

AMÉNAGEMENT DE LA RN9 MARRAKECH - OUARZAZATE

DOSSIER

HAUTE TENSION, UN DOMAINE D'EXPERTISE LPEE AU SOMMET DE SA MATURITÉ

A lire également dans ce numéro



LE LPEE, À LA 13ÈME ÉDITION
D'ELEC EXPO



CONTRIBUTION DU LPEE À LA CONFÉRENCE
INTERNATIONALE MOBILITÉ DURABLE



ÉTAT D'AVANCEMENT
RÉALISATION DES GRANDS BARRAGES



LE LPEE AU 26ÈME CONGRÈS MONDIAL
DE LA ROUTE À ABOU DHABI



+70 ans

au service de la qualité au Maroc

- Laboratoire ayant dans ses statuts la mission de service public
- Laboratoire multidisciplinaire disposant d'accréditations marocaines et internationales, incluant au sein de ses Directions le 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^{er} Laboratoire d'hydraulique en Afrique avec l'Afrique du Sud)

Le LPEE un leader pour partenaire

Chères lectrices, chers lecteurs,

La stratégie du LPEE pour les 5 années à venir se distingue par une mobilisation ciblée, un positionnement régional désormais dessiné et un investissement réfléchi dans le renforcement du capital humain et l'acquisition de matériels en adéquation avec les nouvelles exigences du secteur.

L'implication des équipes régionales et centrales du LPEE dans de nombreux chantiers stratégiques a marqué les paysages marocain et africain en matière d'essais, études et contrôles. En 2019, le LPEE garde et consolide sa place de leader en matière de sûreté et sécurité des ouvrages et infrastructures d'envergure. Il continue à œuvrer malgré de nombreux défis et challenges techniques et concurrentiels à garantir la souveraineté technologique du Royaume dans ce domaine.

En septembre 2019, une réunion présidée par Abdelkader AMARA, ministre de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau a été une occasion de faire le point sur l'état d'avancement des chantiers des grands barrages, auxquels le LPEE porte un intérêt particulier. En effet, le LPEE est impliqué avec force dans les grands chantiers du secteur comme celui du barrage de Tiddas. Une approche proactive sera déployée concernant les projets futurs, notamment ceux du Programme Prioritaire d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Irrigation 2019 - 2026, préparé sur Hautes Instructions de SM le Roi Mohammed VI, et présenté à l'occasion de différentes réunions présidées par le souverain.

Par ailleurs, Le LPEE suit de prêt l'évolution du secteur électrique qui présente de réelles perspectives de développement, favorisées notamment par les programmes d'habitat social et l'amélioration des conditions de vie du monde rural, le développement du secteur de l'automobile, l'épanouissement de certaines filières (faisceaux de câbles et accumulateurs électriques), les projets d'envergure prévus par l'ONE, notamment la construction de plusieurs centrales électriques, la pénétration progressive des marchés africains et la volonté de développer le secteur des énergies renouvelables.

L'expertise du LPEE dans le secteur de l'électricité et de la Haute tension est au sommet de sa maturité. Le Centre d'Essais et d'Etudes Electriques (CEEE) du LPEE a renforcé sa gamme de tests et d'essais sur les installations et équipements HT. Ainsi, un investissement important a été réalisé, ces trois dernières années, pour le développement des essais in situ des installations et des équipements HTA/HTB.

Au niveau scientifique, le dernier trimestre 2019 était ponctué par la participation du LPEE à plusieurs événements structurants dont le 26ème Congrès Mondial de la Route, tenu à Abou Dhabi, la troisième édition de la Conférence Internationale sur la Mobilité Durable, La 13ème édition du Salon International de l'Électricité, de l'Éclairage, de l'Électrotechnique et de l'Automatisation Industrielle, ou encore le séminaire sur l'impact de la qualité dans l'industrie du béton. Lors de ces rendez-vous scientifiques de haut niveau, le LPEE cible et optimise sa participation par des contributions techniques et scientifiques accompagnées de communications accès sur l'action et le partage d'expertises.

Enfin , je ne saurai finir mon propos sans adresser tous mes vœux de santé, succès et prospérité au nom de la grande famille LPEE à tous nos lecteurs et lectrices, nos clients et partenaires, à l'occasion de l'année 2020 en perspective.



Mustapha FARES

Directeur Général du LPEE



COMITÉ MAROCAIN DES
GÉOSYNTHÉTIQUES



▶ SÉMINAIRE SUR
**GÉOSYNTHÉTIQUES
ET DÉVELOPPEMENT
DURABLE**

Sous-thèmes

- ▶ Géotextiles dans le drainage, séparation et filtration
- ▶ Géomembranes dans les décharges et besoins agricoles
- ▶ Géogrilles dans le renforcement des sols et talus
- ▶ Géosynthétiques contre l'érosion
- ▶ Applications nouvelles des géosynthétiques
- ▶ État d'avancement (normalisation et spécifications)

05 ▶ 07
MARS
2020



TANGER



Partenaires



L.P.E.E

المركز المغربي للتكنولوجيا والمواد
LABORATOIRE MAROCAIN DES PRODUITS ENROUSÉS

Sponsors / Exposants



Contact Secrétariat du CMG :

Tél : +212 5 22 54 75 81

Fax : +212 5 22 54 75 12

E-mail : lpee.dts@lpee.ma

SOMMAIRE

LPEE Magazine - N° 89 - 4ème Trimestre 2019

3 EDITORIAL

6 ÉVÉNEMENT

- 6 ■ LE LPEE, une mobilisation ciblée, un positionnement à l'international désormais dessiné
- Le LPEE, à la 13ème édition d'elec expo
 - Participation du LPEE au séminaire sur l'impact de la qualité dans l'industrie du béton
 - Participation du LPEE à la troisième édition de la Conférence Internationale sur la Mobilité Durable
 - Participation du LPEE/CTR Agadir-Guelmim à la Journée BTP

10 DOSSIER

- 10 ■ Haute tension, un domaine d'expertise électrique du LPEE, au sommet de sa maturité

18 CHANTIERS ET RÉGIONS

- 18 ■ Aménagement de la RN9 reliant Marrakech à Ouarzazate, un chantier qui mobilise le LPEE/CTR Marrakech
- 22 ■ État d'avancement de la réalisation des grands barrages en cours

24 INTERNATIONAL

- 24 ■ Le LPEE au 26ème Congrès Mondial de la Route à Abou Dhabi
- Performances des EME et BBME bilan des études de formulation

28 AGENDA



6



9



13



15



19



20

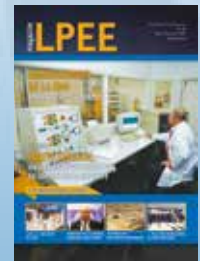


23



25

LPEE MAGAZINE N°89



LPEE Magazine est une publication du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes sise 25, rue Azilal – Boîte 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 EJJAAOUANI
Mohamed FARSI
Younesse ABBAD EL ANDALOUSSI
Mohamed AIT EL AAL
El Bachir CHERKAoui
Khalid EL AZDI
Said LAGZOULI
Abdellah OUALI
Hasna METRANE

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

DÉPOT LÉGAL

24/1984

LE LPEE EST ACCRÉDITÉ



LE LPEE, UNE MOBILISATION CIBLÉE,

UN POSITIONNEMENT À L'INTERNATIONAL DÉSORMAIS DESSINÉ

Le dernier trimestre 2019 est ponctué par la participation du LPEE à plusieurs événements structurants. Le LPEE cible et optimise sa participation aux événements par des contributions techniques et scientifiques et par une communication par l'action et le partage d'expertises.

LE LPEE, À LA 13ÈME ÉDITION D'ELEC EXPO

Sous le Haut Patronage de Sa Majesté le Roi Mohammed VI que Dieu L'assiste, la Fédération Nationale de l'Electricité, de l'Electronique et des Energies Renouvelables (FENELEC) du Royaume du Maroc a organisé du 30 octobre au 02 novembre 2019, à la Foire Internationale de Casablanca le salon elec expo, EneR Event et Tronica Expo. Le LPEE a participé par un stand et une importante délégation.

Ce salon, formule trois en un a porté sur :

- **La 13ème édition d'elec expo :** Salon International de l'Electricité, de l'Eclairage, de l'Electrotechnique et de l'Automatisation Industrielle,
- **La 8ème édition d'EneR Event :** Salon International des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
- **La 7ème édition de Tronica Expo :** Salon International des Composants, Systèmes et Applications Electroniques.

Cette édition, a connu la participation de 170 exposants en provenance de : l'Allemagne, la France, la Grèce, l'Italie, la Chine, la Turquie, le Portugal et le Maroc.



➤ Le LPEE/CEEE récompensé à la 13ème édition d'elec expo.

Les 4 jours du salon ont connu la visite de 7632 opérateurs professionnels, architectes, promoteurs immobiliers,

ingénieurs, techniciens, investisseurs, Directeurs, consultant, en plus des partenaires institutionnels : Offices,

AVANTAGES COMPARATIFS DU MAROC

L'industrie électronique avait été déterminée dans le cadre du Plan Emergence, comme l'un des métiers mondiaux du Maroc, permettant de booster son industrialisation et son offre exportable. Le Royaume commence à attirer de plus en plus, d'acteurs de référence mondiaux de l'industrie électronique. Pour cela, le Maroc avait créé un cadre incitatif, fait d'avantages fiscaux, d'aides à l'installation couvrant le foncier et les infrastructures de base, la formation de ressources humaines qualifiées et des offres de financement bancaires.

Par comparaison des coûts entre le Maroc et le sud de l'Europe : le Royaume se distingue par un coût de main d'œuvre de -50%, un IS de -100% (pendant 5 ans), pour arriver à des coûts totaux de -30%.

Ecoles supérieures et les Centres de recherche et développement. Les visiteurs en ligne ont dépassé 62.000.

Comme chaque année, dans le cadre de la stratégie Maroc Export, des délégations africaines composées de 70 donneurs d'ordres ont visité le Salon. 375 rencontres B2B ont été programmées. Les invités viennent de 15 pays : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon, Madagascar, Mali, Mauritanie, Niger, République du Congo (Brazzaville), République Démocratique du Congo (Kinshasa), Sénégal, Tchad, Togo et Tunisie.

L'activité scientifique du Salon qui est le FORUM AFRIQUE GLOBAL ELEC a connu la tenue de 39 conférences thématiques programmées par le Comité Scientifique et animées par des sommités de très haut niveau et des grandes instances marocaines spécialisées : ministères, ONEE, MASEN, AMEE, Fondation MASCIR, IRESEN, LPEE, Cluster Solaire, BMCE Banque, CE3M et autres ...

Durant les huit dernières années, la FENELEC mène des actions structurantes dans différents domaines notamment la formation, la normalisation, la réglementation, l'amélioration du climat des affaires et du développement à l'international.

ELEC EXPO

Le secteur de l'industrie électrique occupe une place importante au niveau de l'industrie marocaine, compte tenu de son implication avec les différents secteurs économiques.

Le secteur électrique présente de réelles perspectives de développement, favorisées notamment par :

- Les programmes d'habitat social et l'amélioration des conditions de vie du monde rural.



La politique « énergies propres » est en marche avec des objectifs ambitieux : 12% de mix énergétique et 12% d'efficacité énergétique en 2020

- Le développement du secteur de l'automobile, contribuant à l'épanouissement des filières telles que les faisceaux de câbles et les accumulateurs électriques.
- Les projets d'envergure prévus par l'ONE, notamment la construction de plusieurs centrales électriques.
- La pénétration progressive des marchés africains.
- La volonté de développer le secteur des énergies renouvelables.

A signaler également que les entreprises du secteur exploitent de nouveaux débouchés en Afrique, notamment au sein des pays Subsahariens (Sénégal, Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon,

Guinée Equatoriale, Mali, Togo, Bénin,) dont le déficit en matière d'électrification est important. Ainsi, plusieurs entreprises se sont orientées vers le marché africain pour exporter leur savoir-faire et les produits électriques qui ont fait preuve de qualité.

TRONICA EXPO

Le Maroc conforte sa position en tant que nouveau centre mondial de l'industrie électronique, spécialement la conception et la fabrication des puces électroniques.

ENER EVENT

Dépourvu de ressources énergétiques conventionnelles et engagé dans la voie du développement durable, le Maroc est dans l'obligation de s'orienter vers la recherche et le développement des énergies renouvelables, propres et respectueuses de l'environnement.

Les énergies renouvelables participent à hauteur de 4% au bilan énergétique national et sont à l'origine de près de 10% de l'énergie électrique, grâce à l'effort important de mobilisation de la ressource hydraulique ainsi qu'à l'effort d'implantation des premiers parcs éoliens (LPEE mag n° 76).

Maroc, un important potentiel en énergies renouvelables

Notamment pour le solaire et l'éolien en particulier au niveau des zones côtières qui portent sur 3.500 km :

- Solaire : un rayonnement moyen de 5 kWh/m²/j.
- Eolien : un potentiel éolien de plus de 6000 MW.
- Petite Hydraulique : un potentiel significatif pour les microcentrales hydrauliques : plus de 200 sites exploitables.
- Biomasse : 9 millions d'hectares de forêts. ■

FENELEC

La Fédération Nationale de l'Electricité, de l'Electronique et des Energies Renouvelables compte aujourd'hui plus de 600 Entreprises adhérentes, représentant plus de 95% de l'activité, produits et services des secteurs électrique, électronique et énergies renouvelables au niveau national. Elle regroupe les professionnels des secteurs qu'elle représente sous forme de cinq composantes :

- L'Association des Fabricants de Matériel Electrique (**Afem**).
- L'Association des Installateurs de Matériel Electrique (**Aiem**).
- L'Association des Distributeurs de Matériel Electrique (**Adem**).
- L'Association du Secteur de l'Electronique (**Asel**).
- L'Association des Industries Solaires et Eoliennes (**Amisole**).

PARTICIPATION DU LPEE AU SÉMINAIRE SUR L'IMPACT DE LA QUALITÉ DANS L'INDUSTRIE DU BÉTON

Le LPEE/CEGT a pris part à ce séminaire organisé le 17 décembre 2019 par Ciments de l'Atlas (CIMAT) en qualité de partenaire. Il a contribué par ailleurs à l'enrichissement du programme de la rencontre par une intervention de Abdellah OUALI, ingénieur, expert en durabilité des bétons au LPEE/CEGT, sous le thème : Apport de l'engagement qualité pour la fabrication des bétons spéciaux : Cas d'intérêt « Le Grand Théâtre de Rabat.

D'autres thématiques ont été programmées lors de cette rencontre notamment :

- La Qualité dans l'industrie du béton : Centre de coût ou centre de profit ?
- La certification NM et le marquage C_p des produits dérivés du ciment : Apports et Défis.
- Perspective de l'industrie du Préfa au Maroc.

- Perspective du Béton Prêt à l'Emploi au Maroc.
- Planification de la qualité des bétons : de la conception à l'évaluation.
- La qualité du Ciment au service de la Construction durable. ■



CIMAT

Avec ses deux usines de production à Ben Ahmed et à Béni Méllal, entrées en exploitation en 2010 et dotées d'une capacité totalisant 3,2 millions de tonnes, CIMAT se positionne comme un opérateur cimentier national de référence s'inscrivant dans la dynamique de développement national tant sur le plan économique que social et humain. L'engagement pour un développement durable selon Anas SEFRIOUI, président de CIMAT est basé sur un équilibre entre la croissance économique et le respect de l'environnement et s'est matérialisé dans la conception et le choix des équipements des deux unités, par l'adoption des standards internationaux les plus rigoureux en matière de préservation de l'environnement dans l'ensemble de ses différentes composantes.

PARTICIPATION DU LPEE À LA TROISIÈME ÉDITION DE LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA MOBILITÉ DURABLE

Le LPEE a enrichi ce rendez-vous de haut niveau par deux communications de Houssine EJJAAOUANI, Directeur adjoint et Directeur scientifique du LPEE. L'une portait sur « Liquéfaction des sols : traitement appliquant la rigidité et le drainage des colonnes », l'autre sur « Interaction sol structure ; application aux inclusions rigides ».

Après le succès retentissant des deux dernières éditions, la Société Nationale des Autoroutes du Maroc (ADM) a organisé la troisième édition de la Conférence Internationale sur la Mobilité Durable, le 26 novembre 2019 sous le thème : « Transport routier et mobilité durables pour un avenir durable ». Cette Initiative a été lancée par l'ADM en 2016, année à laquelle le Maroc avait organisé la COP 22 à Marrakech.

Cette rencontre a rassemblé plus de 200 conférenciers nationaux et internationaux (experts, opérateurs, investisseurs...) de haut niveau pour débattre des enjeux de la mobilité durable à l'aune des évolutions technologiques de ces dernières années.

L'objectif principal à travers cette conférence internationale est de



sensibiliser les parties prenantes, de mobiliser les acteurs, de partager les expériences, de capitaliser sur les bonnes pratiques et d'accompagner les différentes institutions à prendre des engagements solides en matière de sécurité et de mobilité durable. Aussi, il est question, entre autres, d'explorer les nouveaux mécanismes de financement verts mis en place dans le cadre de la finance climat, d'initier la réflexion pour le développement d'un véritable écosystème autour de la sécurité, du transport routier et de la mobilité durables, de rappeler la position du Maroc et communiquer auprès de la communauté internationale, sur l'engagement du Royaume pour l'environnement, pour la sécurité et pour la mobilité durable.

Les panélistes à travers 3 sessions ont abordé les questions relatives à la mobilité durable, les solutions offertes par les nouvelles technologies entre autres la problématique de la sécurité des routes.

Selon les études menées par l'ONU, « l'Afrique contribue pour moins de 4% aux émissions mondiales de GES et paradoxalement elle est aussi la région la plus vulnérable aux effets négatifs des changements climatiques ». De ce fait, le continent est confronté à la problématique du changement climatique, considéré comme l'un des plus importants défis de développement du 21 siècle. ■

PARTICIPATION DU LPEE/CTR AGADIR-GUELMIM À LA JOURNÉE BTP

Le club BTP de l'ENSA Agadir a réuni les professionnels et acteurs de la chaîne de la construction/BTP lors de sa 4ème édition de la journée BTP qui s'est déroulée le 07 décembre 2019, sous le thème : « Green building : Perspective sur une performance écologique optimale ».



HAUTE TENSION, UN DOMAINE D'EXPERTISE ÉLECTRIQUE DU LPEE,

AU SOMMET DE SA MATURITÉ

La mesure de la tension de pas et de toucher dans les postes THT est une pratique au LPEE/CEEE, depuis une dizaine d'années qui a été façonnée par un développement progressif et une recherche dans ce domaine en particulier et dans l'expertise électrique en général. Un investissement important a été également réalisé ces trois dernières années pour le développement entre autres des essais in situ des installations et équipements HTA/HTB.

DEFINITION DES DEUX PHENOMENES ET THEORIE

Tension de pas

La tension de pas est la différence de potentiel entre deux points à la surface du sol, séparés par une distance d'environ 1 m, correspondant à un pas humain, dans la direction du gradient de potentiel maximum (Figure 1).

Cette différence peut devenir potentiellement dangereuse, pour une personne circulant dans le voisinage, en cas d'un courant de foudre ou d'un courant de défaut phase-terre.

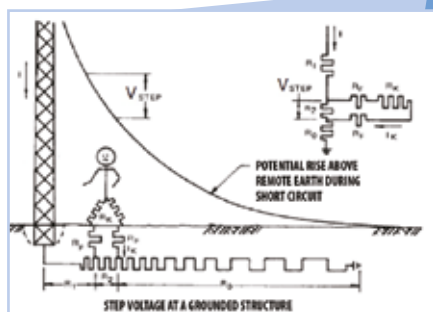


Figure 1.

Tension de contact

La tension de contact (ou de toucher) V_{TOUCH} est la différence de potentiel entre la main d'une personne touchant

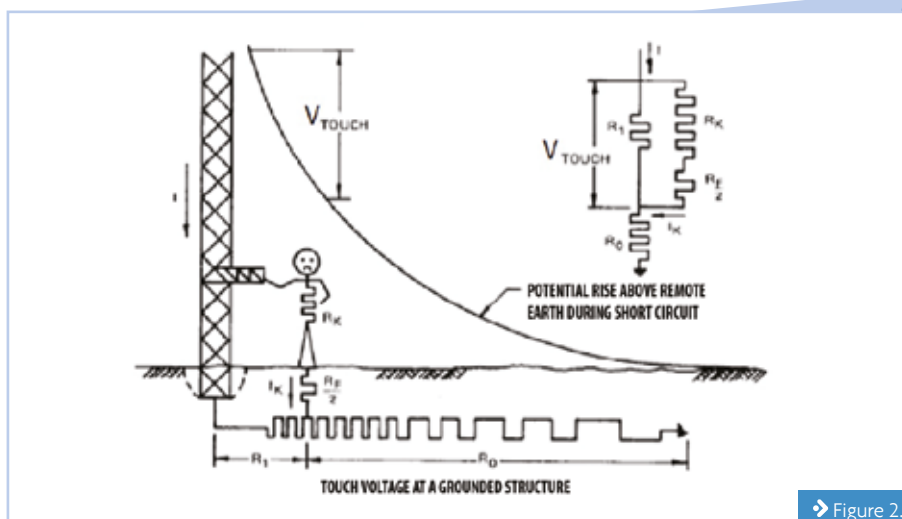


Figure 2.

une structure mise à la terre, et ses pieds (Figure 2).

Cette tension peut devenir potentiellement dangereuse pour une personne se tenant à côté d'une structure métallique en cas d'un courant de foudre ou un courant de défaut phase-terre.

Phénomène

La circulation des courants de défaut dans le réseau de mise à la terre (MALT) induit son élévation de potentiel et expose le personnel marchant ou se tenant debout dans cette zone :

- A une tension de 'pas' apparaissant entre ses deux jambes.
- A une tension de contact au niveau des masses métalliques.

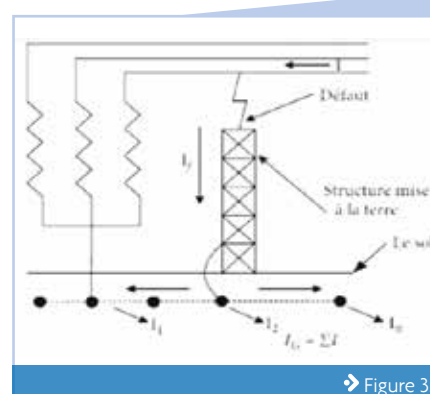


Figure 3.



➔ Équipements Centre d'Essais et d'Etudes Electriques - LPEE/CEEE.

Le courant de défaut max est déterminé par l'équation :

$$I_G = D_f S_f (3I_0)$$

D_f : facteur de décroissance pour la durée du défaut t_r .

S_f : facteur de division du courant de défaut.

I_0 : courant de défaut monophasé à la terre.

$3I_0$, c'est le courant maximum de défaut prévu, avec :

$$I_0 = \frac{V}{3R_{df} + (R_d + R_i + R_o) + j(X_d + X_i + X_o)}$$

Et où :

R_{df} : résistance estimée du défaut (supposée nulle).

R_0, R_d, R_i : résistances homopolaire, direct et inverse lors d'un défaut dissymétrique (Ω).

X_0, X_d, X_i : réactances homopolaire, direct et inverse lors d'un défaut dissymétrique (Ω).

V : tension simple (entre phase-neutre) (V).

Ce courant engendre une augmentation du potentiel de terre, cette élévation de potentiel de la terre EPT, est définie par :

$$EPT = I_G R_g$$

Avec

$$R_g = \rho \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + e\sqrt{20/A}} \right) \right]$$

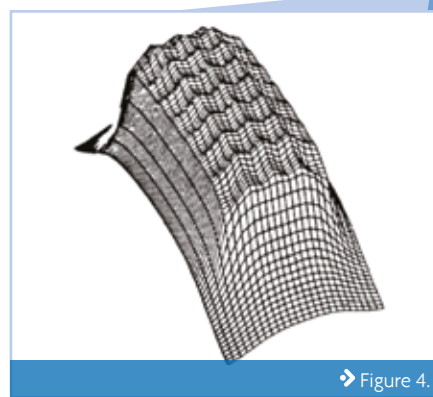
Et où :

ρ : résistivité du sol ($\Omega \cdot m$).

L_T : longueur totale des conducteurs de réseau de terre (m)

e : profondeur d'enfouissement (m).

A : surface de la grille (m²).



➔ Figure 4.

Le risque

Dans des conditions de défaut à la terre typiques, le flux de courant vers la terre produira des gradients de potentiels dans et autour d'une sous-station. La figure 4 montre cet effet pour une sous-station avec une simple grille de mise à la terre rectangulaire dans un sol homogène.

Une grille de terre non homogène produira des différences de potentiels, soit à l'intérieur de la station ou bien aux extrémités, et donc circulation d'un faible courant entre les deux pas d'une personne.

Ces faibles courants peuvent causer des effets de santé graves.

Courant tolérable par le corps humain

Pour une personne de poids moyen 50 kg, le courant est donné par la formule :

$$I_b = \sqrt{\frac{S_B}{t_c}} = \frac{0,116}{\sqrt{t_c}}$$

Pour une personne de poids moyen 70 kg, ce courant devient :

$$I_b = \sqrt{\frac{S_B}{t_c}} = \frac{0,157}{\sqrt{t_c}}$$

Où

I_b : courant tolérable par le corps humain (A).

S_B : constante empirique de Dalziel.

t_c : durée de l'exposition en (s).

Les limites

Tensions de contact V_T et de pas V_S maximales admissibles pour une

personne de poids moyen 50 kg sont définies comme suit :

$$V_{T \max 50} = (1000 + 1,5C_s \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_c}}$$

$$V_{S \max 50} = (1000 + 6C_s \rho_s) \frac{0,116}{\sqrt{t_c}}$$

Pour une personne de poids moyen 70 kg :

$$V_{T \max 70} = (1000 + 1,5C_s \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_c}}$$

$$V_{S \max 70} = (1000 + 6C_s \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_c}}$$

Avec :

$$C_s = 1 - \frac{0,09(1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2h_s + 0,09}$$

C_s : facteur de réduction en présence de la couche superficielle.

h_s : épaisseur du matériau de la couche de surface de haute résistivité en m.

ρ_s : résistivité de la couche superficielle ($\Omega.m$).

Modélisation de la tension de pas :

R_c : résistance du corps humain (Ω) ($R_c=1000 \Omega$).

R_p : résistance de terre d'un pied (Ω).

$$V_{Step} = (R_c + 2R_p)I_c$$

Avec :

$$R_p = 3\rho_s * C_s$$

$$R_c = 1000 \Omega \quad I_c = I_b$$

$$V_{Step \max} = (1000 + 6 \rho_s * C_s) \sqrt{(S_b/t_c)}$$

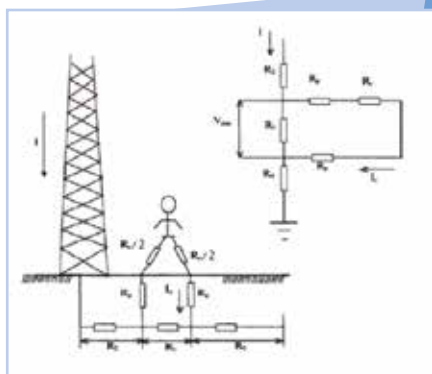


Figure 5.

Modélisation tension de toucher :

$$V_{touch} = (R_c + R_p/2)I_c$$

Avec :

$$R_p = 3\rho_s * C_s$$

$$R_c = 1000 \quad I_c = I_b$$

$$V_{Touch \max} = (1000 + 1,5 \rho_s * C_s) \sqrt{(S_b/t_c)}$$

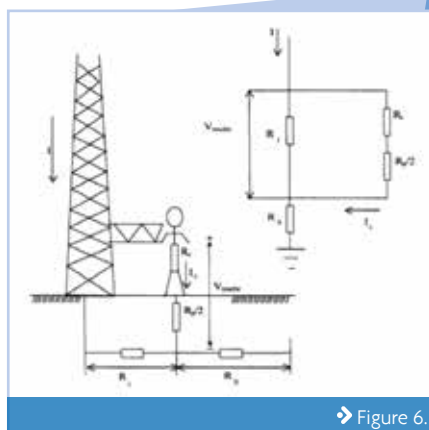


Figure 6.

MESURES PRATIQUES DEVELOPPEES, APPORT DU LPEE/CEEE

Pour répondre aux besoins de ses partenaires, le Centre d'Essais et d'Etudes Electriques (CEEE) du LPEE s'est équipé de matériels permettant la mesure de la tension de pas et de toucher moyennant deux méthodes :

Injection à faible courant et à 128Hz

Le LPEE/CEEE a développé et expérimenté la méthode d'injection à faible courant sur les dix dernières années. L'injection est faite à faibles courants avec une fréquence 128 Hz, qui est non multiple de la fréquence du réseau et ses harmoniques et ce, pour éviter tous les problèmes des tensions induites et des influences mutuelles des réseaux avoisinants. Les tensions de pas et de toucher sont ensuite mesurées moyennant des piquets de terre espacés de 1m pour la tension de 'pas' ou piquet de terre enfoui à un mètre des structures métalliques pour la tension de toucher.

L'influence mesurée d'une telle simulation et injection est ensuite

ramenée au courant de défaut maximal I_{dm} de la note de calcul selon la formule :

$$V_{Step/Touch} = V_{mesuré} * I_{dm} / I_{injecté}$$

Cette méthode a permis de déceler toute non homogénéité du réseau de terre et toute mauvaise mise en œuvre de la mise à la terre des structures métalliques enfouies dans le sol y compris les clôtures métalliques.

Développement des essais sur équipements et installations HTA et HTB

Le centre d'essais et d'études électriques du LPEE a complété sa gamme de tests et d'essais, in situ, sur les installations et équipements HT (essais de réception avant mise sous tension ou installations existantes dans le cadre du contrôle périodique ou pour l'entretien et la maintenance) :

Essais sur transformateurs

- ✦ Rapport de transformation.
- ✦ Résistance d'enroulement.
- ✦ Résistance dynamique (DRM).
- ✦ Courant de magnétisation.
- ✦ Impédance de court-circuit/ Réactance de fuite.
- ✦ Réponse diélectrique et facteur de dissipation (Tan Delta).
- ✦ Démagnétisation.

Essais sur disjoncteurs

- ✦ Test des résistances de contact statiques (mesure de micro-ohm).
- ✦ Tests des temps de manœuvre.
- ✦ Analyse des courants bobine et moteur.
- ✦ Test du minimum de tension.
- ✦ Test en condition de sous-tension.
- ✦ Test de la résistance de contact dynamique DRM.

- Essais de déplacement des contacts principaux.

Essais sur transformateurs de mesure (TC, TT & combiné)

- Rapport, charge et polarité.
- Erreur de phase et d'amplitude.
- Courbe d'excitation.
- Résistance d'enroulement.
- Charge secondaire.
- Tension de tenue diélectrique (2 kV CA).
- Continuité de circuit de TC.

Essais sur lignes et câbles

- Impédance (facteur k).
- Couplage des transformateurs.

Détection et analyse des décharges partielles

Les mesures des décharges partielles conformément à la norme CEI 60270 :



Normes américaines IEEE – 80, en cours d'expérimentation au niveau de LPEE/CEEE

- Transformateurs
- Postes blindés
- Câbles HT
- Alternateurs.

Essais sur les installations de mise à la terre

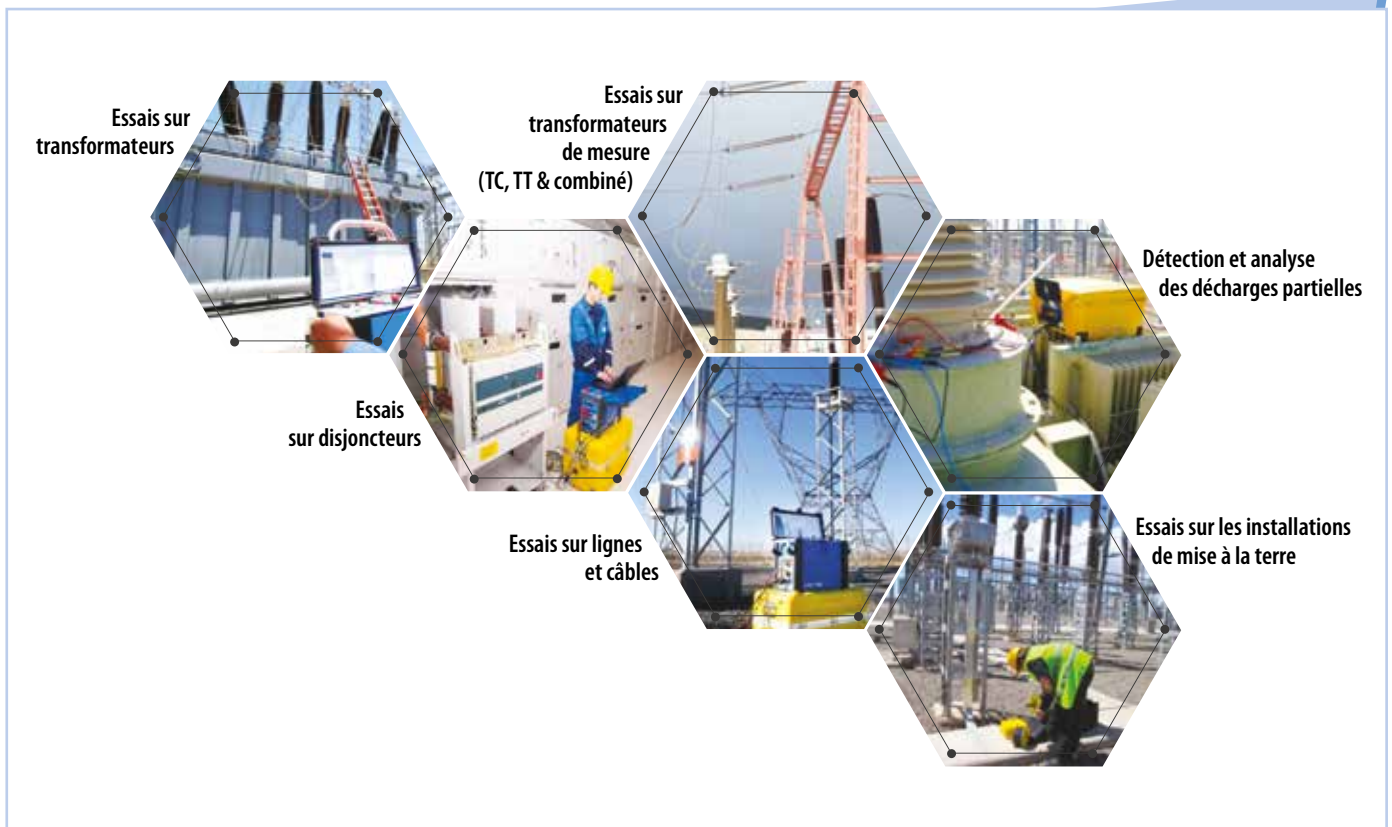
- Continuité et équipotentialité.
- Impédance de la prise de terre.
- Tensions de pas.
- Tension de toucher.

Ce développement et nouvelle acquisition de laboratoire mobile d'équipements pour test des installations HT, englobe entre autre une valise d'injection primaire CPC100, le module CP CUI pour l'injection et le voltmètre HGTI FFT pour la mesure des tensions de pas et de toucher.

La méthode consiste à injecter dans le réseau de terre un courant allant jusqu'à 100A et mesurer l'élévation de potentiel dans la terre et notamment les tensions de pas et de toucher qui en résultent.

Cette méthode dictée par les normes américaines IEEE - 80 est en cours d'expérimentation au niveau de LPEE/CEEE moyennant cette nouvelle acquisition de matériels.

Cette seconde méthode permettra, entre autre, la comparaison de ses résultats par rapport aux résultats de la première méthode et la validation des méthodes.



QUELQUES PROJETS TRAITES PAR LE LPEE/CEEE DURANT LES TROIS DERNIERES ANNEES

- Poste d'évacuation 33/225KV parc éolien de Midelt.
- Poste 225/60KV Hssain Sala El Jadida.
- Poste 225/11KV LafargeHolcim.
- Poste 225/22KV de Berrchid III.
- Poste 33/225KV d'Aftissat Boujdour.
- Poste 225KV/400KV d'Agadir.
- Poste Khalladi 225KV/33KV-Tanger
- Poste esterne 225KV de Noor IV Ouarzazate.
- Poste 225/22KV Noor Laâyoune.

CAS PRATIQUE

Hypothèses :

- Courant de court-circuit triphasé symétrique $I = 40 \text{ kA}$.
- Fréquence du réseau $f = 50 \text{ Hz}$.
- Durée du court-circuit $t_c = 0.3s$.

- Résistivité du matériau de surface $\rho_s = 3000 \Omega.m$.
- Résistivité du sol $\rho = 559.17 \Omega.m$.
- Poids corporel $P = 70 \text{ Kg}$.

Résultats (selon les formules de la norme IEEE-80) :

Résistance théorique de la prise de terre : 0.07 ohm .

	GIS	TRI
TENSION DE TOUCHER MAXIMUM ADMISSIBLE (V)	951.6	951.6
TENSION DE PAS MAXIMUM ADMISSIBLE (V)	3171.75	3171.05

Quelques mesures relevées sur le site conformément à la procédure et méthode développées :

POINT DE MESURE N°	DÉSIGNATION SUR PLAN	TENSION TOUCHER MESURÉE (V)	TENSION LIMITE (V)	CONFORME/ NON CONFORME	REMARQUES
1	A	1094.17	951.6	NC	-
2	B	1718.89	951.6	NC	-
3	C	1267.91	951.6	NC	-
4	D	901,95	951.6	C	-
5	E	1382.5	951.6	NC	-
6	F	1426.86	951.6	NC	-

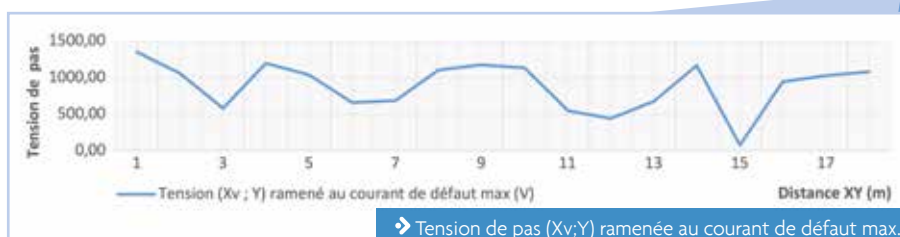
La mise en œuvre de la terre soulevait selon ces mesures des non conformités pouvant induire, en cas de défaut à la terre, des tensions de toucher supérieures aux limites préconisées.

A la suite de la reprise de ces mises à la terre par l'entreprise de travaux, le CEEE a remesuré selon la même procédure les tensions de toucher qui ont donné les valeurs suivantes :

POINT DE MESURE N°	DÉSIGNATION SUR PLAN	TENSION TOUCHER MESURÉE (V)	TENSION LIMITE (V)	CONFORME/ NON CONFORME	REMARQUES
1	A	866,41	951.6	C	POINT MESURÉ LORS DE LA LEVÉE DE RÉSERVE
2	B	350,45	951.6	C	POINT MESURÉ LORS DE LA LEVÉE DE RÉSERVE
3	C	765,79	951.6	C	POINT MESURÉ LORS DE LA LEVÉE DE RÉSERVE
5	E	919,61	951.6	C	POINT MESURÉ LORS DE LA LEVÉE DE RÉSERVE
6	F	892,40	951.6	C	POINT MESURÉ LORS DE LA LEVÉE DE RÉSERVE

Exemple de représentation graphique des tensions de pas mesurées selon une direction définie :

Les tensions de pas n'excèdent pas la valeur limite calculée de 3171V.



References documentaires :

- IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding- IEEE Std 80-2000.
- Thèse Contribution à l'Optimisation des Systèmes de Mise à la Terre par Algorithme Génétique & Essaim Particulaire KEMARI Youcef.
- Thèse évaluation de l'effet de la mer et du contreponds sur le profil de la tension d'un système de mise à la terre d'une ligne de transport d'énergie à haute tension dans un sol résistif de SEMAAN GEORGES.

ECLAIRAGE

Le réseau électrique peut être facilement comparé à un réseau routier, il a ses autoroutes, ses voies nationales et départementales. Une fois produite, l'électricité doit être transportée et distribuée jusqu'au consommateur. Pour cela, on distingue le réseau de transport et le réseau de distribution.

Le réseau de transport : lignes très haute et haute tension

Il est constitué de deux types de lignes : les lignes très haute tension (THT) et les lignes haute tension (HT).

Les lignes THT permettent de transporter de grandes quantités d'électricité sur de longues distances



avec des pertes minimales. Ces lignes, dont la tension est supérieure à 100 kilovolts (kV) constituent le réseau de grand transport ou d'interconnexion. Elles permettent de relier les régions et les pays entre eux ainsi que d'alimenter directement les grandes zones urbaines. La majorité des lignes THT ont une tension de 400 kV.

Les lignes HT constituent le réseau de répartition ou d'alimentation régionale et permettent le transport à l'échelle régionale ou locale. Elles acheminent l'électricité aux industries lourdes, aux grands consommateurs électriques comme les transports ferroviaires et font le lien avec le second réseau. Leur tension est comprise entre 10kV et 100kV.

Le réseau de distribution : lignes moyenne et basse tension

Tout comme le premier, ce réseau est constitué de deux types de lignes : les lignes moyenne tension (MT) et les lignes basse tension (BT).

Les lignes moyenne tension permettent le transport de l'électricité à l'échelle

locale vers les petites industries, les PME et les commerces. Elles font également le lien entre les clients et les postes de transformations des compagnies de distribution du courant. Les lignes MT ont une tension comprise entre 15kV et 30kV.

Les lignes basse tension sont les plus petites lignes du réseau. Leur tension est de 230V ou 400V. Ce sont celles qui nous servent tous les jours pour alimenter nos appareils ménagers. Elles permettent donc la distribution d'énergie électrique vers les ménages et les artisans.

On distingue deux catégories de hautes tensions :

- Le domaine haute tension A (ou HTA), ou moyenne tension (MT), concerne les installations électriques dans lesquelles la tension :

- excède 1 000 volts sans dépasser 50 000 volts en courant alternatif,
- ou excède 1 500 volts sans dépasser 75 000 volts en courant continu.

- Le domaine haute tension B (ou HTB) concerne les installations électriques dans lesquelles la tension :
 - excède 50 000 volts en courant alternatif,
 - ou excède 75 000 volts en courant continu. ■

➤ Le courant alternatif (qui peut être abrégé par CA)¹ est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période et qui transporte des quantités d'électricité alternativement égales dans un sens et dans l'autre¹. Un courant alternatif a donc une composante continue (valeur moyenne) nulle.

➤ Le courant continu¹ ou CC¹ (DC pour direct current en anglais) est un courant électrique dont l'intensité est indépendante du temps (constante). C'est, par exemple, le type de courant délivré par les piles ou les accumulateurs².



➤ Coin noir - LPEE/CEEE.

AVIS D'EXPERT



Mohammed FARSI, Directeur du LPEE/CEEE

“ Le LPEE, et tout particulièrement son Centre d'Essais et d'Etudes Electriques (CEEE), restent fidèles au rendez-vous du salon Elec Expo auquel ils participent à chaque édition. C'est une occasion pour nous d'aller à la rencontre des industriels marocains et étrangers également pour s'informer des nouveautés dans notre secteur d'une part, mais c'est aussi une opportunité pour ces entreprises de découvrir les nouvelles solutions offertes par le LPEE/CEEE dans les domaines des essais, études et expertises sur les produits et installations électriques.

Le LPEE/CEEE s'inscrit dans une dynamique de développement continu de ses activités ; on cherche toujours à se moderniser et assurer une veille sur les nouveautés du marché, notamment en termes de normalisation, de méthodes et de matériel d'essais, tout en restant en permanence à l'écoute de nos clients et de leurs besoins en perpétuelle évolution voire mutation.

Dans cette perspective, nous avons mis le focus cette année sur les produits, équipements et installations haute tension avec un budget consacré en matériel qui dépasse les 3 millions de dirhams pour pouvoir répondre à la demande de nos partenaires, à savoir l'ONEE branche électricité et les installateurs marocains et étrangers opérant au Maroc.

Nous avons également développé notre expertise en matière de contrôle des paratonnerres et parafoudres à travers l'acquisition d'un nouvel équipement dédié, ainsi qu'en matière d'essais sur les batteries de téléphones cellulaires, en partenariat avec le ministère de l'Industrie, du Commerce, de l'Économie Verte et Numérique avec lequel nous avons réalisé une campagne de communication ciblée sur cette thématique.

Le champ des réalisations est vaste mais je me contente de ces exemples significatifs car comme je l'ai dit la dynamique du développement est continue pour être toujours à la page et pouvoir répondre efficacement à la demande voire l'anticiper ”

Propos recueillis lors de la participation du LPEE/CEEE à la 13ème édition du salon Elec Expo, organisé par la FENELEC du 30 octobre au 02 novembre 2019, à la Foire Internationale de Casablanca.

ROYAUME DU MAROC



SOUS L'ÉGIDE DU
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT,
DU TRANSPORT, DE LA LOGISTIQUE ET DE L'EAU



COLLOQUE NATIONAL

SUR LA **GEO**TECHNIQUE

Thème général :

**INSTABILITE DES SOLS
MAÎTRISE DES OUVRAGES
LIÉS AUX INSTABILITÉS**

À MARRAKECH

Contact Secrétariat CMMSG :

✉ e-mail : lpee.dts@lpee.ma

☎ Tél : +212 5 22 54 75 81

☎ Fax : +212 5 22 54 75 12

AMÉNAGEMENT DE LA RN9 RELIANT MARRAKECH À OUARZAZATE,

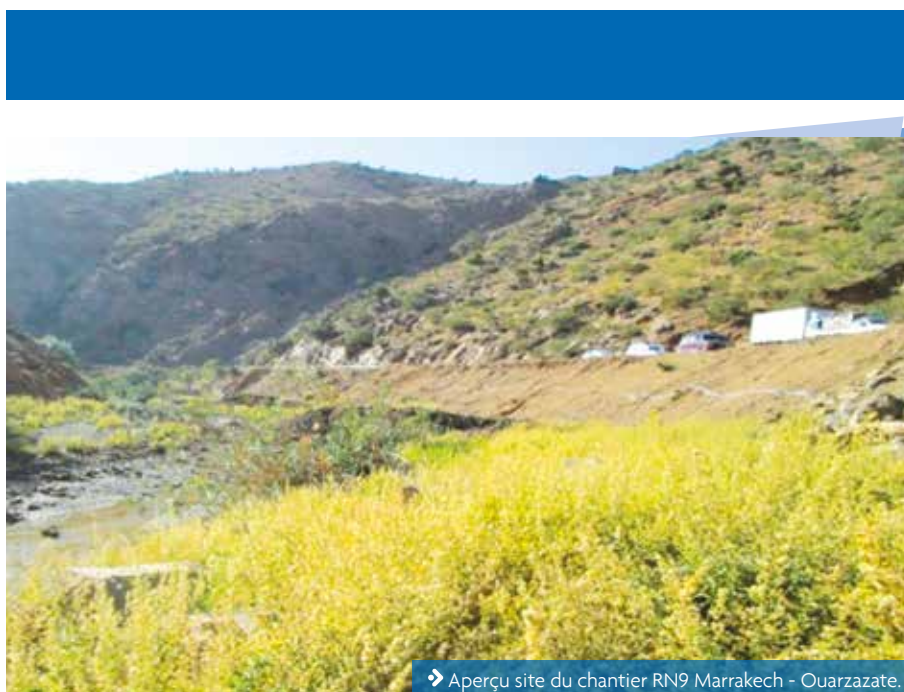
UN CHANTIER QUI MOBILISE LE LPEE/CTR MARRAKECH

Le LPEE via son CTR Marrakech, comme dans tous les projets structurants relevant de ses compétences, contribue activement à la réalisation de ce projet en mettant à la disposition de l'entreprise et du Maître d'Ouvrage tous les moyens humains et matériels nécessaires aux contrôles et essais ad hoc.

CET axe routier reliant Marrakech à Ouarzazate revêt une importance stratégique du fait qu'il représente l'axe principal qui traverse la chaîne montagneuse du grand Atlas et qui assure la liaison entre le Nord et les Provinces situées au Sud-Est du Royaume. Les différents lots portent sur :

Lot 1 : dédoublement de la route entre Marrakech et Ait Ourir entre les PK 253 et 272, sur une longueur de 18 Km, pour un coût global de 153 millions de dirhams. Les travaux de la route sont achevés, et l'état d'avancement des travaux de reconstruction et de dédoublement du pont sur Oued Ghmat au PK 262 est à 30%.

Lot 2 : aménagement et renforcement de la voie de contournement de la ville Ait Ourir entre les PK 273 et 278 sur une longueur d'environ 5 Km pour un coût de 54 millions de dirhams et



➔ Aperçu site du chantier RN9 Marrakech - Ouarzazate.

dont les travaux d'aménagement de la route sont achevés.

Lot 3 : aménagement, renforcement et amélioration du tracé de section reliant Ait ourir et Toufliht entre les PK 278 et 304 sur une longueur de 26 Km, pour un coût global de 238 millions de dirhams. Ce lot est en phase d'étude, le lancement de l'appel d'offres des travaux de réalisation est prévu dans les prochaines semaines.

Lot 4 : aménagement, renforcement et amélioration du tracé de la section reliant Toufliht et Taddart entre les PK

304 et 335 sur une longueur de 30,5 Km pour un coût global de 413 millions de dirhams, l'état d'avancement des travaux de ce lot est à 65%.

Lot 5 : élargissement et amélioration du tracé avec la création de la 3ème voie entre Taddart 2 et le col de Tichka entre les PK 335 et 348, sur une longueur de 13,5 km pour un coût global de 202 millions de dirhams, les travaux sont achevés en novembre 2016 et les travaux complémentaires de confortement de l'environnement de cette section ont atteint un avancement de 90%.



**C'est un axe principal
qui traverse
la chaîne montagneuse
du grand Atlas**





➤ Abdelkader AMARA, ministre de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau, en visite le lundi 30 septembre 2019 aux chantiers d'aménagement de la RN9 reliant Marrakech à Ouarzazate.

Lot 6 : aménagement, renforcement et amélioration du tracé de la section reliant le col de Tichka et Amerzgane entre les PK 348 et 403 sur une longueur de 54,5 Km, pour un coût global de 477 millions de dirhams et dont l'état d'avancement des travaux de l'aménagement de la route est à 18%.

Lot 7 : aménagement, renforcement et amélioration du tracé de la section reliant Amerzgane et Ait Zineb entre les PK 403 et 413 sur une longueur de 10 Km pour un coût global de 65,4 millions de dirhams et dont les travaux de l'aménagement de la route sont en cours de démarrage.

Lot 8 : dédoublement de la section reliant Ait Zineb et Ouarzazate entre les PK 413 et 431 sur une longueur de 18 Km pour un coût global de 229 millions de dirhams, ledit lot est en phase finale d'études du projet d'exécution.

Financé en totalité par le ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau, le coût global de ce projet s'élève à 1831 millions de dirhams portant sur un linéaire de 177 Km avec construction et reconstruction de 24 ponts ainsi que le traitement de plusieurs points de glissement.

La date d'achèvement de ce projet structurant est prévue en 2022

MISSIONS DU LPEE SUR CET AXE ROUTIER STRATÉGIQUE

L'intervention du LPEE sur le chantier en question est régie, soit par une convention avec l'Entreprise adjudicataire assurant ainsi le contrôle externe, soit par un marché public avec le Maître d'Ouvrage pour assurer les prestations du contrôle extérieur.

Natures des interventions

Pour les besoins du projet, le LPEE : CTR Marrakech a mis à la disposition de l'Entreprise et du M.O toutes les compétences techniques et les moyens matériels pour l'accompagnement du projet :

Etudes et expertises

- Expertises pour les glissements de terrain.

- Etudes géotechniques complémentaires des murs de soutènement.
- Avis géotechniques portant sur les stabilités de talus.
- Avis géotechniques sur les dépôts devant recevoir les déblais excédentaires du chantier.
- Réceptions géotechniques des talus après terrassements et réception de fouilles des ouvrages.
- Etude géotechnique complémentaire des butes des déblais.
- Etudes complémentaires des remblais rasants.

Essais de laboratoire et in situ

Afin d'accompagner le chantier dans des conditions optimales, un Laboratoire de chantier a été équipé sur place pour répondre à toutes les exigences des essais nécessaires selon les normes en vigueur :

- Etude de formulation des bétons.
- Etude de formulation du BBSG et la GBB (niveau 2 et niveau 4).
- Etablissement des fuseaux de régularité de fabrication des graves et granulats.
- Planches d'essai de compactage des remblais et des Graves non traitées.

- Identification des matériaux de remblai.
- Identification des graves non traitées pour couche de fondation et couche de base.
- Contrôle de compactage à l'aide de densitomètre à membrane et/ou du gamma-densimètre.
- Contrôle de la qualité des enrobés (caractéristiques du produit, compacité, hauteur de sable) et de ses constituants.
- Contrôle de la qualité des bétons (compression + traction) et de ses constituants.
- Essais de traction et de flexion sur fils de gabion (CEMGI).
- Essais sur géotextile (CEMGI).

- Réception des compacteurs (CERIT).
- Vérification des postes d'enrobé et des centrales à béton.
- Essais sur enrochements.
- Qualification des matériaux d'oued à exploiter.

Contraintes particulières du chantier

Comme il a été dit auparavant, la route nationale N° 9 traverse le haut Atlas occidental au col de TICHKA qui culmine à 2300 m, ce qui signifie que le tracé est caractérisé par des spécificités et contraintes particulières inhérentes au contexte montagneux du chantier.

En outre, l'élargissement de la plateforme à 12 m, les rectifications du tracé et l'ouverture de plusieurs sites propres ont engendré des travaux de terrassements assez conséquents dans des facies géologiques volcano-sédimentaires et métamorphiques de compétences et de structures variées, ce qui a occasionné des instabilités de terrain (glissements, chute de blocs, écroulements).

Cependant et malgré ces diverses contraintes, l'équipe du LPEE/CTR de Marrakech relève au fil du chantier ce défi et accompagne l'exécution des travaux en ayant recours au réseau LPEE avec toutes ses composantes humaines et matérielles (Logistique, expertises, centres spécialisés. Etc...). ■

LE CHANTIER RN9 MARRAKECH-OUARZAZATE ET LES CONTRAINTES NATURELLES DU SITE EN IMAGES





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



LE LPEE,
ACTEUR
ET TEMOIN
DU MAROC
MODERNE

ÉTAT D'AVANCEMENT DE LA RÉALISATION

DES GRANDS BARRAGES EN COURS

L'état d'avancement de réalisation des grands barrages a été au centre d'une réunion tenue à Rabat fin septembre 2019 et présidée par le ministre de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau, Abdelkader AMARA. Le LPEE accompagne ces grands chantiers dès leur genèse, L'une des dernières visites à laquelle le LPEE a pris part est celle du barrage de Tiddas, organisée par le Comité Marocain des Barrages (CMB).

La réunion sus-citée s'est déroulée en présence des responsables d'aménagements temporaires de ces ouvrages et a été consacrée à l'examen de l'état d'avancement des travaux de réalisation des ouvrages en question, ainsi qu'aux mesures administratives, techniques et financières à entreprendre afin d'assurer l'achèvement des travaux y afférents dans les meilleurs délais.

Il s'agit de 18 grands barrages, répartis sur plusieurs provinces à travers le Royaume, qui permettront d'assurer le stockage d'un volume total d'eau avoisinant les 4 milliards de mètres cubes, avec un coût global de 20,6 milliards de dirhams.

Lors de cette réunion, Abdelkader AMARA a mis en exergue la place importante qu'occupe la construction des barrages dans cette politique de l'eau, à travers notamment la mobilisation des ressources en eau, surtout eu égard aux changements climatiques que connaît la région. Abdelkader AMARA a également insisté sur l'importance d'entreprendre toutes les mesures possibles et a appelé à renforcer la coordination entre les différents intervenants aux niveaux central et territorial, à savoir l'Administration, les entreprises, les

bureaux d'études, les laboratoires, les autorités locales et les représentants de la population, dans le but de dépasser les contraintes et les difficultés entravant l'avancement des travaux au niveau desdits ouvrages, dans la perspective d'achever leur réalisation dans les délais prévus.

Dans ce sens, le ministre a souligné le rôle fondamental des opérations de sensibilisation du citoyen sur le comportement à adopter vis-à-vis de cette ressource vitale qu'est l'eau, dont la mobilisation est confrontée à plusieurs problématiques à l'échelle nationale, régionale et internationale.

Il a aussi mis l'accent sur l'importance d'adopter une approche proactive concernant les projets futurs, notamment ceux du Programme Prioritaire d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Irrigation 2019-2026, préparé sur Hautes Instructions de SM le Roi Mohammed VI, et présenté à l'occasion de différentes réunions présidées par le souverain.

- Barrage Dar Khroufa dans la province de Larache : les travaux sont achevés.
- Barrage Charif Al Idrissi dans la province de Tétouan : les travaux sont achevés.



➤ Axe du barrage Tiddas (photo prise à partir de la rive gauche).

- Barrage Tamaloute dans la province de Midelt : les travaux sont achevés.
- Barrage Oueljet Es Soltane dans la province de Khémisset : travaux avancés à 99.6%
- Barrage Timkit dans la province d'Errachidia : travaux avancés à 99%.
- Barrage Kaddoussa dans la province d'Errachidia : travaux avancés à 75%.
- Barrage El Kharroub dans les provinces de Larache et Tétouan : travaux avancés à 73%.
- Barrage Sidi Abdellah dans la province de Taroudant : travaux avancés à 65%.
- Barrage M'dez dans les provinces de Sefrou et Boulemane : travaux avancés à 55%.



➤ Abdelkader AMARA ministre de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau a présidé, le mardi 17 septembre 2019, une réunion consacrée à l'état d'avancement des travaux de réalisation des grands barrages.

- Barrage Agdez dans la province de Zagora : travaux avancés à 38%.
- Barrage Tiddas dans la province de Khémisset : travaux avancés à 30%.
- Barrage Ghiss dans la province d'Al Hoceïma : travaux avancés à 24%.
- Barrage Essakia El Hamra dans la province de Laayoune : travaux avancés à 18%.
- Barrage Targa Ou Madi dans la province de Guercif : travaux avancés à 15%.
- Barrage Toudgha dans la province de Tinghir : travaux avancés à 15%.
- Barrage Fask dans la province de Guelmim : travaux avancés à 13%.
- Barrage Boulaaouane dans la province de Chichaoua : démarrage des travaux.
- Barrage Ait Ziat dans la province d'El Haouz : démarrage des travaux.

Les travaux démarreront également au niveau des barrages Boulaaouane (Chichoua) et Ait Ziat (El Haouz).

La mise en eau des barrages Dar Khroufa dans la province de Larache, Charif Al Idrissi dans la province de Tétouan et Tamaloute dans la province de Midelt a été opérée. De même, la mise en eau des barrages Timkit dans la province

d'Errachidia et Oueljet Es Soltane dans la province de Khémisset sera effectuée avant la fin de l'année 2019.

VISITE DU BARRAGE TIDDAS EN NOVEMBRE 2019

Le Comité Marocain des Barrages a organisé sous l'égide du ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau - Département de l'eau, une visite au chantier du barrage Tiddas en novembre 2019.

Situation

Le site du barrage Tiddas se trouve sur l'Oued Bouregreg à environ 60 Km à l'amont du barrage Sidi Mohamed Ben Abdellah et environ 5 Km à vol d'oiseau à l'ouest du village Tiddas.

Objectifs

Alimentation en eau potable et industrielle de la région Rabat-Casablanca ; amélioration la régularisation des apports du barrage SMBA ; renforcement de production de l'énergie électrique ; protection des périmètres aval contre les inondations.

Délai des travaux

Les travaux de réalisation du barrage Tiddas s'étaleront sur une durée de 56 mois et seront achevés en 2021.

Le chantier du barrage Tiddas permettra de créer environ 400 000 jour-emploi pour la main d'œuvre ordinaire et spécialisée.

Coût et financement du projet

Le coût global des travaux du barrage est estimé à 1.400 millions de dirhams. Ce coût englobe les travaux de génie civil et d'injections, les équipements électromécaniques, l'acquisition des terrains ainsi que les études et le contrôle des travaux. Le projet est financé par le budget général de l'Etat.

Intervenants dans le projet

- Maître d'Ouvrage : ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau - Direction des Aménagements Hydrauliques.
- Ingénieur conseil : Bureau d'étude Conseil, Ingénierie et Développement-CID.
- Contrôle des travaux : Laboratoire Public d'Essais et d'Études.
- Travaux de génie civil : Société Générale des Travaux du Maroc (SGTM).
- Travaux électromécaniques : Société AICM.

(Pour plus de détails sur ce projet LPEE magazine n°79). ■

LE LPEE AU 26ÈME CONGRÈS MONDIAL

DE LA ROUTE À ABOU DHABI

Les travaux du 26ème Congrès Mondial de la Route se sont ouverts, dimanche 06 octobre 2019 à Abou Dhabi, avec la participation des délégations représentant plusieurs pays à travers le monde, dont le Maroc. Une importante délégation du LPEE était au rendez-vous pour partager sa longue expérience et son expertise de pointe dans le domaine de l'infrastructure routière.

Le Royaume a été représenté par une délégation conduite par Khalid CHERKAOUI, Secrétaire Général du ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau, un stand a accompagné l'évènement.

Ce rendez-vous, organisé du 06 au 11 octobre 2019, par le département des transports d'Abou Dhabi et l'Association Mondiale de la Route (AIPCR), est marqué par la participation de près de 5000 experts dans le domaine routier. Il a accueilli des délégations de plusieurs pays et des stands, outre 200 exposants représentant les plus grandes compagnies internationales et pas moins de 40 ministres.



Une occasion pour mettre en avant l'expérience et savoir-faire marocains distingués en matière de routes et autoroutes



Participation du Maroc aux travaux du 26ème Congrès Mondial de la Route à Abou Dhabi.

Dans une déclaration à l'Agence Maghreb Arabe Presse (MAP), Khalid CHERKAOUI a souligné que la participation du Maroc à cet évènement mondial ambitionne de mettre en avant l'expérience marocaine distinguée en matière de routes et autoroutes, notant que ce congrès offre l'occasion aux membres de la délégation marocaine, composée de responsables du ministère et de professionnels, de tenir des rencontres avec leurs homologues des autres pays pour faire connaître les chantiers

concrétisés dans le Royaume et les perspectives de développement des infrastructures dans le pays.

La délégation a participé aussi à des colloques et rencontres organisés dans le cadre de ce congrès pour débattre des défis auxquels est confronté le secteur du transport routier, notamment les changements climatiques et la mobilité durable tels le développement des véhicules électriques et les innovations dans ce domaine, a-t-il ajouté.



➤ Membres de la délégation du LPEE conduite par Mustapha FARES, DG du LPEE.

Le Maroc, membre actif de l'Association mondiale de la Route, dispose de 60000 km de routes classées dont 40000 km goudronnées, d'un réseau autoroutier de 1800 km et 1200 km de voies express, outre des infrastructures importantes dans le domaine des chemins de fer notamment le train à grand vitesse (TGV), des ports et aéroports et plateformes logistiques, a-t-il relevé.

PARTICIPATION DU LPEE

La participation à cet événement mondial a pour objectif de représenter le laboratoire LPEE auprès de la délégation marocaine aux côtés des délégués du ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de

l'Eau et des autres bureaux d'études marocains pour mettre en avant l'expérience marocaine notoire en matière d'infrastructures de transport.

DÉLÉGATION DU LPEE

- Mustapha FARES, Directeur Général du LPEE.
- Khalid EL AZDI, Directeur du Centre d'Etudes et de Recherches des Infrastructures de Transports (LPEE/CERIT).
- Lahoucine OUJAA, Directeur du Centre Technique Régional de Laâyoune-Ed Dakhla (LPEE/CTR Laâyoune-Ed Dakhla).
- Mohammed EL OUARTI, Abdellah OUALI et Abdelhak SABIHI, ingénieurs

au Centre Expérimental des Grands Travaux (LPEE/CEGT).

- Moammed LIZOUL et Ahmed ZLAYJI, ingénieurs au Centre d'Etudes et de Recherches des Infrastructures de Transports (LPEE/CERIT).
- Abdelaziz ELKHAYARI, ingénieur au Centre Technique régional de Fès-Meknès (LPEE/CTR Fès-Meknès).

MOMENTS FORTS DE LA MISSION DU LPEE

- Rencontre avec l'ambassadeur marocain aux Emirats Arabes Unis et sa visite au Stand du ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau, installé au congrès.
- Rencontre avec les représentants de la société CEREMA en tant qu'experts sur les problématiques d'environnement, d'infrastructure, de climat et d'énergie dans le but d'établir un contrat de partenariat dans le futur.
- Présentation par Khalid EL AZDI d'une contribution dans le cadre des séances programmées le 08/10/2019, sous le thème « Performances des EME et BBME : bilan des études de formulation » (voir aperçu du contenu pages suivantes).



➤ Participation du Maroc aux travaux du 26ème Congrès Mondial de la Route à Abou Dhabi.

PERFORMANCES DES EME ET BBME BILAN DES ÉTUDES DE FORMULATION

INTRODUCTION

Les EME et BBME sont venus répondre à un besoin lié à l'accroissement du trafic, à son agressivité, à l'indisponibilité des matériaux, ... La formulation de ce type d'enrobés est réalisée en suivant un processus de laboratoire visant à rechercher la composition optimale permettant d'atteindre les meilleures performances possibles ou du moins les exigences fixées par les cahiers des charges ou les normes produits correspondantes.

Quel est ce processus ? Quels résultats obtient-on ?

Quels enseignements à tirer des données disponibles ?

DÉMARCHE DE L'ÉTUDE DE FORMULATION

Objet : définir la composition granulaire, le pourcentage de liant et éventuellement celui des ajouts permettant d'atteindre les performances requises. Après une première phase d'identification des intrants, l'épreuve de formulation comprend des séquences d'essai adaptées. Ainsi, il est possible de distinguer quatre niveaux de formulation :

Niveau 4 : prend en compte la résistance à la fatigue.

Niveau 3 : introduit en plus un essai à caractère structural, la détermination du module de rigidité dans des conditions fixées.

Niveau 2 : comprend les essais de niveau 1, complétés par un essai d'orniérage. Il correspond aux formules destinées à des chaussées soumises à des contraintes particulières, en relation avec des problèmes d'orniérage tel le cas d'une chaussée supportant un

trafic élevé, un trafic lent, canalisé ou en épaisseur forte.

Niveau 1 : consiste à examiner le pourcentage des vides à la Presse à cisaillement giratoire et la tenue à l'eau du mélange. Le niveau 1 est suffisant dans les cas courants de trafics faibles ou moyens sans sollicitation particulière.

Niveau 0 correspond à la phase d'identification des matériaux de base et la composition du mélange granulaire.



BILAN DES ÉTUDES DE FORMULATION

Il s'agit de l'analyse et l'exploitation des données issues des études réalisées entre 2013 et 2017, à l'occasion de divers chantiers et à travers tout le Maroc. Un ensemble de 50 études de formulation a été examiné, portant sur les produits bitumineux suivants :

- 19 études de formulation d'EME 0/14.
- 11 études de formulation de BBME 0/10.
- 20 études de formulation de BBME 0/14.

Pour chacune des études mentionnées, ont été examinés successivement :

- **Sur le plan du mélange minéral** : les pourcentages des différents granulats, le pourcentage des agrégats d'apport, les ajouts de ciment ou de filler.
- **Sur le plan du liant utilisé** : sa classe, sa pénétrabilité, son point de ramollissement bille et anneau, son retour élastique quand cela est requis ainsi que le pourcentage adopté dans le mélange et le module de richesse correspondant.
- **Sur le plan des performances mécaniques** : les caractéristiques Duriez, PCG, orniérage, module et fatigue.

CONCLUSION

- Mener des études de formulation pour les produits type EME et BBME suppose la réalisation d'un nombre considérable d'essais allant de l'identification des matériaux de base

jusqu'à l'évaluation des performances mécaniques des dits produits. Le délai et le coût de ces études est à prendre en compte lors de la planification des travaux.

➤ Le secteur des granulats et des liants hydrocarbonés étant, pour le moment assez peu organisé en termes de régularité de fabrication, les entreprises sont amenées, pour chaque chantier de procéder à une nouvelle étude de formulation. Ceci ne permet pas la réutilisation de formules préétablies pouvant amener à optimiser les délais et coûts de ces études.

➤ Les données précédemment exposées et qui découlent des études de formulation réalisées au cours des cinq dernières années au LPEE permettent de conclure ce qui suit :

- L'étude de la compactabilité à la PCG est une étape importante qui permet de faire un premier choix de la composition à tester. Cet essai ne présente pas, en général, une difficulté particulière puisqu'on arrive assez aisément à varier deux paramètres (la proportion de la fraction sableuse et le pourcentage en bitume) pour aboutir à une formule compactable. Il est à noter que l'on est amené parfois à déroger aux valeurs de consignes dans l'objectif d'améliorer les performances mécaniques de l'enrobé.
- L'essai de sensibilité à l'eau, ne paraît pas, sur la base des études réalisées, être un essai suffisamment discriminant à même de permettre le choix entre plusieurs formules. Les

valeurs obtenues sont toujours bonnes. Par contre, il nous semble plus pertinent, pour l'évaluation de la sensibilité à l'eau, de vérifier l'affinité liant-granulat à travers l'essai d'adhésivité.

- Le recours à des formules présentant moins de 50% de sable et un passant à 2 mm ne dépassant pas 30% a permis de s'affranchir du phénomène d'orniérage en adoptant des formules rugueuses présentant un bon frottement interne. Les résultats obtenus sont toujours satisfaisants.
- Les performances mécaniques : module et fatigue, ne sont pas toujours facilement atteintes et plusieurs tentatives sont souvent nécessaires pour y arriver. Il est à préciser que :
 - Le module de l'EME fixé à 14 000 MPa est généralement atteint surtout quand on a recours à un bitume dur. La résistance à la fatigue, quand elle est demandée, est plus ou moins facilement obtenue.
 - Le module du BBME fixé à 12 000 MPa est, quant à lui, plus difficilement atteignable et l'étendue des valeurs obtenues est importante (7 000 à 12 000 MPa). Les formules validées l'ont été avec des valeurs dépassant de très peu 12 000 MPa. Sur ce point et devant cette difficulté, se pose la question de la pertinence de cette spécification ou du moins son niveau si l'on considère que cet enrobé est destiné à la couche de roulement. Pour cette dernière, il nous semble que la résistance à l'orniérage,

en plus d'être nécessaire, est suffisante pour assurer un bon comportement de la couche de roulement. La recherche de couches trop rigides en surface peut d'ailleurs conduire à un vieillissement plus rapide et une fissuration par le haut de ce type d'enrobés.

RECOMMANDATIONS

- Mieux tenir compte du délai et du coût des études de formulation dans la planification et l'exécution des travaux.
- Encourager l'organisation des carrières et des usines de modification des liants pour assurer une régularité à même de favoriser le recours à des formules pré-étudiées. Une simple vérification des intrants avec quelques essais mécaniques pourraient être dans ce cas suffisante.
- Réfléchir sur les spécifications à adopter notamment en ce qui concerne le module exigé pour les BBME. Les études de dimensionnement ou les études de variantes se feront alors sur la base des valeurs de module arrêtées.

BIBLIOGRAPHIE

- USIRF, « Les enrobés bitumineux » Editions RGRA.
- NF EN 98-140 « Couches d'assises : enrobés à module élevé ».
- NF EN 98-141 « Couches de roulement et couches de liaison : bétons bitumineux à module élevé ».

Extraits de la présentation de Khalid El AZDI au 26ème Congrès Mondial de la Route à Abou Dhabi, octobre 2019. ■

 **EN JANVIER 2020,
À DAKHLA**

FORUM DE L'ETUDIANT DE LA FORMATION ET DE L'EMPLOI - DAKHLA

Un espace de rencontres, d'échanges et de débats ouvert pour donner le maximum d'information aux jeunes afin de les accompagner dans leur choix d'études et de carrières.

Les Professionnels peuvent partager leurs expériences, faire des conventions de partenariats et d'échanges, réaliser des opportunités de coopération et de développement. Ce forum constitue un carrefour du recrutement, de l'emploi et des métiers.



 **DU 19 AU 22 FÉVRIER 2020,
À ADANA (TURQUIE)**

SALON DU GÉNIE CIVIL, DES ÉQUIPEMENTS ET DE L'AMEUBLEMENT URBAINS, DE L'AMÉNAGEMENT DES PARCS ET LIEUX DE SPORT Volet consacré aux technologies environnementales.

Secteurs concernés : Génie Civil, aménagement urbain, routes, ponts et tunnels, bâtiment et construction, équipements pour lieux de loisirs, gestion et traitement de l'eau, gestion des déchets, recyclage, protection de l'environnement.



 **DU 25 AU 27 FÉVRIER 2020,
AU PARC D'EXPOSITION DE
L'OFFICE DES CHANGES (CICEC),
CASABLANCA**

SALON INTERNATIONAL DE L'ÉNERGIE SOLAIRE ET DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE AU MAROC

SOLAIRE EXPO MAROC est une plateforme B to B adéquate et cohérente pour créer, développer et présenter des solutions pour les acteurs et les amateurs de l'énergie solaire et de l'efficacité énergétique, en permettant de présenter les innovations techniques et les dernières tendances, développer un marché à l'international, en particulier au Maroc et en Afrique.




 **FÉVRIER 2020, PARC
D'EXPOSITION DE L'OFFICE DES
CHANGES (CICEC), CASABLANCA**

SALON MAROCAIN INTERNATIONAL DU MARBRE ET DE LA PIERRE NATURELLE

Maroc Stone, une Foire Internationale du marbre et des produits en pierre naturelle au Maroc, organisé par Pyramids Group Fair.



 **DU 11 AU 15 MARS 2020,
OFFICE DES FOIRES ET
EXPOSITIONS DE CASABLANCA
(OFEC) À CASABLANCA (MAROC)**

SALON INTERNATIONAL DE L'HÔTELLERIE ET DES ÉQUIPEMENTS HÔTELIERS

Des scènes et des showrooms, des conférences et concours de renom... EH s'entoure d'experts et d'influenceurs pour dessiner l'hôtellerie et la restauration de demain.



 **DU 22 AU 25 MARS 2020,
À VÉRONE (ITALIE)**

SALON DES SOLUTIONS ET TECHNOLOGIES DES PROFESSIONNELS DE L'ASPHALTE ET DE L'INFRASTRUCTURE ROUTIÈRE

Cet événement est le rendez-vous le plus important permettant de découvrir et d'apprécier toutes les nouveautés du secteur des infrastructures routières : des matériaux, des innovations technologiques, la nouvelle réglementation européenne et les derniers objectifs et projets des techniciens et chercheurs pour la construction de routes toujours plus sûres, efficaces et respectueuses de l'environnement.



 **DU 25 AU 26 MARS 2020,**
CITÉ CENTRE DE CONGRÈS
LYON FRANCE

SALON DES FOURNISSEURS DE MATÉRIELS ET SERVICES POUR LE LABORATOIRE

Ce salon cible tout l'écosystème du laboratoire : grandes, moyennes et petites entreprises, startups, chercheurs, étudiants, sociétés savantes mais aussi acheteurs et techniciens de laboratoire du secteur public ou des industries pharmaceutiques, chimiques, agro-alimentaires, cosmétiques et des biotechnologies 63% Secteur Privé : Industrie, Recherche privée, Contrôle, Qualité, Analyse, Process, Conseil 37% Secteur public : Recherche fondamentale, académique, appliquée et publique.



25 - 26 MARS 2020
CITÉ | CENTRE DE CONGRÈS | LYON

Le salon des fournisseurs de matériels et services pour le Laboratoire


 **DU 1 AU 2 AVRIL 2020,**
À L'ESPACE GRANDE ARCHE -
PARIS - LA DÉFENSE-FRANCE

32ÈME ÉDITION DU SALON DES SOLUTIONS EN ANALYSE INDUSTRIELLE

Avec des leviers de croissance tels que l'évolution des réglementations, la recherche de l'efficacité énergétique, la quête de teneurs toujours plus faibles en qualité de l'air, le marché mondial de l'analyse industrielle connaît une jolie embellie : +5,7% (CAGR) entre 2016 et 2021, à 4,06 milliards de dollars, pour le marché mondial des analyseurs

de gaz (Markets & Markets), +13,3% (CAGR), à 3,3 milliards de dollars en 2024, pour le marché mondial du PAT (Market Research Engine).



 **DU 7 AU 9 AVRIL 2020,**
AU PARC D'EXPOSITION
DE L'OFFICE DES CHANGES
(CICEC) CASABLANCA

CONGRÈS ET SALON POUR LA PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS ET L'OPTIMISATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL

Chaque année, Casablanca, la capitale économique du Royaume du Maroc, accueille Préventica pour son Congrès / Salon dédié à la maîtrise globale des risques, véritable carrefour de rencontres entre professionnels. Cet événement de 3 jours, rassemble à la fois des acteurs institutionnels, des entreprises, des collectivités territoriales et des experts terrain. En complément des entreprises marocaines qui demeurent majoritaires, Préventica Maroc développe sa position internationale au fil des années à travers la présence de nombreux participants étrangers. Pour l'édition 2018, 30 pays étaient représentés à travers des personnalités, partenaires, conférenciers, exposants et visiteurs, tels que Sénégal, Tunisie, Côte d'Ivoire, Niger, Cameroun, Egypte, Espagne, Italie, France... mais aussi Chine, Canada, Etats-Unis et Emirats Arabes Unis.



 **DU 7 AU 9 AVRIL 2020, À L'OFFICE
DES FOIRES ET EXPOSITIONS
DE CASABLANCA (OFEC)**

SALON INTERNATIONAL DE LA LOGISTIQUE AU MAROC

Salon spécialisé en logistique leader en Afrique avec une ambition régionale claire, Logismed a atteint le statut d'évènement annuel majeur du secteur logistique à l'échelle régionale et de rendez-vous incontournable de la communauté logistique nationale, fortement impliquée dans la préparation de son programme et dans son animation effective. Organisé sous l'égide du ministère de l'Équipement, du Transport, de la Logistique et de l'Eau.



 **DU 4 AU 6 JUIN 2020,**
À BORDEAUX (FRANCE)

28È ÉDITION DES SOMMETS AFRIQUE-FRANCE

Cette 28e édition des Sommets Afrique-France réunira l'ensemble des acteurs politiques et économiques, français et africains, de plus de 50 pays, autour des projets et solutions d'aujourd'hui pour imaginer et construire, les villes et territoires durables de demain. Sous le thème central « Changer les villes et territoires pour changer la vie », cette édition abordera particulièrement la problématique de l'urbanisation et de ses défis, à transformer en opportunité.

Au Parc des Expositions de Bordeaux près de 500 entreprises françaises et africaines, seront présentes.



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	25, RUE AZILAL - CASABLANCA	05 22 54 75 03
DIRECTION DE CONTRÔLE DE GESTION, DE L'ORGANISATION ET DES SYSTÈMES D'INFORMATION/DCG-DOSI	KHALID BENJELLOUN HARZIMI		05 22 54 75 58
DIRECTION DE LA LOGISTIQUE, APPROVISIONNEMENT ET GESTION DE PATRIMOINE/DLAP	IMANE DEKKAK		05 22 54 75 28
CENTRE D'ESSAIS ET D'ETUDES ELECTRIQUES/CEEE	MOHAMED FARSI		05 22 48 87 70
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES GRANDS TRAVAUX/CEGT	MOHAMED AIT EL AAL		05 22 48 87 25
CENTRE EXPÉRIMENTAL DE L'HYDRAULIQUE/CEH	EL HASSANE ZIANE		05 22 48 87 62
CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT/CERIT	KHALID EL AZDI		05 22 48 87 13
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES SOLS/CES	ABDELOIHAD GOURRI	KM 7, ROUTE D'EL JADIDA OASIS - CASABLANCA	05 22 48 87 50
CENTRE DES STRUCTURES ET TECHNIQUES DE CONSTRUCTION/CSTC	MOHAMMED ERROUAITI		05 22 48 87 30
DIRECTION EXPORT/DE	MOHAMMED BENCHEQROUN		05 22 48 87 49
DIRECTION DU SYSTÈME MANAGEMENT ET AUDIT/DSMA	MOHAMED BENYAHIA TABIB		05 22 48 87 21
LABORATOIRE NATIONAL DE MÉTROLOGIE/LNM	MOHAMMED BERRADA		05 22 48 87 27
CENTRE EXPÉRIMENTAL DES MATÉRIAUX ET DU GÉNIE INDUSTRIEL/CEMGI	MOHAMMED ERROUAITI	CROISEMENT ROUTES NATIONALES 106 ET 107 TIT MELLIL - CASABLANCA	05 22 69 90 20
CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA POLLUTION/CEREP	ABDELMOHSINE KARIOUN		05 22 69 90 10
CTR AGADIR-GUELMIM	EL BACHIR CHERKAOUI	RUE 18 NOVEMBRE, Q.I - BB 3136 - AGADIR	05 28 82 46 88
CTR CASA-SETTAT	AYOUB BELKACEM	AV. ABDELKADER ESSAHRAOUI ARRONDISSEMENT DE SIDI OTHMANE PREFECTURE DES ARRONDISSEMENTS MOULAY RACHID - CASABLANCA	05 22 30 46 95/96
CTR FÈS-MEKNÈS	MOHAMED DOSS BENNANI	ZONE INDUSTRIELLE MEJJAT N° 143-144-145-146 COMMUNE DE MEJJAT - PRÉFECTURE MEKNÈS	05 35 50 23 97 05 35 50 36 41
LR EL JADIDA	AHMED BAHIJ	LOT 206 - ZONE INDUSTRIELLE - EL JADIDA	05 23 37 38 82
CTR LAÏYOUNE-ED DAKHLA	LAHOUCINE OIJAA	PARC DES TRAVAUX PUBLIC BP 353 - LAÏYOUNE	05 28 89 48 33
CTR MARRAKECH	YOUNNESSE ABBAD EL ANDALOUSSI	HAY AL MASSIRA I, LOT 675B ET 681B - BP 4732 - MARRAKECH	05 24 34 63 22
CTR OUJDA	HASSAN BAKALI	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 - KÉNITRA	05 37 37 85 14
LR SAFI	AHMED BAHIJ	RÉSIDENCE NIASS, RUE TAIB BEN HIMA - SAFI	05 24 62 00 12
CTR TANGER-TÉTOUAN-AL HOCEIMA	ABDELKHALEK ZERYOUH	ROUTE DE MARTIL, ZI - BP 6015 - TÉTOUAN	05 39 97 96 67

LPEE MAGAZINE

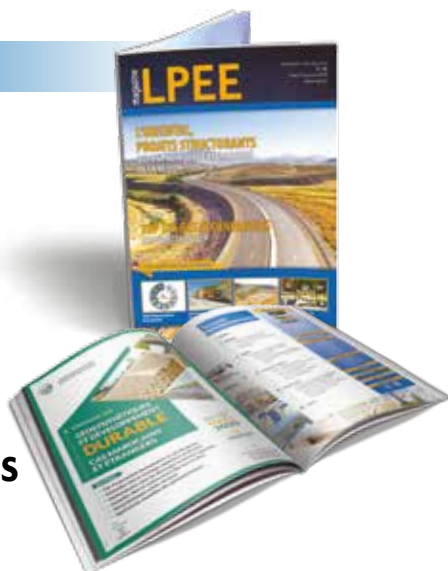
édité par le LPEE

N° 88

L'ORIENTAL, PROJETS STRUCTURANTS

qui ont renforcé
l'attractivité
de la région

**TOP DIX
DES TECHNOLOGIES**
innovantes du BTP



N° 87

CAMEROUN

barrage de Nachtigal

QUALITÉ

des eaux et sable
des plages du Royaume



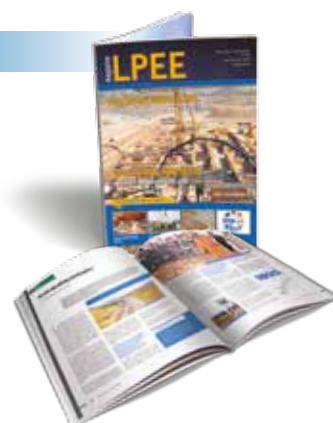
N° 86

UN CENTRE HOSPITALIER

universitaire à Agadir
en 2021

UNE JOURNÉE TECHNIQUE

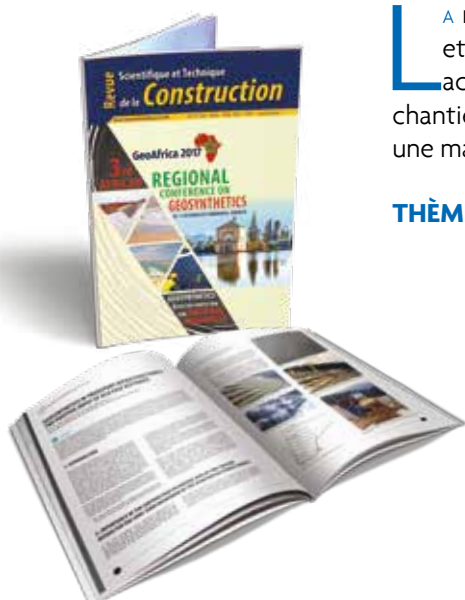
au LPEE/CTR Agadir-
Guelmim



LA RSTC

REVUE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE CONSTRUCTION N° 137-138

éditée par le LPEE



La revue aborde, désormais, la construction sous un angle « Technique et Scientifique », et se veut notamment s'ouvrir davantage sur les travaux de recherches. Qu'elles soient achevées ou en cours ou traitant de problématiques ponctuelles rencontrées sur chantiers ou encore proposant des solutions, ces recherches présenteront indéniablement une matière intéressante pour les professionnels voire pour tout lecteur de différents bords.

THÈME GÉNÉRAL :

- Géosynthétiques, une protection efficace pour les ressources naturelles :
 - Les propriétés et la performance des géosynthétiques.
 - Les déchets.
 - Les murs renforcés.
 - Le renforcement des fondations superficielles.
 - L'utilisation des géosynthétiques dans les infrastructures de transport.
 - L'utilisation des géosynthétiques dans les structures hydrauliques.
 - Les géosynthétiques et la filtration des sols.



Le réseau LPEE

Centres Spécialisés





C.E.R.T.
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.cerit@lpee.ma

C.E.M.I.
Centre Expérimental 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.cemil@lpee.ma

C.E.G.T.
Centre Expérimental des Grands Travaux Barrages, Ports, Aménagements
Tél : 05 22 48 87 25
Fax : 05 22 48 87 06
lpee.cegt@lpee.ma

C.S.T.C.
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

C.E.R.H.
Centre Expérimental de l'Hydraulique Modélisations, Bathymétrie
Tél : 05 22 48 87 62
Fax : 05 22 23 43 04
lpee.cerh@lpee.ma

C.E.R.E.P.
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.cerep@lpee.ma

C.E.S.
Centre Expérimental des Sols Géotechniques, Sols, Fondations
Tél : 05 22 48 87 50
Fax : 05 22 23 41 88
lpee.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



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

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

Beni Mellal
Route de Tadla BP 136
Tél : 05 23 48 28 46
Fax : 05 23 48 49 02
lpee.benimellal@lpee.ma

Casablanca
Av. Abdelkader Essahraoui Arrondissement de Sidi Othmane Préfecture des Arrondissements Moulay Rachid
Tél : 05 22 30 46 95 / 96
Fax : 05 22 31 97 10
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

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

Fès
Quartier de la Pépinière Dokkarat B.P. 2407 Fès Principal
Tél : 05 35 65 44 63 / 65 41 98
Fax : 05 35 65 49 61
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

Laâyoune
Parc des Travaux Public BP 353
Tél : 05 28 89 48 33
Fax : 05 28 89 11 06
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

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

Meknès
Zone Industrielle Mejjat N° 143-144-145-146 Commune de Mejjat - Préfecture Meknès
Tél : 05 35 50 23 97 / 36 41
Fax : 05 35 50 24 88
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

Ouarzazate
Quartier industriel N°6
Tél : 05 24 88 51 81
Fax : 05 24 88 51 40
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

Safi
Route Dar Si Aïssa, ville nouvelle
Tél : 05 24 62 00 12
Fax : 05 24 62 65 23
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

Tétouan
ZI - BP 6015 Martil
Tél : 05 39 97 96 67
Fax : 05 39 68 80 21
lpee.tetouan@lpee.ma

Le LPEE, un leader pour partenaire