par les activités humaines. La promotion du développement durable est donc tributaire de la connaissance préalable de la capacité limite de la Terre et, notamment, les processus qui pourraient freiner ou stimuler sa capacité d'entretenir la vie.

A cet égard, les scientifiques sont en train d'affiner leur compréhension de domaines tels que les changements climatiques, la croissance des taux de consommation de ressources,





↳ Territoire oasien au Maroc, zone sensiblement exposée au changement climatique.

les tendances démographiques et la dégradation de l'environnement. Les sciences peuvent permettre d'expliquer ces phénomènes grâce à un développement de la recherche sur les processus écologiques fondamentaux et grâce à l'application des outils modernes, efficaces et rentables dont on dispose actuellement, notamment les instruments de télédétection et de surveillance automatique, et les capacités de calcul et de modélisation.

### **QUEL EST LE RÔLE DES ESSAIS ET ÉTUDES DANS LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET LA DURABILITÉ ?**

Les essais et les sciences jouent un rôle de plus en plus important pour définir de nouvelles approches et méthodes permettant d'utiliser plus efficacement les ressources et favoriser les efforts tendant à les utiliser de façon moins intensive, notamment à réduire la consommation d'énergie dans l'industrie, l'agriculture et les transports et ce, dans le but de durabilité de ces ressources.

Le développement durable invite à envisager des perspectives à plus long terme, à intégrer les incidences du changement mondial aux niveaux



### **Définir de nouvelles approches et méthodes permettant d'utiliser plus efficacement les ressources**



local et régional dans le processus de développement, et à utiliser les meilleures connaissances scientifiques disponibles. Le processus de développement doit être constamment réévalué, à la lumière des résultats de la recherche scientifique, de façon à limiter les incidences de l'utilisation des

ressources sur le système planète Terre.

Malgré cela, l'avenir est incertain et réserve des surprises. Les politiques de gestion de l'environnement et du développement doivent donc être solides sur le plan scientifique, tout en intégrant une gamme d'options permettant de multiplier les types d'intervention possibles. Le principe de la précaution s'impose. On observe souvent un défaut de communication entre les scientifiques, les décideurs et le grand public, dont les intérêts sont représentés par des organisations tant gouvernementales que non gouvernementales. Il est nécessaire d'améliorer la communication entre les scientifiques, les décideurs et le grand public. ■

### **DU GIEC À LA COP 22**

La Cop 22 se tient après celle de Paris la COP21 qui a abouti à un consensus équitable et équilibré universel et juridiquement contraignant". Un accord qualifié d'historique car il rassemble pour la première fois tous les pays de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) autour de la cause climatique. Ceci, après un cheminement extrêmement long depuis la première réunion du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) en passant par le sommet de la terre de Rio en 1992, et l'adoption des trois grandes conventions.

# LE LABORATOIRE NATIONAL DE MÉTROLOGIE

## RÉPONDRE AUX EXIGENCES DE LA RECONNAISSANCE MUTUELLE DES ÉTALONS NATIONAUX DE MESURE ET DES CERTIFICATS D'ÉTALONNAGE

Le Laboratoire National de Métrologie (LNM) a été désigné en 2008, par convention avec le Ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Economie Numérique, Laboratoire National de Métrologie du Maroc. Le LNM s'active pour devenir un membre actif du Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) à travers l'Organisation Régionale de Métrologie dont il dépend (AFRIMETS).

Le LNM assume la responsabilité première de veiller à ce que toute mesure effectuée au Maroc puisse être remontée jusqu'au Système international d'unités (SI) grâce à l'utilisation d'étalons nationaux, contribuant ainsi à faciliter l'acceptation des produits, des processus, des mesures et des essais sur les marchés locaux et étrangers. Cela passe par la réalisation et la conservation de ces étalons qui sont soit primaires, soit raccordés de manière traçable aux étalons primaires détenus par un autre INM. Ces étalons nationaux sont ensuite utilisés pour étalonner les étalons de référence des laboratoires d'étalonnages, des services de métrologie légale et d'autres afin de compléter la chaîne de traçabilité jusqu'aux utilisateurs d'instruments de mesure.

### POUR UNE RECONNAISSANCE INTERNATIONALE

Outre le matériel coûteux, les installations appropriées, ainsi qu'un personnel hautement qualifié et expérimenté, il faut disposer d'un financement adéquat et continu, assuré jusqu'à présent par le LPEE. Toutefois, l'appui budgétaire de



↳ Laboratoire de Métrologie LPEE.



**La demande de l'industrie marocaine en matière de services métrologiques est de plus en plus grande**

l'État est incontournable pour le développement du LNM pour qu'il soit comparable aux autres INMs.

Aussi, il est important que le LNM devienne un membre actif du Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) à travers l'Organisation Régionale de Métrologie dont il dépend (AFRIMETS). C'est grâce à ces liaisons que le système de mesure du pays va acquérir une reconnaissance internationale. La liste des Capacités d'étalonnages et de mesures







↳ Laboratoire de Métrologie LPEE.

(CMC) a besoin d'être reconnue à travers les comparaisons clés et les évaluations par les pairs, et ensuite répertoriée dans la base de données des comparaisons clés (KCDB) gérée par le BIPM. Sans ces entrées des CMC, l'industrie de notre pays aura du mal à terme à faire accepter les résultats de mesure sur les marchés internationaux.

A cette fin, le LNM doit répondre aux exigences de l'Arrangement de Reconnaissance Mutuelle des étalons nationaux de mesure et des certificats d'étalonnage et de mesurage émis par les Instituts Nationaux de Métrologie (CIPM MRA). ■



↳ Laboratoire de Métrologie LPEE.

## UN PROCESSUS DE RECONNAISSANCE LONG ET EXIGENT

Le LNM y travaille depuis 2012 et il est conscient que :

- ↳ Son aboutissement est capital pour notre pays car il est fondamental que la compétence métrologique d'un pays soit reconnue au niveau international afin de garantir la fiabilité des essais et analyses, et cela constitue le fondement de l'acceptation internationale des résultats de mesure.
- ↳ La demande de la part de l'industrie marocaine en matière de services métrologiques et de raccordement est de plus en plus grande étant donné l'émergence de secteurs de haute technologie et de plateformes industrielles intégrées comme dans l'aéronautique, la construction automobile et les industries de transformation (agro-alimentaires, pêche, textile).
- ↳ L'intégration des entreprises marocaines dans la chaîne de production internationale dans le cadre du «Off Shoring» requiert des certifications internationales de type ISO 9001, HACCP, OHSAS et autres qui nécessitent une traçabilité métrologique reconnue.

## PRESTATIONS DU LNM

- ↳ La réalisation des étalonnages et vérification des équipements de Contrôles, de Mesures et d'Essais (ECME).
- ↳ L'Assistance technique, le Conseil, la Formation et l'Audit en matière de métrologie
- ↳ L'organisation des Campagnes de Comparaisons Inter-Laboratoires en essais et en étalonnages.

# DURABILITÉ DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

## LA CAPITALISATION SUR LES NORMES NATIONALES, UNE DÉMARCHE NÉCESSAIRE

**A**u moment où la tendance environnementale bat son plein à la veille de la COP22, le LPEE, lui, tient déjà compte de cette dimension notamment en matière de matériaux. Pour abonder dans le sens de cet aspect environnemental, le Centre Expérimental des Matériaux et du Génie Industriel (CEMGI), relevant du Laboratoire, veille à innover en ces substances tout en s'inspirant des standards internationaux. «Nous essayons d'adapter les normes internationales au contexte national en fonction de la capitalisation», précise Abdellah Choukir, directeur du CEMGI, en rappelant les démarches entreprises par le LPEE pour améliorer certaines substances censées devenir durables.



**La prise en compte de la réglementation et du risque des catastrophes naturelles auxquelles le Maroc est exposé**



➤ Matériaux de construction : la loi (12-06) relative à la normalisation et certification des produits au Maroc.

### LE BÉTON, LE CIMENT ET LES AUTRES

«Il y a un certain nombre de matériaux qui évoluent à l'échelle internationale. C'est le cas du béton qui est très utilisé en bâtiments, infrastructures, ouvrages d'art et barrages. Nous sommes en train de nous préparer afin d'abonder dans le sens de cette évolution», détaille-t-il en mettant l'accent sur la prise en compte de la réglementation et du risque des catastrophes naturelles auxquels le Maroc est exposé. «Nous continuons de bâtir comme dans le passé notamment dans l'informel, alors que la technologie de construction a évolué», ajoute le directeur dudit centre qui dispose également de

2 laboratoires qui se penchent sur les problématiques ayant trait à la durabilité et l'environnement. Il s'agit du laboratoire des combustibles et efficacité énergétique qui, comme son nom l'indique, se charge du recyclage des déchets et de l'efficacité énergétique. Quant au laboratoire de menuiserie, il s'intéresse à la résistance de cette matière au feu. Le bois étant un matériau durable et biodégradable. Et ce n'est pas tout ! «Nous sommes également en train de travailler sur le ciment, qui est un matériau très adjuvant (consommateur d'énergie), afin de réduire ses émissions de CO<sub>2</sub>», poursuit le directeur du CEMGI qui précise qu'un projet de normes marocaines abondera dans ce sens.





► La réduction de l'émission du CO2 par la diminution du taux de clinker, au sein de LafargeHolcim.

## RESPECT DES NORMES

«En matière de normes, il y a une obligation de résultats. Il est question d'atteindre un certain nombre de performances en travaillant sur la base des matériaux déjà disponibles pour ne pas freiner l'innovation des entreprises par rapport aux aspects environnementaux», explique M. Choukir qui rappelle que le Maroc, qui n'est pas un pays industrialisé, souffre de problèmes au niveau des matériaux de base comme le sable. Ceci étant, l'interlocuteur ne manque pas de mettre l'accent sur le respect des normes relatives à l'environnement par le LPEE. «Les textes relatifs aux normes environnementales existent et nous obligent en tant qu'organisme à les appliquer. Nous sommes également tenus de communiquer à leurs propos voire sensibiliser à la question environnementale. Le tout en adaptant ces normes au contexte national. C'est une contrainte juridique et technologique», martèle-t-il en rappelant les problèmes rencontrés au niveau de la ligne à grande vitesse puisque les cahiers de charge relatifs à ce projet ne sont pas adaptés au contexte national. «Nous avons été obligés de faire le nécessaire pour que ces normes soient appliquées

dans le cadre du chantier de la LGV », avance M. Choukir qui estime que la capitalisation est censée se faire, dans de tels projets, par des plates-formes technologiques comme le LPEE. «Il faut avoir des compétences pour appliquer les normes. La recherche opérationnelle n'est pas encouragée pour produire des normes adaptées», martèle le responsable qui insiste sur la capitalisation sur les normes nationales en rappelant que le Maroc a déjà une loi (12-06) relative à la normalisation et certification des produits, ainsi qu'une autre loi (24-09) relative à la sécurité des produits. Ceci dit, M. Choukir n'hésite pas à valoriser par l'occasion l'apport du laboratoire en matière de durabilité.

## LA DURABILITÉ ENTREPRISE PAR LE LPEE

«Le laboratoire doit s'ingénier pour avoir des constructions résistantes et surtout durables», estime le directeur du CEMGI en explicitant cette durabilité. «Il s'agit de protéger l'environnement en améliorant les ressources et en les adaptant pour avoir des performances de durabilité. C'est ça le développement durable», détaille M. Choukir qui rappelle que le LPEE a, dans ce sens, des partenariats avec le laboratoire central des ponts et

chaussées de Paris et le laboratoire des matériaux de durabilité de Toulouse entre autres. De surcroît, le CEMGI est en train de mener des études dédiées au développement durable. Il s'agit en premier lieu de l'optimisation des ressources naturelles soit l'influence des matériaux pollués (avec des chlorures et des sulfates) sur les performances de la durabilité du béton. Quant à la 2ème étude, elle porte sur l'investigation sur les possibilités d'amélioration du béton informel à l'échelle nationale au moment où la 3ème concerne la réduction de l'émission du CO2 par la diminution du taux de clinker.

## DE LA METROLOGIE DES MATÉRIAUX

Outre l'innovation en matériaux, le LPEE a, à travers son CEMGI et les autres centres, recours aux sciences de l'ingénierie de la mesure. «L'objectif étant la qualité», précise le directeur du centre qui rappelle que la métrologie insinue la maîtrise du processus de mesure. «Ce processus est censé être suivi pour avoir un résultat exact et de qualité. Et ce n'est pas facile puisque la qualité est définie et vérifiée avec des preuves de fiabilité. C'est ça le rôle de la métrologie par rapport aux matériaux», explicite-t-il en précisant que l'aspect juridique ne joue pas pleinement son rôle à ce niveau. ■

# PARC SOLAIRE A OUARZAZATE

## DURABILITÉ BÉTON

### ETUDE, SUIVI ET CONTRÔLE DES OUVRAGES EN CONSTRUCTION

Mobilisation des expertises inter-specialités du LPEE régionales et nationales pour relever les défis de la durabilité, afin d'aider les différents acteurs de la construction.

La technologie du béton par son évolution et sa complexité tant sur le plan normatif que sur le plan des guides techniques et recommandations associées nécessite de plus en plus le recours à des missions d'expertise pour conseiller et assister les maîtres d'œuvres, maîtres d'ouvrages et entreprises.

Les missions réalisées par le CEMGI dans le cadre du projet de construction du Parc Solaire d'Ouarzazate, viennent s'inscrire dans ce contexte, dont l'objectif principal est d'assurer en plus de la qualité des ouvrages, leur durabilité et par conséquent participer à la préservation de l'environnement.

Seul ou en apportant l'appui expertise au CTR Tensift, le CEMGI a réalisé, dans le cadre de son activité "Durabilité Béton", des missions de différentes natures afin d'aider le maître d'œuvre, le maître d'ouvrage et les entreprises dans le choix de leur béton avant mise en œuvre et dans la réception de ce dernier au moment de la livraison sur chantier en plus des expertises réalisées sur des ouvrages en cours de construction. Pour cela, les prestations réalisées sont les suivantes :

- Expertise, étude de formulation et contrôle des travaux de bétonnage de la fondation du pont



➤ Centrale solaire NOOR Ouarzazate.

#### Cantilever de la prise d'eau du parc solaire :

- des essais d'étude de formulation au laboratoire, des épreuves de convenance en centrale ayant pour but de s'assurer de la capacité de la centrale à réaliser le béton dont les performances mécaniques et de durabilité adéquates avec son environnement ;
- la mise en œuvre de techniques particulières pour des missions spécifiques à fort enjeux. Ces missions pouvant être de différentes natures, comme par exemple la mise en œuvre d'un suivi thermique sur certains bétonnages afin de s'affranchir d'éventuelles réactions sulfatiques internes ;

- la réception sur chantier du béton avec la lecture des bons de livraison, bons de pesées, la réalisation d'essais sur béton frais (température, consistance, air occlus, etc.) et le prélèvement d'éprouvettes pour essais mécaniques.

#### ➤ Expertise des ouvrages de la station de traitement d'eau brute de la centrale thermique du parc solaire :

- définir la classe structurelle des réservoirs de stockage de l'eau brute et les exigences et recommandations à respecter pour la conformité par rapport aux documents de référence ;
- juger de la conformité des réservoirs par rapport aux

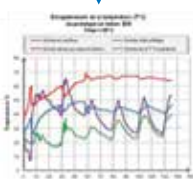


exigences relatives à leurs classes structurales définies préalablement, suite aux résultats des essais réalisés sur site par nos soins et ceux réalisés par les contrôles externe et extérieur en se basant sur une étude statistique des différents résultats obtenus ;

- proposition de recommandations et de solutions de travaux de cuvelage adaptés pour rattraper les défauts éventuels d'étanchéité.

➤ **Réalisation des interventions de suivi et enregistrement de l'évolution de la température du béton sur prototypes :**

- l'objectif principal de ces opérations est de prévenir le risque de réaction sulfatique interne (RSI) dont le facteur essentiel est l'élévation de la température du béton à très jeune âge. Ces missions font partie des épreuves de validation des compositions retenues.



➤ Opération de suivi et enregistrement de la T°C aux sondes thermocouples sur prototype (5,0x5,0x5,0m) en B35.



➤ Centrale solaire NOOR Ouarzazate.

**LES MOYENS MIS EN ŒUVRE**

- Une équipe qualifiée connaissant la technologie du béton et les normes associées.
- Le matériel nécessaire à la réalisation d'essais sur béton frais conformément à la série de normes Marocaines (mesure de la température, plasticité, air entraîné, etc.).
- Du matériel pour la réalisation de prélèvements pour le béton, les ciments, les différents granulats, les adjuvants, etc.
- Presses pour les essais sur ciment et bétons (flexion quatre points et compression).
- Un ensemble de normes, guides techniques, recommandations et fascicules pour garantir le respect du contexte réglementaire en vigueur.

**QUELQUES RÉFÉRENCES**

- Etudes, propositions et validation des formulations des bétons des fondations des différents ouvrages du parc solaire (Prise d'eau,

Fondation de la tour, fondation de la turbine et de la chaudière). Ce sont des bétons destinés à des pièces massives dont les deux principaux risques de dégradation sont, essentiellement, liés à la RSI et la RAG, par conséquent les compositions proposées ont les caractéristiques suivantes :

- utilisation de ciments CPJ45 à faible chaleur d'hydratation ;
- Ciments choisis sont de type L.A (Low Alcalis) à faible teneur en alcalins, pour prévenir les risques de la RAG/RSI surtout que les matériaux locaux utilisés comme granulats sont potentiellement réactifs ;
- limiter le rapport E/C à 0,4 afin de garantir les classes de résistances de béton conformes avec un ciment de classe CPJ 45LA ;
- utilisation d'adjuvants super plastifiants haut réducteurs d'eau compatibles avec le ciment CPJ45LA assurant une durée suffisante de maintien de la consistance par temps chaud afin de garantir la qualité de la mise en œuvre. ■

# L'EXPERTISE ACOUSTIQUE

## DU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS

Au cours des années l'expertise acoustique du Centre Scientifique et Techniques des Constructions (CSTC) a accompagné l'évolution des normes marocaines et internationales pour mener des études et des essais pour le confort des bâtiments et leur qualité électroacoustique, la protection de l'environnement et la lutte contre les nuisances sonores dans l'industrie.

La vocation du CSTC est de réaliser des études acoustiques pour parvenir à une harmonie entre l'homme et les sons que produit son activité. Le CSTC est sollicité par de multiples secteurs économiques, à haute valeur ajoutée, pour mener des études en acoustique du bâtiment, de l'environnement et dans l'industrie.

### HÔTELLERIE

Le CSTC a été mandaté en 2013 par les porteurs du projet de l'Hôtel du golf : Hyatt Place Taghazout Bay qui a ouvert ses portes en 2015. La mission d'étude acoustique de ce projet a été décomposée en trois phases :

- évaluer le bruit extérieur et à en déduire l'isolement de façade ;
- étudier l'isolation interne entre locaux et la correction acoustique, ou confort acoustique ;
- réaliser une campagne de mesure au moment de la réception.

#### ➤ Le CSTC a accompagné d'autres projets similaires :

- la rénovation de l'hôtel Rivoli à Casablanca ;
- l'hôtel B&B à Tanger ;
- la chaîne IBIS du Royaume...

### CENTRALES THERMIQUES

Depuis 2011 le LPEE intervient au niveau de l'usine centrale thermique Jorf Lasfar qui produit de l'énergie électrique à partir du charbon. La mission du CSTC consiste en :

- la détermination de l'exposition sonore quotidiens dans le milieu de travail de JLEC ;
- le mesurage de bruits émis dans l'environnement aux limites de propriétés de la centrale thermique Jorf lasfar ;
- la réalisation d'une cartographie des niveaux sonores à l'intérieur de l'usine ;
- la réalisation des mesures sonométriques à l'intérieur de l'usine pour caractériser le niveau de bruit généré par les différentes machines ;
- avis sur la conformité des BICP ;
- le calcul de l'atténuation des BICP.

#### ➤ Prestations similaires :

- centrale thermique à Safi (en cours de construction) ;
- centrale solaire Noor II et Noor III (en cours de construction).



➤ Prestation acoustique CSTC.

### COMPLEXES CULTURELS

Le CSTC est chargé de mener les études et le suivi des travaux de réalisation acoustique du projet du centre culturel à Kenitra. D'une superficie de 1800m<sup>2</sup>, Le complexe culturel de Kenitra est constitué d'un théâtre d'une capacité de 500 places.

#### ➤ Prestations réalisées dans d'autres projets similaires :

- maison des arts et cultures à Rabat ;
- bibliothèque nationale des archives à Rabat ;
- Palais des arts et cultures à Tanger...





ACOUSTIQUE ET ENVIRONNEMENT



ACOUSTIQUE ET INDUSTRIE



ACOUSTIQUE DU BÂTIMENT



ELECTROACOUSTIQUES

### SECTEUR DE FABRICATION DE CÂBLAGES ÉLECTRIQUES DE VÉHICULES

Depuis 2010 le LPEE intervient au niveau des différents sites de l'entreprise Sews Cabind Maroc avec une fréquence annuelle ou tous les 3 ans en fonction de l'activité et le changement des machines. Les Prestations concernent :

- La détermination de l'exposition sonore quotidienne dans le milieu de travail de Sews Cabind Maroc.
- Le mesurage de bruits émis dans l'environnement aux limite de propriété des usines.
- La réalisation d'une cartographie des niveaux sonores à l'intérieur de l'usine.

- La réalisation des mesures sonométriques à l'intérieur de l'usine pour caractériser le niveau de bruit généré par les différentes machines.
- Avis sur la conformité des BICP.
- Calcul de l'atténuation des BICP.

#### Prestations similaires chez :

Takata, Delphi, D. L. Erotechnologie, LEAR AUTOMOTIVE MORROCO, Yazaki... ■

### PRESTATIONS DU CSTC EN ACOUSTIQUE ET ÉLECTROACOUSTIQUE

#### 1. ACOUSTIQUE ET ENVIRONNEMENT :

Mesurage du bruit émis dans l'environnement aux limites des :

- Installations industrielles.
- Chantiers de construction.
- Voies ferrées.
- Voies routières ...etc.

#### 2. ACOUSTIQUE ET INDUSTRIE :

- Détermination de l'exposition sonore quotidienne des employés dans le milieu du travail.
- Réalisation d'une cartographie de bruits dans les entreprises industrielles.

- Expertise acoustique pour la réduction des niveaux sonore dans les installations industrielles.
- Recommandation et accompagnement dans le choix des moyens de protections contre le bruit.

#### 3. ACOUSTIQUE DU BÂTIMENT :

- Etude et suivi des travaux de réalisation acoustique dans les projets de construction des bâtiments (hôtels, logements, centres culturels, théâtres, cinémas, etc...).
- Contrôle de la qualité acoustique des bureaux, hôtels, espaces publics, etc... (acoustique interne des locaux,

isolation entre espaces, bruit des équipements technique).

- Expertise du bruit de voisinage.

#### 4. ELECTROACOUSTIQUES :

- Contrôle des dispositifs électroacoustique (réception du matériel livré).
- Contrôle du système de diffusion du stade.
- Vérification de la qualité du signal grâce à :
  - l'analyse de la couverture sonore ;
  - l'analyse de l'intelligibilité du signal diffusé.

# LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

## LA CARACTERISATION DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION (RTMC) AU CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES CONSTRUCTIONS

Le LPEE estime la nécessité d'accompagner les différents acteurs dans l'acte de bâtir pour la maîtrise des propriétés thermiques des matériaux constituant l'enveloppe des bâtiments et par conséquent l'atteinte des objectifs visés par la réglementation.

### LA RTMC ET LA POSITION DU CSTC

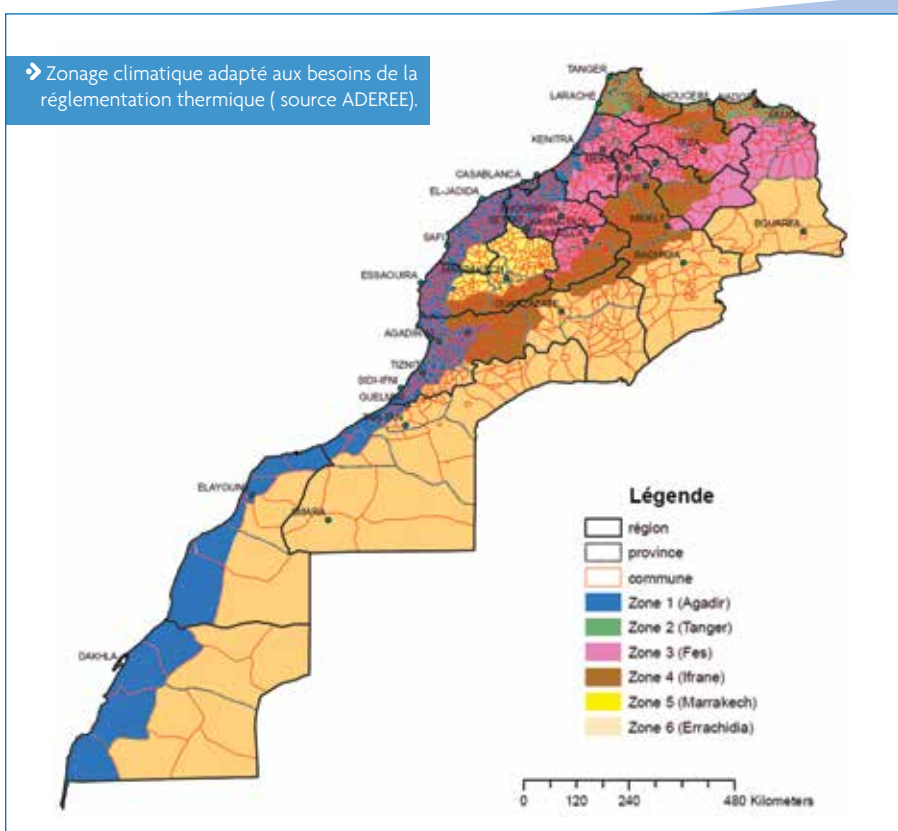
La RTCM mise en application depuis décembre 2015 a pour objectif principal de réduire la consommation énergétique dans le secteur des bâtiments, habitations et tertiaires. Elle fixe les niveaux de performance des composantes de l'enveloppe du bâtiment selon deux approches performancielle et prescriptive.

L'approche prescriptive fixe les caractéristiques thermiques de composants de l'enveloppe du bâtiment, à savoir, le coefficient de transmission thermique U des toitures, des murs extérieurs, des planchers sur pilotis et des baies vitrées et à la résistance thermique R des planchers sur sol plein.

Les niveaux de performance dépendent :

- Du type de bâtiment concerné (habitation, administratif, hôtel, hôpital, mosquées...).
- Du zonage climatique d'implantation du bâtiment.

Pour l'approche prescriptive, la prise en compte de l'aspect thermique dans un projet de construction, suppose la connaissance des propriétés



thermiques des matériaux constituant l'enveloppe des bâtiments.

Le LPEE, en tant que partie prenante pour ce projet de réglementation estime la nécessité d'accompagner les différents acteurs dans l'acte de bâtir pour la maîtrise de ces propriétés thermiques et par conséquent

l'atteinte des objectifs visés par la réglementation.

Dans ce contexte, et dans le but de répondre aux besoins de la nouvelle réglementation, le LPEE, d'une part, a engagé des investissements pour développer les moyens humains et matériels nécessaires et d'autre



part a élargi des partenariats et des collaborations et de recherche avec les parties prenantes concernées par la réglementation.

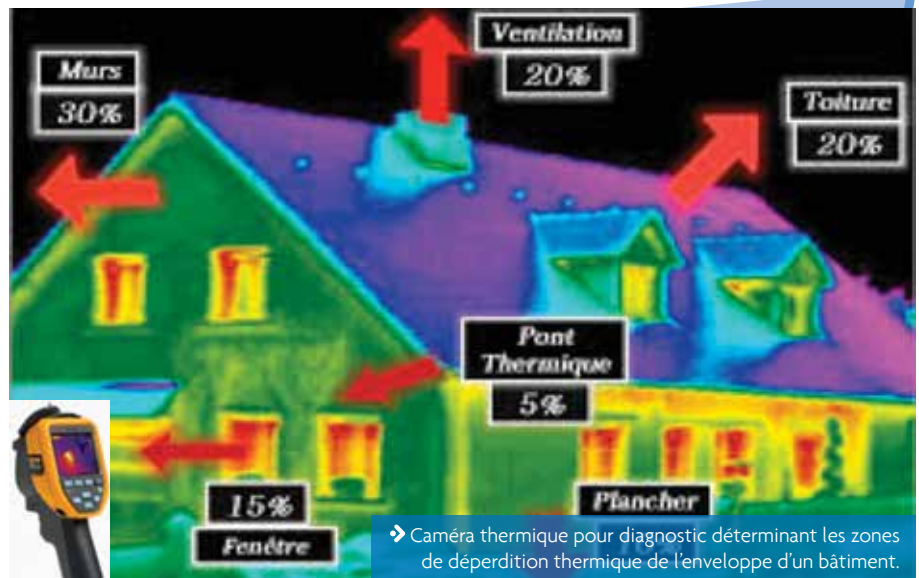
## CARACTÉRISATION DES MATÉRIEAUX DE CONSTRUCTION

La caractérisation thermique des matériaux de construction permet de décrire le comportement de ces matériaux vis-à-vis des excitations thermiques, les propriétés qui résultent de cette caractérisation, particulièrement la conductivité thermique est un facteur déterminant dans la prise en compte de l'aspect thermique dans le bâtiment. La conductivité thermique comme étant le paramètre le plus important caractérisant les performances thermiques du matériau caractérise l'aptitude à conduire la chaleur dans le matériau, plus sa valeur est faible plus les matériaux est isolant.

Il existe plusieurs méthodes de mesures normalisées au laboratoire qui diffèrent par leur fiabilité.

A titre d'exemple, les matériaux les plus usuels dans l'enveloppe du bâtiment sont :

- Béton.
- Les matériaux alvéolaires : brique en terre cuite pour les murs ahourdis.
- Matériaux de finition mortiers, plâtre : pour les travaux de finition des murs intérieurs et extérieurs et les faux plafonds.
- Revêtement.
- Matériaux isolants.
- Vitrage des fenêtres.
- Bois et aluminium de la menuiserie.
- Etanchéité terrasse.



Un autre paramètre de caractérisation de matériaux en termes de performances thermiques qui s'avère important dans l'aspect thermique dans le bâtiment est l'inertie thermique qui caractérise la capacité d'un matériau à stocker et à déstocker de l'énergie thermique. Les propriétés définissant l'inertie thermique des matériaux sont la diffusivité et la capacité volumique.

## PRESTATIONS DU LABORATOIRE DANS LE THERMIQUE DU BÂTIMENT

En sus des métiers du laboratoire concernant les essais, le LPEE offre entre autres :

- Des prestations d'assistance technique pour le compte des industries de fabrication des matériaux de construction dans l'objectif d'améliorer les performances thermiques de leurs produits.
- Des missions d'audit d'efficacité énergétique.
- Des missions d'expertise et de diagnostic.
- Des études de réhabilitation des bâtiments existants. ■

## PRESTATIONS DU CSTC

### 1. PRESTATION THERMOGRAPHIQUE

- Contrôler les défauts d'isolation et réaliser un bilan thermique.
- Contrôler les ponts thermiques.
- Contrôler le passage des conduites de chauffage et d'eau sanitaire.
- Contrôler les infiltrations d'eau dans les toits terrasses.

### 2. PRESTATION D'ESSAIS THERMIQUE SUR LES MATÉRIEAUX DE CONSTRUCTION

- Mesure des propriétés thermiques des matériaux de construction.

### 3. AUDIT / DIAGNOSTIC ÉNERGÉTIQUE

- Diminution de la facture énergétique et mesure de l'impact environnemental du bâtiment.

### 4. ÉTUDE THERMIQUE RÈGLEMENTAIRE SELON LA RTBM

# LA SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE

## SYMPOSIUM INTERNATIONAL À MARRAKECH

Sponsorisé par le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), le symposium a été axé notamment sur la surveillance du marché, la contrefaçon, la sécurité électrique dans le domestique, la communication et les incendies d'origine électrique.

La Fédération nationale de l'électricité, de l'électronique et des énergies renouvelables (FENELEC) a organisé, les 11 et 12 mai à Marrakech, un symposium international sur la sécurité électrique avec la participation de quelque 150 experts, fabricants d'équipements électriques, distributeurs, institutionnels et sapeurs pompiers en provenance d'une vingtaine de pays d'Europe, d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.

Initiée en partenariat avec la Confédération africaine de l'électricité (CAFELEC) et la Fédération internationale pour la sécurité des usagers de l'électricité (FISUEL), et placée sous le thème «Le contrôle des produits électriques et la surveillance des marchés pour la sécurité électrique», cette rencontre, sponsorisée par le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), a été axée notamment sur la surveillance du marché, la contrefaçon, la sécurité électrique dans le domestique, la communication et les incendies d'origine électrique.

L'électricité joue un rôle de premier plan dans le développement économique et humain. En effet, la disponibilité de cette ressource d'énergie capitale sous-tend la



➤ Ligne à haute tension.

fourniture de services essentiels tels l'éducation, la sécurité sanitaire, l'accès aux technologies de communication ou encore l'amélioration de la productivité. Malheureusement, comme l'a été souligné par de nombreux intervenants, plus d'un

milliard de personnes vivant sur cette terre n'ont encore aucun accès à une source d'électricité.

Ils ont toutefois relevé qu'en dépit des innombrables bienfaits de cette denrée indispensable, les risques liés à l'électricité restent énormes eu égard notamment à la circulation sur le marché de produits contrefaits et dangereux. Les chiffres avancés des accidents d'origine électrique donnent vraiment la chair de poule. A titre d'exemple, 500.000 accidents liés à l'électricité sont répertoriés chaque année en France, dont 30 % d'incendies domestiques. Les principaux mis en cause : appareils électriques ou installations défectueux, usure, non-conformité ou une mauvaise utilisation de l'installation.

**Les risques liés à l'électricité restent énormes eu égard notamment à la circulation sur le marché de produits contrefaits et dangereux**

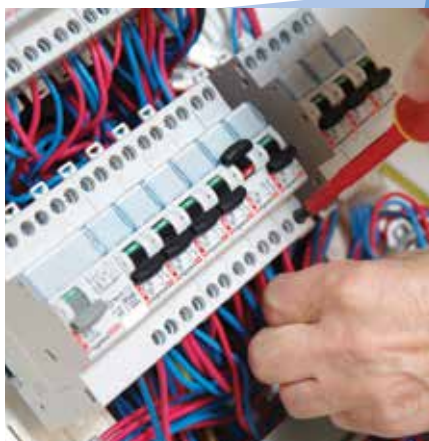




L'accent a été mis, dans ce contexte, sur la nécessité d'œuvrer à atténuer les risques liés à l'électricité à travers notamment le choix des produits et leur installation et entretien pour garantir leur bon fonctionnement, ainsi qu'une maintenance préventive encadrée et rigoureuse des équipements électriques, dont les transformateurs et les disjoncteurs.

Pour ce qui est du Maroc, le directeur général de la FENELEC, Khalil El-Guermai, a fait savoir que la plus grande partie des produits électriques circulant sur le marché national provient de la contrebande, elle est de mauvaise qualité et n'est conforme à aucun standard.

S'agissant du nombre d'accidents d'origine électrique dans le Royaume, il a signalé que la Fédération n'a pas hélas réussi à collecter ces statistiques malgré les énormes efforts déployés. «Nous avons tapé à toutes les portes pour avoir ces statistiques, mais malheureusement aucune suite favorable», a déploré M. El-Guermai.



### La Loi marocaine n° 24-09 relative à la sécurité des produits et des services a rapproché le système national de celui en vigueur dans l'Union européenne



De son côté, le délégué général de la FISUEL, Patrick Aubelis, a souligné l'importance de ce forum qui a offert l'opportunité aux acteurs présents d'échanger et de partager leurs expériences sur une thématique pertinente, qualifiant de «très importante» la Loi marocaine n° 24-09 relative à la sécurité des produits et des services qui a rapproché davantage le système national de celui en vigueur dans l'Union européenne.

Regroupant plus de 650 entreprises, la FENELEC se targue d'être le bras armé de la stratégie nationale tant dans le secteur de l'électricité que ceux de l'électronique et des énergies renouvelables. Créée en 2002 et siégeant à Paris, la FISUEL a, quant à elle, pour ambition notamment de favoriser l'élaboration de normes, de réglementations et de dispositifs de contrôle des installations, promouvoir la sécurité électrique et d'encourager les contacts et l'échange d'expériences. ■

#### AVIS D'EXPERT



**Taoufiq ABOUNACER**, directeur du Centre d'Essais et d'Etudes Electriques

**S'assurer de la conformité aux normes et standards nationaux avant la commercialisation des produits**

“ Le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPPE) dispose d'une longue et riche expérience en matière de contrôle et d'essais électriques. Son souci majeur reste indéniablement la sécurité du citoyen. A ce titre, il se tient à la disposition aussi bien des fabricants que des professionnels de l'électricité pour le développement, la sécurité et la mise à niveau de leurs produits.

Le Laboratoire, en tant qu'organisme public, a décidé de sponsoriser cet événement dans la perspective de voir, tant avec la Fédération nationale de l'électricité, de l'électronique et des énergies renouvelables (FENELEC) que le ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Investissement et de l'Economie numérique, les différents moyens et procédures à mettre en œuvre pour renforcer la sécurité. Dans ce contexte, il y a plusieurs réglementations qui sont en cours d'adoption dans l'optique d'assurer la sécurité des produits et des services, notamment la Loi 24-29 dont les dispositions ont été décryptées par un représentant du ministère lors de ce symposium.

Le LPEE dispense depuis 1987 une large gamme d'essais sur les produits électriques basse tension et à un degré moindre moyenne tension. Nous travaillons sur le contrôle à l'importation pour s'assurer de la conformité aux normes et standards nationaux avant la commercialisation des produits, comme nous œuvrons aussi sur le marché local pour le même objectif. A signaler que la plupart des non-conformités sont répertoriées au niveau local. Cela ne veut pas dire que tous les produits importés sont conformes. Loin de là. Il y a effectivement des produits qui échappent au contrôle pour atterrir sur le marché, ce qui constitue une véritable menace pour la sécurité du citoyen.

Ce symposium a été très bénéfique dans la mesure où nous avons eu une idée des risques et des incendies d'origine électrique à partir de statistiques à l'échelle internationale, notamment en France où 500.000 accidents liés à l'électricité sont enregistrés annuellement. Au Maroc, nous ne disposons pas de telles statistiques. Il est donc plus que nécessaire de mettre en place un Observatoire pour pouvoir orienter les actions visant la sécurité du citoyen.”

# LA QUALITÉ HYGIÉNIQUE DES EAUX DE BAINNADE

## 152 PLAGES SURVEILLÉES EN 2016

La mise en œuvre de la surveillance de la qualité des eaux de baignade est prise en charge par le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes par l'intermédiaire du « Centre d'Etudes et de Recherches de l'Environnement et de la Pollution ». Le nombre de plages objet du Programme National de Surveillance évolue depuis plusieurs années : il est passé de 18 en 1993 à 152 plages en 2016.

La surveillance de la qualité des eaux de baignade est organisée conjointement par le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique et le Ministère délégué chargé de l'Environnement.

### NORME MAROCAINE RELATIVE À LA QUALITÉ DES EAUX DE BAINNADE NM 03.7.200

La norme marocaine, NM 03.7.199, consiste à instaurer une gestion proactive de la qualité des eaux de baignade axée sur les profils des plages qui est un outil d'aide à la décision et permet également de valoriser les actions entreprises par les gestionnaires des plages auprès du public. Elle fixe des dispositions en ce qui concerne :

- La surveillance et le classement de la qualité des eaux de baignade.
- La gestion de la qualité des eaux de baignade.
- L'information du public quant à la qualité des eaux de baignade.

Cette norme s'applique en présence des profils pour la gestion de la qualité des eaux de baignade. Toutefois, lorsque les autorités compétentes ne



sont pas en mesure de maîtriser la qualité des eaux de baignade par la réalisation des profils, elles doivent

se conformer à la NM 03.7.200 pour la surveillance de la qualité des eaux de baignade.

### PROGRAMME « PLAGES PROPRES »



#### VERS LA LABELLISATION « PAVILLON BLEU » DES MARINAS ET PORTS DE PLAISANCE MAROCAINS

Après 16 années d'existence, le programme «Plages Propres», lancé en 1999 par Son Altesse Royale la Princesse Lalla Hasnaa, constitue un succès, comme en témoigne l'accroissement régulier de la fréquentation estivale des plages inscrites au programme. Dans le sillage de ce succès, diverses actions de mise à niveau ont été entreprises permettant au label «Pavillon Bleu de flotter à présent sur 22 plages ou portions de plages en 2016.





► Plage de Quemado - Al Hoceïma.

## POUR LE CLASSEMENT DES EAUX DE BAINNADE, QUATRE CATÉGORIES (OU CLASSES) SONT DISTINGUÉES

Les eaux classées en catégorie « A » ou « B » sont conformes à la norme



Les eaux de bonne qualité pour la baignade



Les eaux de qualité moyenne pour la baignade

Les eaux classées en catégorie « C » ou « D » ne sont pas conformes à la norme



Les eaux momentanément polluées



Les eaux de mauvaise qualité

### EFFORTS DÉPLOYÉS DEPUIS LE LANCEMENT DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EUROPÉENNE

- Suivi progressif des plages labélisées selon la nouvelle directive européenne.
- Activation de la commission de normalisation présidée par l'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) pour examiner les voies et moyens à mettre en œuvre pour la révision de la NM 03-7-200 et sa mise à niveau par rapport à la NDE 2006/7/CE.
- Homologation de la norme NM 03-7-199 concernant l'élaboration des profils pour la gestion des eaux de baignade.
- Réalisation de plus de cent profils des eaux de baignade.
- Lancement d'une campagne de sensibilisation et d'information au profit des communes par rapport à la maîtrise des sources de pollution et la gestion des impacts induits.

### RECOMMANDATIONS

- Mettre en œuvre des politiques de gestion intégrée du littoral afin de maîtriser les impacts négatifs sur l'environnement marin, dus au développement industriel, urbain et touristique. Le littoral marocain constitue une source économique importante dont les revenus sont en progression continue.
- Apporter des solutions "in-situ" par chaque nouvelle action urbaine pour retenir les eaux d'averses notamment en période estivale et faire face ainsi aux impacts des changements climatiques.
- Mettre en place des objectifs de qualité des eaux de baignade à atteindre sur différents horizons temporels en tenant compte des stratégies de développement touristique, industriel et urbanistique.
- Encourager d'avantage la réutilisation des eaux usées pour tendre à l'avenir vers zéro rejet en mer.
- Mettre en place une politique efficace pour la gestion des boues de station d'épuration des eaux usées.
- Inciter les communes littorales à postuler au pavillon bleu.

# LE LABORATOIRE RÉGIONAL D'EL JADIDA

## DERRIÈRE LA RÉUSSITE DU PROJET AUTOROUTIER SIDI SMAIL /SAFI

Le LPEE a démontré sa capacité d'adaptation et d'innovation dans l'accompagnement de son partenaire turque. La pénurie des matériaux nécessaires pour la réalisation du projet autoroutier Sidi Smail-Safi était l'occasion de recourir à des propositions alternatives innovantes.

L'AUTOROUTE entre EL Jadida et Safi représente un linéaire de 143 kms. Il comprend 6 échangeurs. Le projet s'inscrit dans sa partie initiale autour de la ville d'El Jadida jusqu'à proximité du site de Jorf Lassfar. Ensuite, il bifurque vers l'est pour desservir la localité de Sidi Smail (et Sidi Bennour). Il se rapproche de nouveau de la côte pour desservir Oualidia, Enfin il rejoint Safi en suivant un tracé plus direct, parallèle à la cote. Le LR El-Jadida a été désigné pour assurer le contrôle externe des deux dernier tronçons (Sidi Smail : Oualidia et Oualidia / Safi d'une longueur total de 82,122km attribués à l'entreprise turque NUROL avec un cout de financement global de plus de 2,5 milliards de dirhams.

Le laboratoire de contrôle externe avait commencé par la campagne de reconnaissance complémentaire au niveau des 47 déblais, et ce préalablement au démarrage des travaux pour les identifier et optimiser ainsi leur mouvement avec 190 sondages carottés et 144 sondages à la pelle mécanique.

### FACE À LA PÉNURIE DES MÉTÉRIEAUX

Les travaux se sont heurté à une problématique majeure ; le manque des matériaux qui répondent aux



➤ Autoroute Sidi Smail - Safi.

spécifications du marché et ce dès la couche de forme, ce qui a obligé l'entreprise à étendre son champs de prospection à un périmètre de 260km malgré les retombées financières lourdes ; ainsi, le laboratoire n'a pas ménagé ses effort pour mettre son savoir faire et son expertise pour permettre à l'entreprise de surmonter ces difficultés ; en effet, après l'identification des 16 emprunts et carrières de la région et l'installation de pas moins de 6 concasseurs fixes et 9 concasseurs mobiles, le laboratoire de contrôle externe a étudié tous les mélanges possibles pour revaloriser ces matériaux et orienter ainsi leurs utilisations. S'en est découlé plusieurs mélanges de deux provenances pour la couche de forme pour améliorer la dureté et/ou l'argilosité, ou encore la GNT reconstituée de trois fractions granulaires de provenances différentes,

etc... Ces matériaux reconstitués ont fait l'objet de plusieurs planches expérimentales supervisées par notre laboratoire pour simuler leurs comportements dans le temps et sous l'effort avant de les valider.

### CRÉATION DE DEUX LABORATOIRES ANNEXES

Face à ce grand nombre de provenances et de mélanges des matériaux, tout comme l'entreprise qui a multiplié ses ressources matériels et humains (3 centrales à enrobée, 4 centrales a béton..), le LR El Jadida a su accompagner son client en créant deux laboratoires annexes aux deux laboratoire de contrôle externes existants, avec tout le matériel nécessaire pour assurer une cadence des travaux exponentielle avec 2 ingénieurs, 2 techniciens





➤ Essai à l'appareil triaxial de révolution (CES).

supérieurs, 10 techniciens et 4 gamma densimètres.

### LA RECOMMANDATION DE L'ÉMULSION EC155

Durant toute la période des travaux, Le laboratoire de contrôle externe a été appelé à s'adapter rapidement avec les différents changements opérés par l'entreprise après l'épuisement de ces matériaux, voir les anticiper ; que se soit à travers les études de formulations de béton (52 épreuves de convenance ; 6 provenances), les formules d'enrobées (03 pour GB0/4 et 04 pour BB0/14), les planches d'essais CDF (08 mélanges), ou de GNT0/20 (04 mélanges), ou encore après la crise de LASAMIR et la pénurie de Cutback0/1 utilisé pour la couche d'imprégnation de la GNT0/20, le laboratoire avait recommandé, après des planches d'essais, l'utilisation de l'émulsion EC155 à la place et la gravillonner pour contourner ce problème.

### ETUDE GÉOPHYSIQUE PAR TOMOGRAPHIE ÉLECTRIQUE

L'autre spécificité de ce projet est la présence de cavités (naturelles ou artificielles) sous une partie du tracé de l'autoroute, qui a mobilisé une étude géophysique approfondie par tomographie électrique supervisé par

le CES qui a conclue à l'injection de coulis de béton sous les fondations des ouvrages d'art que nous avons suivi s et contrôlés, et la pose de géo grille au niveau des remblais rasant concernés par ces cavités.

Finalement, le projet a nécessité 42 mois de travaux, durant lesquelles les laboratoires de contrôles externes ont contribué avec beaucoup d'efficacité à l'aboutissement de ce projet complexe et singulier. ■



➤ Cavité sous fondation OA.

### VOLUME DES TRAVAUX

CONSISTANCE DES TRAVAUX	LOT 3	LOT 4
DEBLAIS	4 250 000 m <sup>3</sup>	4 027 000 m <sup>3</sup>
REMBLAIS Y COMPRIS PST	4 150 000 m <sup>3</sup>	5 980 000 m <sup>3</sup>
COUCHE DE FORME	530 000 m <sup>3</sup>	520 000 m <sup>3</sup>
GNT/GNF	354 000 m <sup>3</sup>	370 000 m <sup>3</sup>
GB 0/14	275 000 T	300 000 T
BB 0/1	135 000 T	150 000 T
REVÊTEMENT BICOUCHE	270 000 T	302 000 T
OUVRAGES D'ART	34 dont 12 PS	42 dont 18 PS et 2 viaducs
BÉTONS TOUTES CATÉGORIES	34 000 m <sup>3</sup>	47 500 m <sup>3</sup>
FOSSÉE	65 510 ml	44 600 ml
PASSAGES BUSÉES	89 u	84 u
ECHANGEURS	1 OUALIDIA	1 SAFI NORD et BPV Safi
AIRE DE SERVICE	1	-

# ENTRETIEN AVEC HOUSSINE EJJAOUANI,

DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT DU LPEE

SOUVERAINETÉ TECHNOLOGIQUE EN MATIÈRE DE LABORATOIRE

Le LPEE est passé de trois métiers de base à plus de 16 métiers aujourd'hui. M. EJJAOUANI, mémoire vive du LPEE, nous explique comment ce dernier a évolué depuis les années 80 à aujourd'hui et sa contribution dans l'accompagnement des grands chantiers au Maroc et en Afrique.

## LE LPEE FAIT PARTIE INTÉGRANTE DE VOTRE TRAJECTOIRE, QUEL REGARD PORTEZ-VOUS AUJOURD'HUI SUR CELUI-CI ?

En effet, le LPEE est une école où on apprend à mettre en pratique nos connaissances théoriques. Sans les moyens mis à disposition par le LPEE, moyens matériels et moyens humains, aucune personne ne peut réussir seule et développer ses compétences. Par ailleurs, il y a eu aussi la contribution notable de la clientèle du LPEE qui lui fait confiance et croit dans les compétences de ses Hommes, et applique les recommandations émanant de celui-ci. Aujourd'hui, le LPEE est une institution qui a permis au Maroc d'assurer sa souveraineté technologique en matière de laboratoire.

## QUELLES SONT LES GRANDES RÉALISATIONS DU LPEE QUI VOUS ONT MARQUÉ COMME PROFESSIONNEL ET COMME PERSONNE ?

Les grandes réalisations du LPEE c'est son développement en s'intéressant aux divers créneaux en relation avec les métiers du laboratoire. Le LPEE est passé de trois métiers de base à plus de 16 métiers aujourd'hui. Ceci constitue une très grande force pour intervenir

dans divers ouvrages sous tous les aspects. Ces réalisations qui ont débuté début des années 80 ont permis au LPEE d'être Le bras technique de l'Etat. Grâce à son capital, il constitue la mémoire technique de l'Etat en matière de laboratoire. Son expérience acquise à travers divers chantiers constitue un capital important à exploiter.

## QUELLES SONT LES GRANDES ÉTAPES DE DÉVELOPPEMENT TRAVERSÉES PAR LE LPEE POUR ÊTRE CE QU'IL EST AUJOURD'HUI ?

Le LPEE a connu trois grandes étapes de développement depuis sa marocanisation. Une première étape de développement courant 1970-1980 où il a connu un développement territorial en s'implantant dans toutes les régions afin de fournir la même prestation partout avec le même coût et le même délai (en particulier dans les métiers de base). Une deuxième étape de développement courant les années 80 s'intéressant à de nouveaux créneaux avec l'introduction de nouveaux métiers tels que l'hydraulique, les structures, la physico-chimie, les matériaux, l'électricité, la métallurgie, l'environnement, l'emballage. La troisième étape de



▶ Houssine EJJAOUANI,  
Directeur Général Adjoint du LPEE.

développement est courant les années 1990 et 2010 où le LPEE a acquis une expérience très importante grâce, en particulier, aux développements de grands chantiers.

## QUE REPRÉSENTE L'AFRIQUE POUR LE LPEE ?

L'Afrique pour le LPEE est un créneau stratégique pour exporter le savoir-faire marocain en matière de laboratoire. Mais compte tenu du type de notre activité, cet export devrait être fait à travers d'autres opérateurs





➤ Pont Mohammed VI - Sala Al Jadida.

marocains dans le génie civil (banques, cimentiers, entreprises, BET, ...). Notre expérience à travers des conventions avec les laboratoires locaux n'a pas donné plein succès.

### QUELLE EST LA PLACE DU LPEE DANS LE PAYSAGE DES ÉTUDES ET ESSAIS AU MAROC ET AILLEURS ?

Comme je l'ai dit auparavant, le LPEE est un laboratoire particulier. En effet, courant les années 80-90 et en

l'absence de compétences nationales dans certains domaines et aussi dans les métiers de base à savoir routes, matériaux et géotechnique, le LPEE a été obligé de développer des compétences propres en matière d'assistance technique et expertise et donc il a acquis une grande expérience en matière d'ingénierie. Celle-ci est plus du ressort de «BET» que du «laboratoire». De ce fait, aujourd'hui le LPEE a toutes les compétences

d'un laboratoire qualifié. Par ailleurs, le laboratoire dispose de plusieurs activités non couvertes ni par les règlements des laboratoires, ni par les agréments des «BET». Dans ce sens, je ne citerai qu'un exemple celui des modélisations physiques des ouvrages. Il s'agit d'un créneau stratégique pour le pays et permet au Maroc d'avoir sa souveraineté technologique dans ce domaine. Il s'agit d'un acquis important qu'il faut sauvegarder à tout prix. ■

## 5 ÈME CONGRÈS MAGHRÉBIN EN INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE DU 26 AU 28 OCTOBRE 2016 À MARRAKECH, MAROC



Sous l'égide du Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Logistique et du Ministère de l'Énergie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, le Comité Marocain de Mécanique des Sols et de Géotechnique (CMMSG), l'Association Marocaine de Génie parasismique (AMGS), le Comité Marocain des Barrages (CMB) et l'Association Marocaine des Travaux en Souterrains (AMTES), ont le plaisir de vous inviter à participer à la 5ème édition du Congrès Maghrébin de Géotechnique qui se tiendra les 26-27 et 28 Octobre 2016 à Marrakech.

### THÈME GÉNÉRAL : LES RISQUES DU SOL.

- Problématique régionale «le gonflement».
- Problématique particulière des glissements du terrain.
- Pathologie des fondations et excavations en site urbain.
- Aléa sismique et leur approche.
- Dynamique des sols et structures.
- Constructions parasismiques.
- Expérience des barrages.
- Creusement des galeries.
- Traitement des sols.

# LA SPECTROMÉTRIE DE MASSE PAR PLASMA À COUPLAGE INDUCTIF AU CEREP

Le LPEE/CEREP vient d'acquérir un nouvel équipement d'analyse des métaux : il s'agit de la spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif (ICP-MS) qui est devenue, de nos jours, une technique de référence pour les analyses de traces de métaux dans de nombreux domaines.

**D**ANS le domaine de l'environnement en particulier, les applications de la spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif sont diverses :

- Analyse des éléments traces au niveau des eaux de consommation humaine pour répondre aux exigences de plus en plus sévères des normes en vigueur.
- Analyse des métaux au niveau des eaux salines : eau de mer, eaux saumâtres, etc...
- Analyse des métaux au niveau des matrices complexes nécessitant des dilutions extrêmement importantes des échantillons pour réduire l'impact des éléments interférents.

Les avantages de cette technique par rapport à la technique ICP classique ou de la technique d'absorption atomique sont :

- Technique multi-élémentaire plus rapide.
- Technique extrêmement sensible avec des limites de détection pouvant atteindre le ppt (ng/l).
- Excellente gamme linéaire.
- La grande sensibilité de la technique permet de mesurer des concentrations en métaux, métalloïdes et autres éléments, dans des matrices liquides très chargées telles que l'eau de mer moyennant une dilution des échantillons.



➤ Spectromètre de masse par plasma à couplage inductif.

- La technologie QCell (collision par He) associée à la technologie LMCO (suppression des faibles masses) peut être appliquée au processus d'atomisation et d'ionisation afin de réduire les phénomènes d'interférences.

L'ICP-MS offre le meilleur compromis, en termes de qualité des résultats analytiques, de facilité d'utilisation, de robustesse et de coût. ■

# RESPONSABLES

## CENTRAUX ET RÉGIONAUX

### DES UNITÉS DU LPEE

UNITÉ	RESPONSABLE	ADRESSE	TEL FIXE
DIRECTION GÉNÉRALE / DG	MUSTAPHA FARES		05 22 54 75 00
DIRECTION TECHNIQUE ET SCIENTIFIQUE / DTS-DGA	HOUSSINE EJJAAOUANI		05 22 54 75 81
DIRECTION FINANCIÈRE ET COMMERCIALE / DF	KAMAL MOUSSAID		05 22 54 75 04
DIRECTION DES RESSOURCES HUMAINES / DRH	HAKIMA LAHLOU		05 22 54 75 03
DIRECTION DE CONTRÔLE DE GESTION, DE L'ORGANISATION ET DES SYSTÈMES D'INFORMATION / DCG-DOSI	KHALID BENJELLOUN HARZIMI	25, RUE AZILAL - CASABLANCA	05 22 54 75 58
DIRECTION DE LA LOGISTIQUE, APPROVISIONNEMENT ET GESTION DE PATRIMOINE / DLAP	AZZIZ ZAHIDI		05 22 54 75 28
DIRECTION DU SYSTÈME MANAGEMENT ET AUDIT / DSMA	MOHAMED BENYAHIA TABIB		05 22 48 87 21
DIRECTION EXPORT / DE	MOHAMED BENCHEQROUN		05 22 48 87 49
CENTRE D'ESSAIS ET D'ÉTUDES ÉLECTRIQUES / CEEE	TAOUFIK ABOUNACER		05 22 48 87 70
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES GRANDS TRAVAUX / CEGT	MOHAMED AIT EL AAL		05 22 48 87 25
LABORATOIRE NATIONAL DE MÉTROLOGIE / LNM	MOHAMMED BERRADA		05 22 48 87 27
CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT / CERIT	KHALID EL AZDI	KM 7, ROUTE D'EL JADIDA OASIS - CASABLANCA	05 22 48 87 13
CENTRE DES STRUCTURES ET TECHNIQUES DE CONSTRUCTION / CSTC	MOHAMMED ERROUAITI		05 22 48 87 30
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES SOLS / CES	ABDELOJHAD GOURRI		05 22 48 87 50
CENTRE EXPÉRIMENTAL DE L'HYDRAULIQUE / CEH	ABDERRAZAK HARTI		05 22 48 87 62
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES MATÉRIAUX ET DU GÉNIE INDUSTRIEL / CEMGI	ABDELLAH CHOUKIR	CROISEMENT ROUTES NATIONALES 106 ET 107 TIT MELLIL - CASABLANCA	05 22 69 90 20
CENTRE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA POLLUTION / CEREP	ABDELMOHSINE KARIOUN		05 22 69 90 10
CTR AGADIR	EL BACHIR CHERKAOUI	RUE 18 NOVEMBRE, Q.I - BB 3136 - AGADIR	05 28 82 46 88
CTR CASA	MOHAMED EL HABIB EL OTMANI	44, ANGLE BD MED V ET RUE MED SMIHA - CASABLANCA	05 22 30 46 95
CTR FES-MEKNES	MOHAMED DOSS BENNANI	BD SAADYINE Q.I AL BASSATINE - MEKNES	05 35 50 23 97
LR EL JADIDA	MOHAMMED MASKHAOUI	LOT 206 - ZONE INDUSTRIELLE - EL JADIDA	05 23 37 38 82
CTR MARRAKECH	YOUNNESSE ABBAD EL ANDALOUSI	HAY AL MASSIRA I, LOT 675B ET 681B - BP 4732 - MARRAKECH	05 24 34 63 22
CTR OUJDA	LAHCEN LAKDIM	LOT 146 ZONE INDUSTRIELLE, BD MOHAMED V - OUJDA	05 36 68 39 45
CTR RABAT-SALÉ-KÉNITRA	REDOUANE NABAOUI	LOT 58 ZI BIR RAMI EST - KENITRA	05 37 37 85 14
LR SAFI	AHMED BAHIJ	RÉSIDENCE NIASS, RUE TAIB BEN HIMA - SAFI	05 24 62 00 12
CTR TANGER-TETOUAN	ABDELKHALEK ZERYOUH	ROUTE DE MARTIL, ZI - BP 6015 - TETOUAN	05 39 97 96 67





Le réseau LPEE

Centres Spécialisés





**CEEE**  
Centre d'Essais et d'Etudes Electriques  
*Electricité, Energie, Sécurité*  
Tél : 05 22 48 87 70  
Fax : 05 22 23 42 14  
[lpee.ceee@lpee.ma](http://www.ceee.lpee.ma)

**CENH**  
Centre Experimental de l'Hydraulique  
*Modélisations, Bathymétrie*  
Tél : 05 22 48 87 62  
Fax : 05 22 23 43 04  
[lpee.cenh@lpee.ma](http://www.cenh.lpee.ma)

**CEER**  
Centre d'Etudes et de Recherche des Infrastructures de Transport  
*Routes, Autoroutes, Voies ferrées*  
Tél : 05 22 48 87 13  
Fax : 05 22 23 19 54  
[lpee.ceer@lpee.ma](http://www.ceer.lpee.ma)

**CEMEL**  
Centre Experimental des Matériaux et du Génie Industriel  
*Emballage et conditionnement physico-chimie des matériaux*  
Tél : 05 22 69 90 20  
Fax : 05 22 51 06 29  
[lpee.cemel@lpee.ma](http://www.cemel.lpee.ma)

**CEGT**  
Centre Experimental des Grands Travaux  
*Barrages, Ports, Aménagements*  
Tél : 05 22 48 87 25  
Fax : 05 22 48 87 06  
[lpee.cegt@lpee.ma](http://www.cegt.lpee.ma)

**CSTC**  
Centre Scientifique et Technique des Constructions  
*Auscultation, Structures, Pathologie*  
Tél : 05 22 48 87 30  
Fax : 05 22 25 06 44  
[lpee.cstc@lpee.ma](http://www.cstc.lpee.ma)

**CEREP**  
Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Environnement et la Pollution  
*Eaux, Air, Pollutions*  
Tél : 05 22 69 90 10  
Fax : 05 22 69 90 34  
[lpee.cerrep@lpee.ma](http://www.cerrep.lpee.ma)

**CES**  
Centre Experimental des Sols  
*Géotechniques, Sols, Fondations*  
Tél : 05 22 48 87 50  
Fax : 05 22 23 41 88  
[lpee.ces@lpee.ma](http://www.ces.lpee.ma)

**L.N.M.**  
Laboratoire National de Métrologie  
*Métrologie, Etalonnage, Formation*  
Tél : 05 22 48 87 27  
Fax : 05 22 98 25 72  
[lpee.lnm@lpee.ma](http://www.lnm.lpee.ma)

Centres Techniques et Laboratoires Régionaux

**Al Hoceima**  
Quartier Calabonita Lot. Cherrate N 146  
Tél : 05 39 98 53 17  
Fax : 05 39 95 53 18  
[lpee.oujda@lpee.ma](mailto:lpee.oujda@lpee.ma)

**Agadir**  
Rue 18 Novembre Q.I. B.P. 3136 Agadir  
Tél : 05 28 82 05 22 / 82 46 88  
Fax : 05 28 82 51 52  
[lpee.agadir@lpee.ma](mailto:lpee.agadir@lpee.ma)

**Beni Mellal**  
Route de Tadia BP 136  
Tél : 05 23 48 28 46  
Fax : 05 23 48 49 02  
[lpee.benimellal@lpee.ma](mailto:lpee.benimellal@lpee.ma)

**Casablanca**  
44, angle Bd Med V et Rue Med Smiha  
Tél : 05 22 30 46 95/96  
Fax : 05 22 31 97 10  
[lpee.ctcasa@lpee.ma](mailto:lpee.ctcasa@lpee.ma)

**Dakhla**  
Bd El Ouala Dakhla  
Tél : 06 60 42 71 78  
Fax : 06 60 42 71 78  
[lpee.agadir@lpee.ma](mailto:lpee.agadir@lpee.ma)

**EL Jadida**  
Lot 206 Zone industrielle Code Postal : 2040  
Tél : 05 23 37 38 82  
Fax : 05 23 35 39 12  
[lpee.eljadida@lpee.ma](mailto:lpee.eljadida@lpee.ma)

**Fès**  
Quartier de la Pépinière Dokkarat B.P. 2407 Fes Principal  
Tél : 05 35 65 44 63 / 65 41 98  
Fax : 05 35 65 49 61  
[lpee.fes@lpee.ma](mailto:lpee.fes@lpee.ma)

**Kénitra**  
Lot 58 Bir Rami Est Quartier Industriel Code Postal : 14 090 Kénitra  
Tél : 05 37 37 85 14/92  
Fax : 05 37 37 84 95  
[lpee.kenitra@lpee.ma](mailto:lpee.kenitra@lpee.ma)

**Laâyoune**  
Parc des Travaux Public BP 353  
Tél : 05 28 89 48 33  
Fax : 05 28 89 11 06  
[lpee.agadir@lpee.ma](mailto:lpee.agadir@lpee.ma)

**Larache**  
Rue El Menzeh  
Tél : 05 39 91 22 11 / 91 01 08  
Fax : 05 39 91 51 29  
[lpee.tanger@lpee.ma](mailto:lpee.tanger@lpee.ma)

**Marrakech**  
Hay Al Massira 1 Lot 675 B et 681 B BP 4732 Marrakech  
Tél : 05 24 34 63 22 / 34 59 55  
Fax : 05 24 34 62 54  
[lpee.marrakech@lpee.ma](mailto:lpee.marrakech@lpee.ma)

**Meknès**  
Bd Saâdiyyine OI, BP 5041 Al Bassatine  
Tél : 05 35 50 23 97 / 50 36 41  
Fax : 05 35 50 24 88  
[lpee.meknes@lpee.ma](mailto:lpee.meknes@lpee.ma)

**Nador**  
170, Rue Khalid Bnou Loualid BP 131  
Tél : 05 36 60 45 37  
Fax : 05 36 33 02 90  
[lpee.nador@lpee.ma](mailto:lpee.nador@lpee.ma)

**Ouarzazate**  
Quartier industriel N°6  
Tél : 05 24 88 51 81  
Fax : 05 24 88 51 40  
[lpee.ouarzazate@lpee.ma](mailto:lpee.ouarzazate@lpee.ma)

**Oujda**  
ZI, N 146 Bd Med V BP 427  
Tél : 05 36 68 39 45  
Fax : 05 36 68 19 95  
[lpee.oujda@lpee.ma](mailto:lpee.oujda@lpee.ma)

**Safi**  
Route Dar Si Aissa, ville nouvelle  
Tél : 05 24 62 00 12  
Fax : 05 24 62 65 23  
[lpee.safi@lpee.ma](mailto:lpee.safi@lpee.ma)

**Tanger**  
Km7, Route de Rabat B.P. 1006  
Tél : 05 39 38 07 66  
Fax : 05 39 38 07 65  
[lpee.tanger@lpee.ma](mailto:lpee.tanger@lpee.ma)

**Tétouan**  
ZI - BP 6015 Martil  
Tél : 05 39 97 96 67  
Fax : 05 39 68 80 21  
[lpee.tetouan@lpee.ma](mailto:lpee.tetouan@lpee.ma)

Le LPEE, un leader pour partenaire