

ROYAUME DU MAROC



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

# SÉMINAIRE SUR GALERIES ET EXCAVATIONS EN SITE URBAIN

30 NOV  
2018

À FÈS



## ORGANISATEURS



COMITÉ MAROCAIN DE MÉCANIQUE  
DES SOL ET DE LA GÉOTECHNIQUE



COMITÉ MAROCAIN  
DES BARRAGES

## PARTENAIRES

المختبر العمومي للتجارب والدراسات  
HITCH 4-KA-PAHFI YOCIA H'ECOLFI  
LABORATOIRE PUBLIC D'ESSAIS ET D'ÉTUDES

ESPLANADE YEMOUY



ASSOCIATION MAROCAINE  
DES TRAVAUX SOUTERRAINS



## PROGRAMME

# GALERIES ET EXCAVATIONS EN SITE URBAIN

Organisée à l'initiative des Comités Marocains de Barrages (**CMB**) et de la Mécanique des Sols et de la Géotechnique (**CMMMSG**), cette rencontre scientifique est l'occasion de rassembler les différents experts du domaine des travaux souterrains, notamment les grandes infrastructures situées en milieu rural comme les barrages ou les chantiers urbains structurants.

A travers sa longue expérience dans l'accompagnement technique des travaux publics et de génie civil ainsi que son ouverture maghrébine et à l'international, le CMMMSG, dont le secrétariat est basé au siège du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), œuvre à la formation des ingénieurs marocains depuis 1967 et se veut une plateforme d'échange de connaissances et d'expériences entre spécialistes des métiers de la géotechnique et de la mécanique des sols.

Le programme du séminaire s'étend sur deux journées, la première consacrée à des interventions thématiques et des retours d'expériences, notamment sur les chantiers urbains (excavations des galeries et des sous-sols) et les ouvrages hydrauliques dont les barrages Kharroub (Tanger) et M'dez (Sefrou) dont les capacités de stockage atteignent respectivement 185 et 700 millions de m<sup>3</sup>.

A l'issue de cette première journée, les participants sont invités à l'Assemblée Générale de l'Association Marocaine des Travaux Souterrains (**AMTS**), organisme créée en 1988 et qui rassemble des opérateurs publics et privés de la chaîne de valeur des travaux publics d'infrastructures souterraines (tunnels, ponts, barrages, etc.) au Maroc. L'objectif de cette rencontre est l'élection d'un nouveau Conseil pour la continuation des efforts déployés au niveau de la recherche scientifique et de la coopération nationale et internationale.



La deuxième journée est consacrée à une visite de terrain au chantier du **barrage M'dez** sur l'oued Sebou, à 58 km au sud-est de la ville de Sefrou.

## COMITÉ SCIENTIFIQUE ET D'ORGANISATION

MAHFOUD Jamal, **CMB**  
FARES Mustapha, **CMMMSG**  
EL GHOMARI Khalid, **CMB**  
EJJAAOUANI Houssine, **CMMMSG**

AKALAY Mohammed Bachir, **CMB**  
DERRADJI Abdelkrim, **CMMMSG**  
EL GHISSASSI Abderrahim, **CMB**

## SECRÉTARIAT D'ORGANISATION

METRANE Hasna, **LPEE**

Pour toute information sur le programme ou l'organisation de l'évènement, merci de prendre contact avec le Comité chargé de la coordination au **05.22.54.75.81 (tel) / 05.22.54.75.12 (fax)** ou sur l'adresse mail : [lpee.dts@lpee.ma](mailto:lpee.dts@lpee.ma).



30 Novembre 2018

08h30 ▶ 09h00	<b>Accueil et Inscription</b>
09h00 ▶ 09h15	<b>Ouverture du séminaire par les présidents du CMB et CMMSG</b>
09h15 ▶ 09h35	<b>Conception et réalisation des souterrains des ouvrages annexes du barrage Kharroub</b> <i>Abdellah ZAKARIA, NOVEC</i>
09h35 ▶ 09h55	<b>Excavation des galeries en site urbain</b> <i>Houssine EJJAOUANI, LPEE</i>
09h55 ▶ 10h15	<b>Travaux de tunnels : mode de creusement et sa relation avec le soutènement provisoire et définitif</b> <i>Imad SAND, CAPEP</i>
10h15 10h45	<b>Pause-café</b>
10h45 ▶ 11h05	<b>Travaux souterrains du Barrage M'dez</b> <i>Abdelaziz NAJI, DAH</i>
11h05 ▶ 11h30	<b>Excavation des sous-sols RMC</b> <i>Tarik EL MALKI, SETEC</i>
11h30 ▶ 12h30	<b>Débat</b>
12h30 14h45	<b>Pause Déjeuner</b>
14h45 ▶ 15h10	<b>Travaux souterrains du projet de Transfert d'eau des bassins excédentaires du Nord vers les bassins déficitaires du Centre</b> <i>El Mostafa CHIHANI, CID</i>
15h10 ▶ 15h35	<b>Désordres dus aux travaux de sous-sols</b> <i>Redouane NABAOUI, LPEE</i>
15h35 ▶ 16h00	<b>Débat</b>
16h00 16h30	<b>Pause-café</b>
17h00	<b>Assemblée Générale de l'AMTES</b>
20h00	<b>Diner</b>



01 Décembre 2018

## Visite du chantier du barrage M'dez PROJET POUR LA SAUVEGARDE DE LA PLAINE DE SAÏS

08h30	Départ de l'hôtel pour la visite du barrage M'dez
09h30	Accueil des participants sur le chantier
09h45	Allocution du Président du CMB
10h00	<b>Exposés techniques :</b> <b>Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le Bassin Hydraulique de Sebou</b> <i>Samira EL HAOUAT, Directrice de l'ABHS</i> <b>Projet d'Aménagement Hydro-Agricole pour la sauvegarde de la plaine de Saïs</b> <i>Nabil ALOUSSI, Chef du projet</i> <b>Présentation du barrage M'dez et état d'avancement des travaux</b> <i>Abdelaziz Naji, Chef d'aménagement du barrage M'dez</i> <b>Résultats des essais de laboratoire</b> <i>Abdelouahab Tihouna, Chef du laboratoire du Maître d'Ouvrage</i>
11h30	Débat
12h00	Visite du chantier : Digue du barrage • Vidange de fond et puits de vannage • Evacuateur des crues.
14h00	Déjeuner sur place
15h30	Départ

Carte de situation du barrage M'dez





## CONCEPTION ET RÉALISATION DES SOUTERRAINS DES OUVRAGES ANNEXES DU BARRAGE KHARROUB

*Abdellah ZAKARIA, NOVEC*

*Abdellah.ZAKARIA@novec.ma*

Ingénieur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de Grenoble  
Directeur des Aménagements Hydrauliques, NOVEC

**Résumé :** le barrage Kharroub dans la Wilaya de Tanger comporte une digue principale et une digue de col en alluvions avec noyaux argileux et des ouvrages souterrains constituant ses ouvrages annexes. Ces derniers sont implantés en rive gauche constituée de pélites schisteuses à structures perturbées et plissées. Les galeries de vidange de fond et de l'évacuateur de crue ont des longueurs respectives de 560 et 420 m et des diamètres excavés relativement grands de 7.25 et 9.50 m. Les puits de

vannage et de l'évacuateur de crue ont des diamètres respectifs de 16.40 et 17.20 m. La particularité des souterrains au barrage Kharroub étant la nature du terrain relativement médiocre et la faible couverture ainsi que la proximité des galeries entre elles. Grâce aux soutènements et aux dispositions de phasage prévues par les études d'exécution et pendant les travaux, les excavations souterraines ont pu être réalisées avec succès.



## EXCAVATION DES GALERIES EN SITE URBAIN

*Houssine EJJAOUANI, LPEE*

*ejjaouani@lpee.ma*

Docteur en géotechnique, Expert Géotechnicien  
Ingénieur d'État, ENPC Paris (+30 ans d'expérience)

- Directeur général adjoint, LPEE
- Directeur technique et scientifique, LPEE
- Secrétaire Général du Comité Marocain de Mécanique des Sols et de la Géotechnique CMMSG
- Membre du Bureau Association Marocaine des Travaux Souterrains, AMTES

**Résumé :** la présente communication a pour objectif de présenter deux cas pathologiques de creusement d'une galerie dans la ville de Salé qui a donné lieu à des cassures de conduites et à des affaissements importants de l'ordre de 60 cm au niveau des trottoirs et a aussi occasionné des désordres dans la galerie elle-même et au niveau de la voie de Tramway. Ces désordres sont dus à un manque d'étude adéquate, en ne s'intéressant qu'à la stabilité de la galerie, sans se soucier des déplacements et des tassements que susciterait son creusement sur l'impact de l'environnement. Le

deuxième exemple est celui de la trémie de Casablanca qui, par sa longueur importante et son positionnement qui est perpendiculaire au sens de l'écoulement de l'eau vers la mer constitue un effet de barrage. Les conséquences de cet effet est catastrophique pour l'environnement parce qu'il conduit à une montée du niveau d'eau coté amont, ce qui peut donner des inondations au niveau des sous-sols et un rabattement du niveau d'eau coté aval qui peut donner des tassements. Pour remédier à cela, une solution de drainage ponctuelle sous le radier, le long du tracé a été réalisée.



## TRAVAUX DE TUNNELS : MODE DE CREUSEMENT ET SA RELATION AVEC LE SOUTÈNEMENT PROVISOIRE ET DÉFINITIF

*Imad SAND, CAPEP*

*aimad.sande@yahoo.fr*

Ingénieur d'État en Génie Rural, IAV Hassan II, Rabat  
Directeur des Travaux

**Résumé :** bien avant l'homme, la nature a su creuser des souterrains et parfois avec des dimensions surprenantes (Grottes de Friouato : aven de 30 m de diamètre, 271 m de profondeur et qui se prolonge sous terre sur 3,5 km -- <http://www.ecologie.ma/friouato-la-grotte/-->). Au Maroc, depuis plus d'un siècle, on connaît assez bien la géologie plus au moins détaillée des différentes zones du Royaume, des études géologiques approfondies sont déjà bien entamées. Malgré cela, on n'est jamais à l'abri d'une rencontre fortuite de zones géologiques inattendues lors du creusement d'un tunnel, surtout dans le domaine urbain. Cette présentation traitera, suite au retour d'expérience de l'entreprise CAPEP en plus des données

académiques, la relation qui lie le mode de creusement à la nature du terrain rencontré (études géotechniques) et cette dernière au mode de soutènement provisoire et définitif. Après une introduction aux travaux en souterrain, la présentation se penchera sur les méthodes de creusement fréquentes et leur dépendance à la nature du terrain rencontré et à la section de l'ouvrage (surtout en milieu urbain). La troisième partie aborde les techniques de soutènement classiquement utilisées suivant la mécanique des roches au travers de la description des massifs rencontrés, un domaine de l'ingénierie dont les fondements mécaniques sont encore empiriques même si en la matière, notre pays n'a pourtant pas à rougir.



## TRAVAUX SOUTERRAINS DU BARRAGE M'DEZ

BARRAGE M'DEZ : PROET DE SAUVEGARDE DE LA PLAINE IRRIGUEE DE SAIS TRAVAUX DE FOUILLES ET SOUTÈNEMENT DE LA GALERIE DE VIDANGE DE FOND ET DE SON PUIITS DE VANNAGE ASSOCIÉ CINÉMATIQUE, CONTRAINTES ET ADAPTATIONS

*Abdelaziz NAJI, DAH*

*naji.abdelaaziz@gmail.com*

Ingénieur d'État, EHTP

Chef d'Aménagement du barrage M'dez dans la province de Sefrou

- Chef de service Conception des ouvrages 2006-2010, Rabat
- Chef de service Béton au chantier de la surélévation du barrage Sidi Mohamed Ben Abdellah à Rabat 2003-2006

**Résumé :** le barrage M'dez fait partie de l'aménagement du Haut Sebou, et sera réalisé sur l'oued Sebou à environ 60 Km au Sud Est de la ville de Sefrou. D'une capacité de 700 Mm<sup>3</sup>, il permettra la sauvegarde de la plaine de Saïs par le transfert d'un volume annuel de 125 Mm<sup>3</sup> et l'alimentation en eau potable des centres avoisinants

aussi bien que l'amélioration du niveau de protection des zones situées à l'aval contre les inondations. Le site du barrage est implanté sur le flanc aval d'un synclinal dont les couches plongent doucement et sont constituées principalement d'une alternance de marnes gréseuses à calcaireuses et de grès calcaires. Mise à part l'évacua-

teur de crue qui est un ouvrage à surface libre, tous les autres ouvrages annexes associés au barrage sont des ouvrages souterrains (galerie de dérivation provisoire, galerie et puits de vidange de fond, galerie et puits de la prise agricole, galeries des prises d'eau potable et galerie d'injection). Tous ces ouvrages sont implantés en rive droite. Les diamètres d'excavation des différentes galeries varient entre 2,6 m et 8,8 m ; les diamètres d'excavation des puits varient de 9,5 m à 18 m. La longueur totale des galeries et puits souterrains est environ 1330 ml. Tous les travaux d'excavation en souterrain ont été effectués à l'explosif, les soutènements se font au fur et à mesure de l'avancement des excavations. Les travaux d'excavation et de soutènement au niveau des galeries de dérivation provisoire, des prises AEP et de la galerie d'injection ont

été réalisés dans les meilleures conditions sans aucun incident notable. Pour la galerie de vidange de fond et son puits associé et vu la complexité des excavations, le diamètre important de la galerie au niveau de la transition et compte tenu de la hauteur importante de la jonction entre le puits et la galerie de vidange, il a été nécessaire d'adopter une cinématique bien étudiée d'exécution qui a permis d'avancer d'abord en trois fronts : galerie amont, galerie aval et puits tout en préservant les conditions de sécurité du personnel et du matériel. Dans le but d'assurer un avancement acceptable tout en préservant la sécurité du chantier il s'est avéré nécessaire d'adopter des adaptations au niveau du soutènement prévu. Le présent exposé relate la cinématique ainsi que les adaptations adoptées pour réaliser ces travaux.



## EXCAVATION DES SOUS-SOLS RMC

*Tarik EL MALKI, SETEC*

[tarik.elmalki@setec.com](mailto:tarik.elmalki@setec.com)

Ingénieur, EHTP / ENPC

Responsable de l'activité géotechnique de SETEC Maroc et représentant de Terrasol au Maroc

**Résumé :** avec la densification du tissu urbain de nos jours, les excavations en milieu urbain commencent à s'imposer comme des solutions de plus en plus contournables pour l'édification de nouvelles constructions. Les nouvelles tours, les parkings souterrains ou mêmes les simples bâtiments en ville sont le plus souvent confrontés à la présence, soit de mitoyennetés physiques existantes (bâtiments, routes... etc), soit de mitoyens foncière correspondant à des terrains non encore construits. Les fouilles en phases provisoires sont généralement des étapes très délicates dans la vie du projet, un blindage ignoré ou mal intégré dans la vie du projet, peut conduire facilement à des désordres très coûteux. De ce fait, la sensibilisation des BET, et Laboratoires monte en flèche au Maroc ces der-

nières années, que ce soit par des journées scientifiques dédiées à ce sujet, ou par la récurrence de publications associées dans les différents congrès géotechniques. Cet article présente notre retour d'expérience sur la fouille du projet RMC à Casablanca avec ses fouilles de 20 m de profondeur pour la réalisation d'un parking de cinq niveaux de sous-sols d'un hôtel entouré avec un contexte urbain très dense : bâtiment R+15, hôtels, grand boulevard...etc. L'article expose le contexte géotechnique dans lequel s'inscrit ce projet et présente l'approche qui a été adoptée pour mener les études et les travaux dans les conditions les plus sécuritaires. L'article mettra l'accent essentiellement sur l'approche observationnelle qui accompagne les travaux des terrassements en cours.



## TRAVAUX SOUTERRAINS DU PROJET DE TRANSFERT D'EAU DES BASSINS EXCÉDENTAIRES DU NORD VERS LES BASSINS DÉFICITAIRES DU CENTRE

*El Mostafa CHIHANI, CID*

[echihani@cid.ma](mailto:echihani@cid.ma)

Directeur du Pôle Aménagements Hydrauliques & Hydro-agricoles, CID

**Résumé :** le projet de transfert des eaux des bassins excédentaires du Nord vers les bassins déficitaires du Centre et Sud permettra en phase finale de transférer un volume annuel de 845 millions de m<sup>3</sup> avec un débit maximum de 45m<sup>3</sup>/s. La longueur

totale des ouvrages de transfert est de 500 Km comprenant en particulier 145 Km de galeries. Cet exposé va étayer les difficultés d'exécution de ces galeries ainsi que les travaux de reconnaissance, de définition et de conception.



## DÉSORDRES DUS AUX TRAVAUX DE SOUS-SOLS

*Redouane NABAOUI, LPEE*

[nabaoui@lpee.ma](mailto:nabaoui@lpee.ma)

Ingénieur d'État EMI/BPC

Directeur LPEE/CTR Rabat-Salé-Kénitra

**Résumé :** les projets de construction avec plusieurs sous-sols (deux, trois voir plus) en zone urbaine sont devenus récurrents ces dernières années pour diverses raisons. Les excavations en profondeur sur des terrains relativement limités en surface et fréquemment dans des zones de mitoyenneté avec des constructions existantes et/ou des voies de circulation nécessitent normalement des investigations et études géotechniques spécifiques pour la stabilité des parois de l'excavation et des ou-

vrages adjacents. Souvent les promoteurs et parties impliquées ne donnent pas de l'importance à ces études spécifiques et des incidents surviennent parfois avec des dégâts pour le projet et le voisinage, dégâts pouvant conduire aussi à des pertes humaines dans certains cas. Des exemples de désordres vécus sur des projets à Rabat sont présentés dans la présente communication en explicitant le contexte de chaque chantier et les solutions adoptées pour la poursuite des travaux.

SÉMINAIRE SUR  
GALERIES  
ET EXCAVATIONS  
EN SITE URBAIN

Fès

Adresse : LPEE, 25 rue Azilal Casablanca

E-mail : [lpee.dts@lpee.ma](mailto:lpee.dts@lpee.ma)

Phone : 00 212 5 22 54 75 81

Fax : 00 212 5 22 54 75 12

