بسم الله الرحمن الرحيم

خواطر وعرفان

بمناسبة رعاية البروفيسور ب. تيليوين لحفل تسليم الشهادات لدفعة 2017

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم، السلام عليكم ورحمة الله وبركاته، وبعد:

يشرفني ويسعدني أن أعبر لكم بكل صدق وأمانة عما جال بخاطري وأنا أتابع مباشرة مداخلتكم أثناء حفل تسليم الشهادات لطلبة دفعة 2017 للمدرسة الوطنية المتعددة التقنيات بالحراش، وذلك يوم الثلاثاء 04 جويلية 2017 م (الموافق لـ 10 شوال 1438 هـ)

وقبل ذلك، يطيب لي أن أقدم لكم بدايةً أسمى عبارات التهاني والتبريكات بمناسبة اختياركم لرعاية هذه الدفعة، وهو اختيار موفق من طرف مدير مدرستنا البروفيسور محمد دبياش الذي نحييه بالمناسبة ونشكره جزيل الشكر على إدارته الحكيمة لمدرستنا، وكيف لا يكون هذا الاختيار موفقا وأنتم أهل لذلك بكل المقاييس!

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

لقد بدأتم مداخلتكم القيّمة وأنهيتموها بكلمات بليغة ذات معاني وجيهة وبلسان عربي مبين في مدرج المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات العريقة والشهيرة وطنيا وإقليميا ودوليا، وأنتم الأمازيغي الحرّ والمُتقن لعدّة لغات أجنبية تعبيرا وتأليفا! وكأنكم تُذكّروننا بأن اللغة العربية ما كان لها ولا ينبغي لها أبدا أن تغيب في المحافل العلمية والتكنولوجية! ولقد صدقتم وأصبتم فعلاً كبد الحقيقة!

بالفعل لقد كانت لغتنا العربية، يوم كنا نبدع وننتج في حقول العلم والمعرفة، لغة العلوم والتكنولوجيا بامتياز واللغة الأولى في العالم ولعدّة قرون، كما هو الحال بالنسبة للغة الإنجليزية اليوم، بها أبدع علماؤنا «عِلم الحِيَّل» الذي أسس لما يُعرف اليوم ب « الروبوتيك » Robotique على يد «الإخوة بنو موسى» في القرن التاسع ببغداد و« بديع الزمان الجزري » (1136-1206م) صاحب ساعة الفيل الشهيرة ، ومنجزاتهم البديعة التي عُرضت في معرض «ألف اختراع واختراع» بلندن سنة 2010م للتعريف بما قدمته الحضارية الإسلامية للإنسانية في مجال العلوم والتكنولوجيا، خير شاهد على ما نقول!

ومما تجدر الإشارة إليه هنا " تلك القصة التي وقعت أحداثها في سنة 807 م، حينما أرسل الخليفة العباسي هارون الرشيد (763–809م) هدية عجيبة إلى شارلمان (742–814م) Charlemagne ملك الفرنجة، وكانت عبارة عن ساعة ضخمة بارتفاع حائط الغرفة تتحرك بواسطة قوة مائية، وعند تمام كل ساعة يسقط منها عدد معين من الكرات المعدنية بعضها في أثر بعض بعدد الساعات فوق قاعدة نحاسية ضخمة، فيُسمع لها رنين موسيقى، يُسمع دويه في أنحاء القصر، وفي نفس الوقت يُفتح باب من الأبواب الاثني عشر المؤدية إلى داخل الساعة ويخرج منها فارس يدور حول الساعة ثم يعود من حيث خرج، فإذا حانت الساعة الثانية عشرة يخرج من الأبواب اثنا عشر فارسا دفعة واحدة، ويدورون دورة كاملة ثم يعودون فيدخلون من الأبواب فتغلق خلفهم. "

" كان هذا هو الوصف الذي جاء في المراجع الأجنبية والعربية عن تلك الساعة التي كانت تُعد وقتئذ أُعجوبة الفن، وأثارت دهشة الملك وحاشيته، ولكن رهبان القصر اعتقدوا أن في داخل الساعة شيطانا يحركها، فتربصوا به ليلا، وأحضروا البلط وانهالوا عليها تحطيما، إلا أنهم لم يجدوا بداخلها شيئا. "

" وتواصل المراجع سرد الرواية فتقول: إن العرب قد وصلوا في تطوير هذا النوع من الآلات لقياس الزمن، بحيث إنه في عهد الخليفة المأمون (786–833م) أهدى إلى ملك فرنسا ساعة أكثر تطورا تدار بالقوة الميكانيكية بواسطة أثقال حديدية معلقة في سلاسل وذلك بدلا من القوة المائية. "

وبفضل اللغة العربية، وفي رحاب مدينة بجاية الجزائرية، التي كانت زاخرة بالعلماء في الرياضيات مثل أبو مدين (أو سيدي بومدين)، ابن حمد، عبد الحق الاشبيلي وأبو حميد الصغير، تَعلَّم ليوناردو فيبوناتشي (ح 1175م–ح 1250م) Leonardo Fibonacci ، عالم الرياضيات الإيطالي الشهير والمعروف بمتتالية الأعداد، أو متتالية فيبوناتشي (La suite de Fibonacci)، وبمساهمته في نشر طريقة الأرقام الهندية–العربية لأوروبا، خاصة ضمن كتابه الذي نشره في القرن الثالث عشر بعنوان كتاب الحساب (Liber Abaci).

ويعود الفضل كذلك إلى اللغة العربية التي أنقذت معظم التراث الفلسفي والعلمي اليوناني من الضياع الأبدي لولا بقاء ترجمته إلى العربية التي أنقذته من الزوال بضياع أصله، والتي قُدمت لاحقا على طبق من ذهب إلى الغرب.

وبحلول القرن الثاني عشر، ذهب بعض الشباب الأوروبي إلى البلدان الإسلامية لتعلم العلوم والتقنيات العربية. ومن بين هؤلاء نذكر على وجه الخصوص المُترجم الإيطالي للأعمال العلمية العربية جيرار الكريموني (1114م–1187م) Gérard de Crémone ، الذي تَعلَّم العربية بمدينة

طليطلة Tolède ثم تَرجم، من العربية إلى اللاتينية، 71 كتابا مما أبدعه علماؤنا في الرياضيات والفيزياء والكيمياء والفلك والطب وغيرها.

وبفضل الإنتاج العلمي المبدع لعلمائنا في العصر الذهبي للحضارة الإسلامية L'Âge d'or islamique، استطاعت أوروبا الخروج من قرونها الوسطى Moyen Âge والدخول في عصر النهضة La Renaissance والاستكشافات الكبرى .. لا أريد، أستاذنا الفاضل، أن أستطرد هنا كثيرا لأن الحديث سيطول!

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

لقد لفت انتباهي ما جاء في فاتحة عرضكم ب « البور بوانت » ppt لمحاضرتكم القيّمة (المدرجة عقب هذه الرسالة) والموسومة ب: « Sur la fiabilité des structures » (في موثوقية الهياكل)، كونها تُشِيد بروح الأستاذ المرحوم الحاج عبد العزيز أوعبدالسلام، أول رئيس لجامعة الجزائر، وأول مدير للمدرسة الوطنية المتعددة التقنيات (1962-1982) وزيّنتموها بصورة له وهو يحاضر في المدرج الذي تحاضرون فيه اليوم والذي يحمل اسمه عرفانا له.

بدأتم محاضرتكم بالترحم على الفقيد وبالتذكير بمقامه العالي وبكفاءاته العلمية وبالمناصب العالية التي تقلدها، وبكونه كان يحاضر، في هذا المدرج الذي يُقام فيه هذا الحفل البهيج، في الرياضيات عموما والإحصاء خصوصا، وأشرتم إلى علاقة الإحصاء بموضوع المحاضرة.

هذه اللفتة، إن دلت على شيء فإنما تدل على خصلة أهل الفضل، لأنه لا يعرف الفضل لأهل الفضل إلا أهل الفضل!

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

لمّا بدأتم محاضرتكم العلمية الوجيزة والمركزة، مُتقيّدين بالوقت الممنوح لكم، أحببتم قبل الولوج في صلب الموضوع، أن تعودوا بنا إلى أعماق التاريخ .. إلى فترة حكم الإمبراطور البابلي حمورابي (1792-1750 ق.م) ، الذي وضع أول قانون عرفتها البشرية بمواده ال 282 المُنظِّمة لحياة الناس في مختلف جوانبها، وقد جاء في مقدمته أنّه وضعه لكي« يجعل العدل سائدا في البلاد، ومشرقا كالشمس فوق رؤوس العباد، ولكي يُبيد أهل الشر والفساد، حتى لا يطغى القوي على الضعيف....»

ثُمّ طُفتم بنا في رحاب الحضارات القديمة بدءً بالحضارة المصرية وانتهاءً بالحضارة الإسلامية ومرورا بالحضارة اليونانية وما تميزت به من مهارات عملية (Savoir-faire) في مجال البناء، وأشرتم إلى تلك

المنشآت الرائعة والخالدة (الأهرام، المدرج الروماني العملاق Colosseo، المسجد الأقصى، قبة الصخرة، الجامع الكبير، قصر الحمراء) التي قاومت عوامل الزمن والزلازل، وما زالت شاهدة على مهارة بُناتها!

ولم تكتفوا، أستاذنا الفاضل، بذكرها على العموم بل حرصتم على ذكر من بناها وتاريخ بنائها، بل أكثر من ذلك بيّنتم لكثير منا، أن المسجد الأقصى الذي يُعرض اليوم في مختلف وسائل الإعلام ما هو، في الحقيقة، إلا مسجد قبة الصخرة، أما المسجد الأقصى الحقيقي فهو المسجد المجاور له!

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

ثم تنتقلون بنا، بعد ذكر المهارات العملية في الحضارات الماضية، إلى مرحلة العلم الحديث في مجال البناء والإضافات العلمية التي جاء بها العلماء من أمثال: غاليلي (1564–1642) Galilée وأولر (1707– 1783) Euler وبرنولي (1700 –1782) Bernoulli وتيموشنكو (1878–1972) Timoshenko وزنكيفيتش (1921– 2009) Zienkiewicz وما قدموه لنا من نظريات سمحت لنا بمعرفة كيف تُقاوم الهياكل والمنشآت.

وعندما تعرضتم لمساهمات كل من تيموشنكو في مجال مقاومة المواد RDM و زنكيفيتش في مجال طريقة العناصر المنتهية MEF، توقفتم قليلا عند هذين العملاقين وما قدماه من إضافات نوعية بالنسبة للأول ومبدعة بالنسبة للثاني، فأشدتم بإعجاب على ما قدماه للهندسة المدنية والميكانيكية.

إن الإشادة والاعتراف بما قدمه الأولون من طرفكم، أستاذنا الفاضل، يذكرني بما قاله إسحاق نيوتن (1642–1727) Isaac Newton ، نافيا الفضل كله لنفسه فيما اكتشفه من قانون الجاذبية وغيره: (إذا استطعت أن أبصر إلى أبعد مدى ممن سبقوني، ذلك لأنني صعدت على أكتاف العمالقة)، وهذا هو قمة التواضع والاعتراف بفضل ما قدمه سابقوه.

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

إن عودتكم إلى التاريخ، القديم والحديث، كمدخل وتوطئة لموضوعكم يبين بوضوح مدى إدراككم الشامل لأهمية تاريخ العلوم في فهم العلوم وحسن استيعابها ثم الإبداع فيها، لأن تاريخ العلم هو العلم نفسه، ذلك لأنه يسمح لنا بمعرفة حقيقة العلم منذ نشأته إلى يومنا هذا مرورا بكل مراحله وتطوراته.

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

بعد هذا المدخل الوجيز والهادف في تاريخ العلوم، ها أنتم تتعرضون إلى صلب الموضوع الخاص ب: موثوقية الهياكل La fiabilité des structures بتقديم جوهر هذا العلم من خلال عرض:

- مقاربات تقييم الأمان الهيكلي Approches d'évaluation de la sécurité structurale
- مبادئ نظرية الموثوقية Principes de la théorie de la fiabilité
- طرق الحساب المتقدمة Méthodes avancées de calcul
- أمثلة تطبيقية Exemples d'application

شرحتم لنا كل هذه النقاط بوضوح وفي دقائق معدودات وفي 5 صور شفافة Diapositives لا أكثر! مما يدل على أنكم تملكون ناصية هذا العلم وتفقهون كُنْهَهُ!

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

وفي الختام، بيّنتم لنا قوة هذا العلم ومزاياه وحدوده في بضع كلمات مركزة، ذكّرتني بقوله تبارك وتعالى ﴿ وَلَا يُنَبِّئُكَ مِثْلُ خَبِيرٍ﴾ [سورة فاطر – الآية 14].

أستاذنا الفاضل البروفيسور بوعلام تيليوين المحترم،

ومع بزوغ الفجر ليوم الأربعاء 05 جويلية 2017م (الموافق لـ 11 شوال 1438هـ) والمصادف للذكرى ال 55 لعيدي الاستقلال والشباب، أستسمحك أستاذنا الفاضل، في أن أكتفي بما ذكرت آنفا دون أن أُعرج على سيرتك العلمية والمهنية (المنشورة بموقع المدرسة) بالتعليق عليها، فهي شاهدة على حياة في محراب العلم والبحث العلمي، للمدير السابق للمدرسة الوطنية المتعددة التقنيات (1991–1994م) ولعميد أساتذة التعليم العالي الجزائريين في الهندسة المدنية، حياة امتدت لأكثر من ثلث قرن بإنتاجها العلمي وعطائها المهني والبيداغوجي الغزير (قرابة 200 مقالة علمية ومداخلات دولية، أكثر من 50 إشراف على رسائل الماجستير والدكتوراه ....).

وفي الأخير دمتم، أستاذنا الفاضل، في رعاية الله وحفظه، ونفع الله بعلمكم البلاد والعباد في مشارق الأرض ومغاربها، ذلك لأن العلم، تلك الصدقة الجارية، ميراث للإنسانية جمعاء.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته.

رئيس دائرة الهندسة المدنية

د. عبدالله لعريبي

Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Civil
Laboratoire de Génie Sismique
et Dynamique des Structures

SUR LA FIABILITE DES STRUCTURES

Conférence invitée : Pr B. TILIOUINE

En hommage à notre très cher et regretté Pr A. OUABDESSELAM

1er Recteur de l'Université d'Alger

1er Directeur de l' Ecole Nationale Polytechnique

Cérémonie de remise des diplômes ENP 2017
Organisée par l' ENP et l' AD-ENP

SOMMAIRE

- INTRODUCTION
- PERSPECTIVE HISTORIQUE
- FIABILITE DES STRUCTURES
- EXEMPLES D'APPLICATION
- CONCLUSION GENERALE

2/14

❑ INTRODUCTION

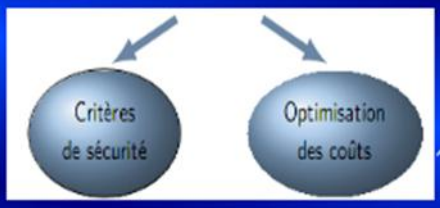
Fiabilité: - cruciale pour enjeux sécurité / performance des structures.
- utilisée notamment dans les divers domaines de l'Ingénierie.

Les structures de G. C. sont omniprésentes dans les sociétés modernes pour couvrir leurs besoins en :

- **Production d'énergie :** barrages, NPP, éoliennes …
- **Transport :** ponts, voies ferrées, tunnels, …
- **Bâtiments :** habitation, bureaux, hôpitaux, écoles …

Cahier de charge garantissant :

- La sécurité des personnes
- Une exploitation optimale des ressources disponibles



3/14

Des accidents très rares mais spectaculaires (le risque zero n'existe pas !)

Avec fort impact

- Pertes financières (directes / indirectes) (ex. séisme de Kobe Japon 1995 >100 Billions US $, …)
- Pertes humaines (ex. séisme de
  - Haïti 2010: 326 000 victimes,
  - Aceh Indonésie 2004: 226 000 morts…)
- Dégradation de l'environnement (ex. Tsunami de Fukushima 2011: 20 000 morts + catastrophe nucléaire, …)

4/14

Comment se prémunir contre la défaillance (endommagement partiel, effondrement) et concevoir des structures plus fiables ?

- Sciences fondamentales (mathématiques, statistiques, informatique, …)
- Sciences de l'ingénieur (génie civil, génie mécanique, …)
- Instauration d'un cadre légal (normes et codes de construction, Contrôle Qualité et Assurance Qualité, ….)

5/14

❑ PERSPECTIVE HISTORIQUE

1- *UN PEU D'HISTOIRE : LE CODE D'HAMMURABI*

- Premier texte juridique connu, régissant la vie en société, gravé en écriture cunéiforme sur une stèle découverte en 1901 en Iran

Code Hammurabi (~ 1792-1750 Av. J.C.)
Source: John Wiley & Sons, ©1981

Principes du code :

- Responsabilité individuelle,
- Sanction proportionnée au délit (Loi du Talion),
- Pas de notion d'assurance / de garantie de l'Etat
- Aucun garde-fou sur la qualification du constructeur
- Pas de prescription sur le "savoir-faire"

Source: Musée du Louvre

6/14

2- SAVOIR-FAIRE : "TRIAL AND ERROR"

Kheops-2573 Av. J.C.

Epoques: pharaonique (XXXIe – Ier Av. J.C.)
romaine (Ier Av. – Ve Ap. J.C.)
Musulmane (VIIe – XIIIe Ap. J.C.)

- Savoir-faire empirique accumulé à partir de principes constructifs simples (voûtes, dômes, ogives)
- Constructions robustes de par les matériaux (pierre, granit…) sans égard au coût (voire aux vies humaines)

Vespasien – ≈70 Av J.C.

O. Ibn al-Khattâb-637

A.-M. Ibn Marwan-691

Y. Ibn Tachfin-1097

M. Ibn Nazar-1238

7/14

3- LA SCIENCE MODERNE DANS LA CONSTRUCTION

Evolution des modèles

A partir du XVIIème siècle à ce jour, les connaissances en physique progressent et permettent de mieux comprendre comment les structures résistent :

- Résistance des matériaux
- Mécanique des structures

S. Timoshenko(1878 -1972)

O. C. Zienkiewicz (1921 -2009)

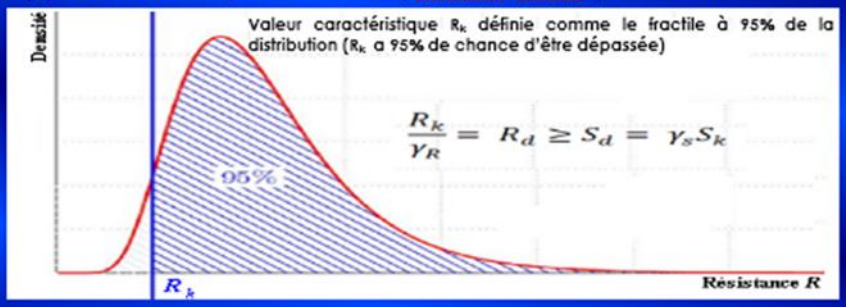
8/14

❑ FIABILITE DES STRUCTURES

1- APPROCHES D'EVALUATION DE LA SECURITE STRUCTURALE

– **Approche déterministe** ($s_{adm} = s_{rupt}/K$, coeff. global "facteur d'ignorance", calcul déterministe)

– **Approche semi-probabiliste** (fractile, coeff. partiel, calcul déterministe)

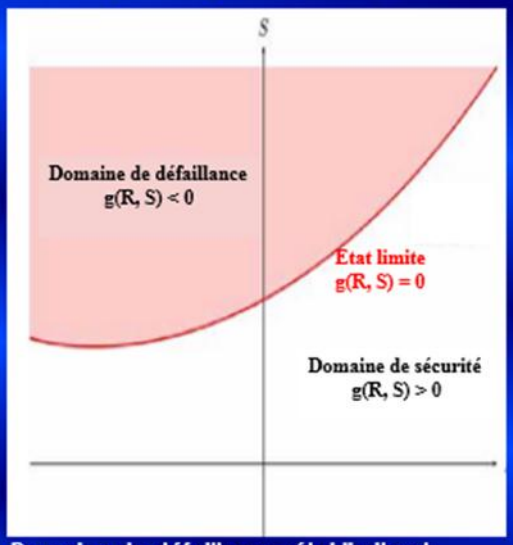


– **Approche probabiliste** (g(R, S), loi de probabilité, théorie de la fiabilité pour évaluer P_f ou β) $P_f = P(R < S) \leq P_{f0}$ ou $\beta \geq \beta_0$

9/14

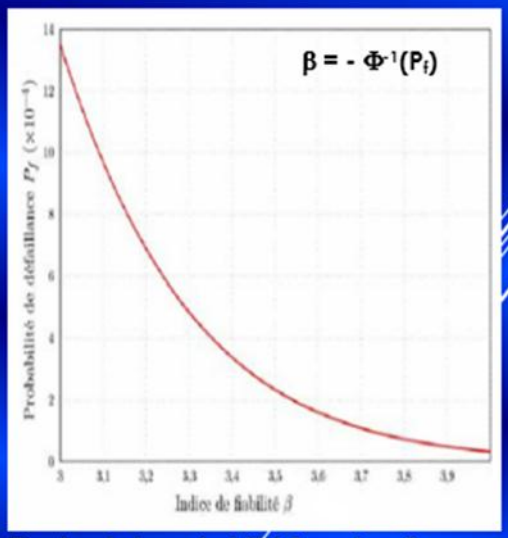
2- PRINCIPES DE LA THEORIE DE LA FIABILITE

- **Mode de défaillance et fonction d'état limite (ou marge de sécurité)**



Domaine de défaillance, état limite et domaine de sécurité.

- **Probabilité de défaillance et indice de fiabilité**

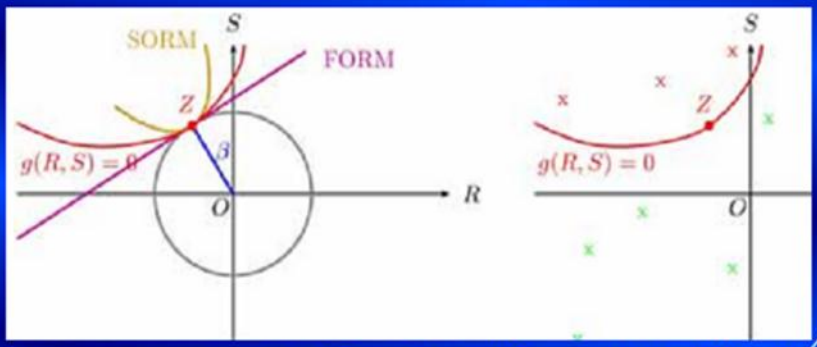


Courbe de la probabilité P_f en fonction de l'indice de fiabilité β)

10/14

3- METHODES AVANCEES DE CALCUL

- **Méthodes de niveau II** ***(probabilistes approchées)***
  - *Hyperplan dans le cas de la méthode FORM*
  - *Hyper paraboloïde dans le cas de la méthode SORM*
- **Méthodes de niveau III** ***(purement probabilistes*** *: tirage aléatoire de V.A., R et S)*
- **Méthodes de niveau IV** ***(probabilistes*** *: Théorie de la décision , Optimisation stochastique)*



Méthodes d'estimation de prob. de défaillance P_f : niveau II (à gauche) et niveau III (à droite)

11/14

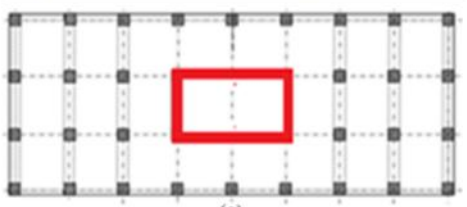
❑ EXEMPLES D'APPLICATION

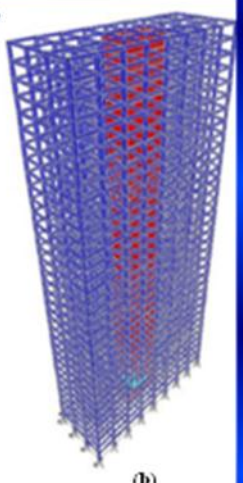
EXAMPLE 1: RELIABILITY ANALYSIS OF TALL BUILDING STRUCTURES WITH UNCERTAIN PARAMETERS

(24th Int. Conf. on Structural Mechanics in Reactor Technology, SMiRT24, Seoul, Korea, 2017)

Statistical data for 35 story tall building example

Stochastic variable		Symbol	Mean, μ	Cov	Distribution
Core	Inertia	I_{cor}	313 m^4	0.05	N
Frame 1	Interior column	I_{ic1}	0.083 m^4	0.05	N
	Exterior column	I_{ec1}	0.050 m^4	0.05	N
	Girder	I_{g1}	0.011 m^4	0.05	N
Frame 2	Interior column	I_{ic2}	0.050 m^4	0.05	N
	Exterior column	I_{ec2}	0.034 m^4	0.05	N
	Girder	I_{g2}	0.005 m^4	0.05	N
Concrete elastic modulus		E	2 x 10^7 KN/m^2	0.15	LN
Wind pressure		w	1.17 KN/m^2	0.37	LN


(a)

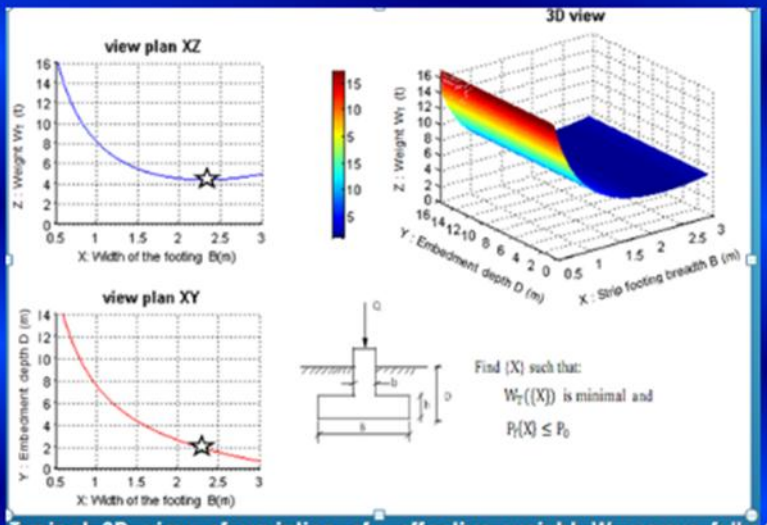

(b)

Plan view (a) and 3-D view (b) of 35-story wall-frame

12/14

EXAMPLE 2: RELIABILITY BASED-OPTIMIZATION OF SHALLOW STRIP FOUNDATIONS AGAINST BEARING CAPACITY FAILURE

(Journal of Engineering Research, 2017)



Typical 3D view of variation of effective weight W_t versus fully correlated design variables B and D computed for P_t = 10-5. Symbol ★ corresponds to optimum values B opt, D opt and W_t, opt.

13/14

❑ CONCLUSION GENERALE

✓ L' approche probabiliste est séduisante car elle permet de prendre en compte un très large spectre d'incertitudes bien que limitée par le manque d informations statistiques précises sur les actions et les caractéristiques structurales et la complexité des calculs.

✓ La fiabilité est affectée par la variabilité de tous les paramètres incertains et de manière plus importante par le caractère aléatoire du chargement. Les effets sur la fiabilité se sont révélés plus prononcés pour une plus grande variabilité des variables stochastiques.

✓ La théorie fiabiliste aide à mieux comprendre le concept de sécurité et le problème de dimensionnement optimal des structures et fait apparaître la dépendance de la solution vis-à-vis de paramètres qui ne peuvent être considérés dans le cadre de l'approche déterministe.
(P_f cible, incertitudes des résistances et des sollicitations, ainsi que les corrélations entre les V. A. d'entrée).

"Il faut placer le concept de sécurité dans le royaume de la réalité physique où il n'y a pas d'absolu et où la connaissance est incertaine" (H. Freundenthal 1905-1990)

14/14