

COMITE DE LECTURE INTERNATIONAL INTERNATIONAL JOURNAL PEER REVIEW PANEL

Nom	Prénom	Grade	Université	Faculté	Laboratoire
Abbas Elady	Rafik	Professeur des propriétés et résistance des matériaux	Université d'Alexandrie	Institut des études supérieures et de recherche	Laboratoire des matériaux de construction
Abel	Mohamed	Professeur	Université de Blida	Technologie	Laboratoire de géomatériaux et de génie civil
Abou-Bekr	Nabil	professeur	Université de Tlemcen	Technologie	Eau et ouvrages dans leur environnement (EOLE)
Afra	Hamid	Directeur de Recherche, Professeur	Centre national d'études et de recherches intégrées du bâtiment (CNERIB)		
Aït - Mokhtar	Abdelkrim	Professeur	Université de La Rochelle	/	Laboratoire des sciences de l'ingénieur pour l'environnement
Belarbi	Abdetdjal	Distinguished professor and chair	University of Houston, Houston, Texas USA	engineering	Structural laboratory
Belarbi	Rafik	Maître de conférences, HDR	Université de La Rochelle	sciences et technologies	Laboratoire des sciences de l'ingénieur pour l'environnement (LaSIE)
Bonsabli	Mahmoud	Professeur	Université Saoud Dahlab de Blida	Technologie	Laboratoire de géomatériaux et génie civil
Bouafia	Ali	Professeur	Université Saoud Dahlab de Blida	Technologie	Laboratoire de géomatériaux et génie civil
Bourahla	Nouredine	Professeur	Université Saoud Dahlab de Blida	Technologie	Laboratoire géomatériaux et génie civil
Djetal	Chafika	Professeur des universités Responsable de l'axe géomatériaux du laboratoire de génie civil et de géo-environnement (LGCGE)	Université d'Artois	/	Laboratoire de génie civil et de géo-environnement
Ghorab	Hanan Youssef	Professeur	Helwan University, Cairo, Egypt	Faculty of science	Département of chemistry
Hinnouf	Slimane	Professeur	Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem	Sciences et technologie	Construction, transport et protection de l'environnement
Khebilj	Abdelhafid	Professeur des universités	Université de Nantes	IUT de Saint Nazaire	Institut de recherche en génie civil et mécanique (GEM UMR - CNRS 6183)
Mitiche, Kertab	Ratiba	Professeur	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	Génie civil	Laboratoire construction et environnement (LCE) unité de recherche ingénierie et environnement (URIE)
Nechniche	Hocine	Maître de recherche (A)	Agence spatiale algérienne	Centre des techniques spatiales	Laboratoire de géomatique
Nour	Ali	Professeur associé	Ecole polytechnique de Montréal	Génie civil, géologie et des mines	Laboratoire Génie des structures
Oudjit	Mohamed Nadjib	Professeur	Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène	Génie civil	Laboratoire du bdt dans l'environnement
Redjel	Bachir	Professeur des Universités	Université Badji Mokhtar, Annaba	Sciences de l'ingénieur	Laboratoire de Génie civil

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES TRAVAUX PUBLICS**

SOMMAIRE

RESPONSABLE DE LA PUBLICATION

ZERZOUR Ali

Directeur Général de l'ENSTP

COMITE SCIENTIFIQUE

DERRICHE Zohra, Professeur

AMIEUR Mohamed, Maître de Conférences (A)

HADID Mohamed, Professeur

TAKI Mohamed, Maître de Conférences (A)

ZERZOUR Ali, Professeur

DIRECTEUR DE LA REDACTION

GUETTACHE Brahim

SECRETAIRE DE REDACTION

BOUDHANE Widad

CONCEPTION ET REALISATION

Phot. Com. Moderne

ALGERIE EQUIPEMENT / ENSTP

Ecole Nationale Supérieure Des Travaux Publics

Rue Sidi Garidi, 16051, Kouba - Alger

Tél.: +213 (0) 21 28 87 61

e-mail : enstp@wissal.dz

Site Web : www.enstp.edu.dz

Dynamique des sols

Indice du potentiel de liquéfaction..... 2
F. BAHJ, M. BENSABJI

Matériaux

Élaboration de bétons autoplaçants à base de sédiments de dragage du barrage de Fergoug.....10
N. BELAS, O. BELARIBI, B. BOULAKOUD, M. BENKHIRA, N. BOUHAMOU, A. MEBROUKI

Matériaux/covironnement

Valorisation des résidus d'épuration des fumées d'incinération des ordures ménagères (r.e.f.i.o.m.) en technique routière : procédures expérimentales..... 19

R. BELOUETTAR, A.L. KECHEBAR, I. SAADI

Dynamique hydrique

Étude des effets des puissances érosives de pluie et de ruissellement sur l'érosion d'un sol agricole remanié..... 25

L. MOUZAI, M. BOUHADEF

Matériaux

Valorisation des schistes houillers dans les bétons bitumineux..... 33

HIMOURI SLIMANE, BENDANI KARIM, ACID MOHAMED

Physique du bâtiment

Développement et mise en œuvre d'un modèle numérique pour l'analyse du transfert couplé d'air, de chaleur et d'humidité dans les enveloppes de bâtiments.....45

MALIKI Mustapha, BENDANI Karim, LAREDJ Nadia, HASSAN Naji, MISSOUM Hanifi

Dynamique des structures

Performance sismique des voiles de contreventement en béton armé avec ouvertures excentrées 53

Rafik TALEB, Hakim BECHTOULA, Noureddine BOURAHLA, Susumu KONO

INDICE DU POTENTIEL DE LIQUEFACTION

F. BAH¹, M. BENSAB²

¹ Maître Assistante, Département de Génie Civil, Université de Tissemsilt, Algérie, e-mail : bah_fatima@yahoo.fr

² Professeur, Département de Génie Civil, Université Saad Dahlab, Blida, Algérie, e-mail : bensaibim@yahoo.co.uk

RESUME

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés à l'estimation de l'indice de potentiel de liquéfaction en nous basant sur une des méthodes d'évaluation du risque de liquéfaction. C'est la méthode d'Iwasaki.

Cette dernière permet d'estimer le potentiel de liquéfaction global d'un site en tenant compte des caractéristiques géotechniques de ce dernier.

Un outil d'application a été élaboré sous DELPHI afin de mettre en œuvre la méthode pour l'estimation de l'indice.

Cet indice permet de classer un site en fonction de l'importance du phénomène de liquéfaction du sol.

Des exemples ont été traités par le programme. Les résultats obtenus montrent une bonne corrélation entre le programme que nous avons élaboré et les résultats d'un laboratoire en Algérie.

Mots clés : Liquéfaction, Potentiel de liquéfaction, Méthode FI, Séisme.

1. INTRODUCTION

La littérature géotechnique décrit de très nombreux exemples de sinistres associés à des ruptures de sol. Lors de ces ruptures, le sol perd soudainement une grande partie de sa résistance. Ce phénomène peut se produire dans le cas de liquéfaction par exemple. Ceci se traduit par une augmentation de la pression interstitielle qui a pour conséquence une diminution des contraintes effectives régissant dans le sol et conduit donc à une diminution de la résistance du sol au cisaillement qui, à l'état ultime peut devenir nulle [1]. Ce type de comportement est généralement observé dans le cas de matériaux sableux soumis à des sollicitations rapides, monotones ou cycliques, telles que les séismes.

La liquéfaction des sols occasionne des désordres importants pouvant aller jusqu'à la ruine des ouvrages. On peut citer par exemple le séisme de Niigata au Japon et celui d'Alaska en 1964 [1]. Ces deux séismes ont été à l'origine du développement de recherches importantes dans ce domaine.

En Algérie, le phénomène de liquéfaction a été observé notamment en 1980 lors du séisme de Chlef et en 2003 lors du séisme de Boumerdès. Afin de pouvoir réduire les pertes dues au phénomène de liquéfaction, plusieurs méthodes d'évaluation du potentiel de liquéfaction ont été élaborées. On peut les classer en trois grandes catégories [2] :

Catégories 1 : celles qui se basent sur les critères historiques;

Catégories 2 : celles qui se basent sur les critères géologiques;

Catégories 3 : celles qui se basent sur les critères géotechniques.

Les critères historiques ont été développés pour la compréhension du phénomène : ce sont les premières méthodes utilisées. Elles se basent sur des observations faites lors de séismes. Il est apparu qu'un dépôt ayant déjà

subi une liquéfaction peut être de nouveau le siège d'une liquéfaction lors d'un nouveau séisme [3].

On peut citer comme critères historiques :

- la distance maximale : la susceptibilité à la liquéfaction peut être estimée directement de la magnitude du séisme prédit en comparant la distance de l'épicentre du site liquéfié le plus lointain avec la magnitude du séisme [3-7].

- l'intensité : on peut aussi déterminer la susceptibilité à la liquéfaction à partir de l'intensité [3, 4].

Par la suite, sont venus les critères géologiques qui permettent une appréciation du phénomène de liquéfaction en se basant sur le retour d'expérience. A partir des observations, il est apparu que les sols les plus susceptibles de se liquéfier appartiennent à des âges géologiques récents [3, 8].

Enfin, les derniers critères apparus pour l'estimation du risque de liquéfaction sont les critères géotechniques qui permettent de déterminer les différentes contraintes en se basant sur les paramètres physiques et mécaniques du sol.

Ces paramètres se déterminent à partir d'essais géotechniques [9-14].

Les deux premières catégories ne s'appliquent qu'à des sites ayant déjà subi le phénomène de liquéfaction. Pour les autres types de site, la catégorie 3 est la plus adaptée. Aussi, nous nous intéresserons à ce type de méthode.

En général, les méthodes géotechniques fournissent un facteur de sécurité local (à une profondeur donnée) pour un sol susceptible de se liquéfier. Afin d'établir une relation entre les facteurs de sécurité et les différentes profondeurs pour obtenir une estimation globale du potentiel de liquéfaction du terrain considéré, une méthode a été développée par Iwasaki.

Dans le présent article, nous nous sommes intéressés à cette méthode d'évaluation du

risque de liquéfaction, afin de se doter d'un outil numérique à même de nous renseigner sur le risque de liquéfaction d'un terrain en Algérie.

2. PRINCIPE DE LA MÉTHODE

Pour cette méthode, il faut considérer deux approches complémentaires pour délimiter les zones liquéfiables :

• **1^{ère} approche** : évaluer le facteur de résistance à la liquéfaction du dépôt de chaque profondeur par la méthode F_L (Japon Road Association [3]), prenant en compte l'influence des facteurs naturels (facteur de finesse, contraintes effectives et totales, taille des grains, accélération, séisme).

L'estimation du potentiel de liquéfaction d'un site par la méthode F_L consiste en les étapes suivantes :

Etape 1

Estimation de la résistance à la liquéfaction de sols (R) dans un dépôt [3] :

$$R = C_w \cdot R_L \quad (1)$$

C_w : coefficient de corrélation du type sismique [3] ;

R_L : taux de résistance cyclique obtenu par le test de laboratoire donné par :

$$R_L = 0,0882(N_a / 1,7)^{0,5} \quad \text{pour } (N_a < 14)$$

$$R_L = 0,0882(N_a / 1,7)^{0,5} + 1,6 \times 10^6 ((N_a - 4)^{4,5}) \quad \text{pour } (14 \leq N_a)$$

avec N_a : valeur de N_{SPT} corrélée avec la granulométrie dépendant du type de sols [3].

Etape 2

Estimation de la contrainte de cisaillement (L) susceptible d'être induite dans le dépôt de sol lors d'un séisme [3, 15], donnée par la formule suivante :

$$L = \alpha / g \cdot \sigma_v / \sigma_v' \cdot r_d \quad (3)$$

avec :

r_d : facteur de réduction de contrainte

$$r_d = 1,0 - 0,015 x \quad (4)$$

x : profondeur (m)

α : accélération de la gravité

σ_v : pression de surcharge totale (kN / m^2)

σ_v' : pression de surcharge effective (kN / m^2)

Etape 3

Estimation du facteur de résistance à la liquéfaction (F_L) du dépôt sur la base des étapes précédentes [3, 15] donnée par le rapport de la résistance à la liquéfaction R sur la contrainte de cisaillement L comme suit :

$$F_L = R/L \quad (5)$$

On considère théoriquement que la stabilité vis-à-vis de la liquéfaction est assurée pour un facteur de résistance supérieur à l'unité [3, 15] tel que :

Si $F_L \leq 1,0$: site jugé liquéfiable ;

Si $F_L > 1,0$: site jugé non liquéfiable.

• **2^{ème} approche** : Estimer l'indice de potentiel de liquéfaction P_l par la méthode d'Iwasaki [4]. Sur la base des résultats de la méthode F_L , Iwasaki [3, 15] a estimé l'indice du potentiel de liquéfaction donné par la formule suivante :

$$P_l = \int_0^{20} F \cdot w(z) dz \quad (6)$$

avec :

F : fonction du facteur de résistance donnée par :

$$F = 1,0 - F_L \quad (F_L < 1,0)$$

$$F = 0,0 \quad (F_L \geq 1,0) \quad (7)$$

F_L : facteur de résistance à la liquéfaction calculé par la méthode F_L [3] ;

$w(z)$: fonction de poids pour une profondeur donnée par :

$$w(z) = 10,0 - 0,5z$$

z : profondeur (m).

Selon la formule $P_l = \int_0^{20} F \cdot w(z) dz$

[3, 15], un site donné est classé (voir tableau 1) :

- Site avec un potentiel relativement bas ou nul, donc la couleur verte est associée ;
- Site avec un potentiel relativement élevé, donc la couleur orange est associée ;

- Site avec un potentiel très élevé, donc la couleur rouge est associée.

Tableau 1 : Classification du site

Classe	Verte	Orange	Rouge
P _i	0 - 5	5 - 15	> 15

3. PRÉSENTATION DU PROGRAMME

Le programme développé se compose de deux parties :

1. la partie interface utilisateurs ;
2. la partie programme.

3.1. Partie interface utilisateurs

Elle permet l'introduction des données nécessaires au programme de façon conviviale. Elle contient les pages suivantes :

• Page d'accueil

Cette page permet d'accéder aux applications comme montré sur la fig. 1.



Figure 1 : Page d'accueil.

• Page des manipulations

La page manipulations contient trois onglets :

1. Onglet fiche des données géotechniques ;

L'onglet fiche des données géotechniques nous permet d'introduire les données géotechniques

2. Onglet résultats ;
3. Onglet rapport ;

comme l'indique les figs 2, 3 et 4



Figure 2 : Page d'introduction des données géotechniques 1/3.



Figure 3 : Page d'introduction des données géotechniques 2/3.



Figure 4 : Page d'introduction des données géotechniques 3/3.

L'onglet résultats permet de voir les différents résultats du facteur de résistance locale pour chaque profondeur et de calculer l'indice du potentiel de liquéfaction (voir fig. 5).

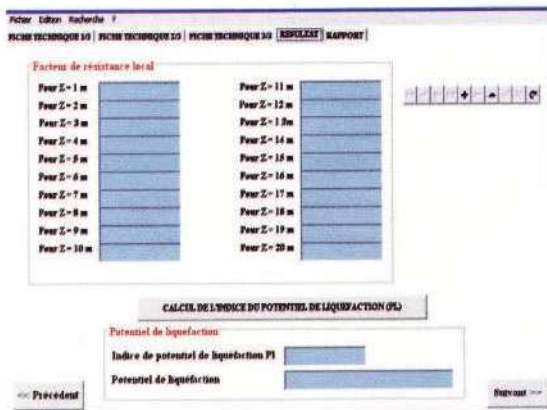


Figure 5 : Affichage des résultats obtenus.

L'onglet rapport affiche une récapitulation des coordonnées du site étudié et le résultat obtenu pour le potentiel de liquéfaction (voir fig 6).

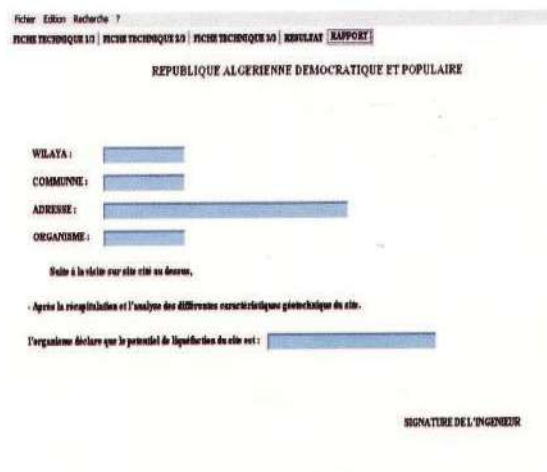


Figure 6 : Rapport de calcul.

3. 2. Partie programme

Cette partie a pour rôle de traiter les données géotechniques caractérisant le site étudié afin de calculer en premier lieu un facteur de résistance local F_L pour chaque profondeur. Après avoir calculé le F_L , le programme permet d'estimer l'indice du potentiel de liquéfaction « PI » du site. Enfin, la dernière étape consistera à classer le site en potentiel de liquéfaction : très élevé, relativement élevé, relativement bas ou nul.

4. APPLICATIONS

Nous présenterons deux exemples traités via le présent programme. Ces exemples concernent des sites de la wilaya de Boumerdes.

4.1. Exemple 1

Il s'agit d'un site à Boumerdes réservé au projet d'un complexe sportif. Le programme d'étude a porté sur la réalisation de sondages carottés, des essais de pénétration statique SPT. Dans le but de définir la nature lithologique des couches constituant le terrain, 9 sondages ont été réalisés, dont deux profonds de 12m, quatre profonds de 21m, deux profonds de 24m et un profond de 32m. Les coupes établies après description visuelle des échantillons récupérés révèlent que le terrain est constitué par des sables fins à moyens, de couleur jaunâtre à jaune grisâtre; la nappe aquifère a été localisée à 7m.

a) Vulnérabilité du site à la liquéfaction

Le sol sableux est susceptible d'être liquéfié s'il répond aux critères suivants :

- sol saturé ;
- granulométrie uniforme telle que $Cu = d_{60}/d_{10} < 15$;
- diamètre à 50% de passants tel que $50 \mu m < d_{50} < 1,5 \text{ mm}$.

Pour le terrain rencontré, nous avons:

- Nappe aquifère à 7m.
- $Cu = d_{60}/d_{10} = 0.7 / 0.2 = 3.5$ donc inférieure à 15 ;
- $d_{50} = 0.6 \text{ mm}$ respectant la règle $50 \mu m < 0.6 \text{ mm} < 1,5 \text{ mm}$.

Les conditions étant remplies, le phénomène de liquéfaction pourrait être observé.

b) Evaluation du risque de liquéfaction

Selon le rapport de sol de ce site, nous avons les données suivantes :

- Une valeur d'accélération maximale en surface $a_{max} = 0.30$, valeur donnée par le RPA 99, addenda 2003 en zone III, le groupe d'usage IB;
- Une valeur moyenne du facteur de finesse F_c égal à 6 %, obtenu par les courbes des analyses granulométriques (F_c pour chaque profondeur est récapitulé dans le tableau 1);
- Les valeurs du nombre de coups NSPT et celles de la densité sèche γ_d sont reprises dans le tableau 2 ;

Tableau 2 : Caractéristiques géotechniques du site à Boumerdes réservé à la réalisation d'un complexe sportif.

Profondeur Z (m)	Facteur de finesse F_c (%)	Nombre coups N_{SPT}	Densité sèche γ_d (kN/m ³)
2	5	9	14.43
3	5	14	14.92
4	8	14	14.92
5	8	11	14.51
6	8	16	14.91
7	5	21	15.34
8	6	23	15.43
9	6	14	14.84
10	6	24	15.70
11	5	13	14.67
12	5	12	14.51
13	6	10	14.51
14	6	24	15.70
15	5	13	14.84
16	6	12	14.51
17	4	21	15.34
18	4	18	15.08
19	5	20	15.34
20	5	20	15.34

Après l'introduction de toutes ces valeurs dans le programme, le résultat obtenu donne un indice du potentiel de liquéfaction PI égale à 11,94. Il

appartient à la classe rouge. Cette valeur traduit donc un potentiel de liquéfaction relativement élevé.

Dans sa conclusion le L.N.H.C a donné un facteur de sécurité F_s inférieur à 1.0, le site est donc liquéfiable selon le RPA 99, addenda 2003.

4.2. Exemple 2

Il s'agit de l'assiette du projet de 520 logements à Boumerdes. Pour déterminer les caractéristiques géotechniques du sol, des essais SPT et deux sondages ont été réalisés. Ils ont mis au jour la lithologie suivante :

Sondage 01

- 0 - 2 m remblai ;
- 2 - 3 m sable limoneux brun rougeâtre ;
- 3 - 10 m sable fin beige lâche ;
- 10 - 20 m sables limoneux.

Sondage 02

- 0 - 3 m remblai
- 3 - 6.5 m sable fin ;
- 6.5 - 9.5 m sable limoneux ;
- 9.5 - 13 m sable limoneux brunâtre ;
- 13 - 20 m sables fin peu limoneux ;

La nappe aquifère a été détectée à 12 m.

a) Vulnérabilité du site à la liquéfaction

Le terrain étudié est formé d'un sol pulvérulent présentant les conditions suivantes :

- une nappe aquifère à 12 m (les couches de 12 à 20 m sont susceptibles d'être liquéfiées) ;
- un coefficient d'uniformité $C_u = 0.4 / 0.1 = 4$ donc inférieur à 15 ;
- $D_{50} = 0.3\text{mm}$ compris entre 0.05 mm et 1.5 mm.

D'où la susceptibilité du terrain à la liquéfaction.

b) Evaluation du risque de liquéfaction

A partir du rapport du sol de ce site, nous avons les données suivantes :

- Une valeur d'accélération maximale en surface $a_{max} = 0.30$; valeur donnée par le RPA 99, addenda 2003 en zone III, le groupe d'usage IB.
- Une valeur moyenne de facteur de finesse F_c égale à 24 %, obtenue par les courbes des analyses granulométriques (F_c pour chaque profondeur est récapitulé dans le tableau 3).
- Les valeurs du nombre de coups NSPT et celles de la densité sèche γ_d du sol sont consignées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques géotechniques du site pour la réalisation de 520 logements à Boumerdes.

Profondeur Z (m)	Facteur de finesse F_c (%)	Nombre coups N_{SPT}	Densité sèche γ_d (kN/m ³)
1	38	12	14.83
2	38	42	16.77
3	38	30	16.07
4	12	20	15.34
5	12	21	15.34
6	14	50	16.88
7	12	29	16.17
8	12	43	16.98
9	14	23	15.6
10	14	48	16.88
11	40	33	16.77
12	40	49	16.88
13	20	47	16.88
14	20	35	16.36
15	20	24	15.60
16	20	10	14.52
17	20	12	14.83
18	20	9	14.44
19	28	14	14.83
20	28	11	14.52

Après l'introduction de toutes ces valeurs dans le programme, le résultat obtenu donne un indice de potentiel de liquéfaction PI égale à 0,4. Il

appartient à la classe verte. Cette valeur traduit donc un potentiel de liquéfaction relativement bas.

5. CONCLUSION

La liquéfaction du sol est un phénomène qui peut être dangereux si des constructions se trouvent sur le site concerné.

Afin d'appréhender ce phénomène, différentes méthodes ont été mises au point. Nous nous sommes intéressés à l'une de ces méthodes afin de se doter d'un outil fiable permettant la mise en évidence de ce risque pour les terrains en Algérie.

Cette méthode permet d'estimer le risque global de liquéfaction en calculant un indice de potentiel de liquéfaction. Quatre intervalles ont été définis selon l'appartenance du potentiel de liquéfaction à l'un de ces intervalles. On distinguera un potentiel très élevé, relativement élevé, relativement bas et nul.

Cette classification est établie automatiquement grâce à l'outil de calcul développé sous DELPHI. Cet outil indique la susceptibilité de liquéfaction d'un terrain dans un rapport directement imprimable, d'où gain de temps et une présentation uniforme et aisément lisible. Deux exemples d'applications ont été traités et les résultats obtenus sont acceptables et en adéquation avec les observations in situ d'organismes officiels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Pecker, A., « Dynamique des sols », Ecole nationale des ponts et chaussées, 1984.

[2] Bahi, F., « Estimation de l'Indice de potentiel de liquéfaction ». Thèse de magistère, Université Saad Dahleb de Blida, Algérie, 2010.

[3] Oyo International Corp. Nippon Koei CO,LTD, « Study of seismic microzonning of the wilaya of Algiers », progress report, August 2005.

[4] Kuribayashi, E., Tatsuoka, F., Brief

- Review of Soil Liquefaction During Earthquakes in Japan, Soils and Foundations, Vol.15, No.4, 1975.
- [5] Youd, T. L., «Discussion of «Brief Review of Soil Liquefaction During Earthquakes in Japan,» par Kuribayashi, E. and Tatsuoka, F., Soils and foundations, Vol.17, No.1, 1977.
- [6] Davis, R.O., Berrill, J.B. (1983). « Comparison of Liquefaction Theory with Field Observations», Geotechnique Vol.33, No.4, pp.455-460.
- [7] Davis, R.O. and Berrill, J.B. (1984). Discussion of "Comparison of Liquefaction Theory with Field Observations par Davis, R.O., Geotechnique ,Vol.34, No.4, pp.627-629.
- [8] Monge O., «Liquéfaction des sols sous séisme», rapport interne, BRGM, Février 2001.
- [9] Ambraseys, N.N. « Engineering Seismology», Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol.17, 1988.
- [10] Ishihara, K. and Ogawa, K. Liquefaction Susceptibility Map of Downtown Tokyo, Proc, 2nd Int. Conf. on Microzonation, San Francisco, Vol.2, 1978.
- [11] Seed, H.B. and Idriss, I. M. Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential, J. SMFD, ASCE, Vol.97, No.9,1971.
- [12] Seed, H.B., Idriss, I. M. and Arango, I. Evaluation of Liquefaction Potential Using Field Performance Data, J. GE, ASCE, Vol.109, No.3, 1983.
- [13] Marchell L., «Geotechnical Design considerations», Lawgibb group member, LosAngeles, 1999.
- [14] Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport, Japon, «Handbook on Liquefaction Remediation of reclaimed Land», Balkima,1997.
- [15] Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka, F., Watanabe S., Yasuda S. and Sato H., «Microzonation for Soil Liquefaction Potential Using Simplified Methods», Proc., 3rd Int. Conf. on Microzonation, Seattle, 1982.
- [16] Philiponnat, G., «Fondations et Ouvrages En Terre», Eyrolles Paris, 1998.