8TH ARAB HOUSING CONFERENCE
ALGIERS
DECEMBER 17-19, 2024, ALGERIA

مؤتمر الإسكان العربي الثامن

الجزائر، أيام 17- 19 ديسمبر 2420

التمنطق التفصيلي الزلزالي

حالة المدينة الجديدة سيدي عبد الله

Seismic Microzoning of the New City of Sidi Abdellah

د. نورا لدين مزوار، مديربحث

المركز الوطني للبحث المطبق في هندسة مقاومة الزلازل

مقدمة

التمنطق التفصيلي الزلزالي

- موقع
- مدينة

- العشوائيات الجيولوجية و الجيوتقنية
- تأثيرها : تعديل الإشارة الزلزالية، التكديس، الانزلاق ، تمييع التربة

شبح أجوبة الحساب للموقع

أهداف دراسة التمنطق التفصيلي الزلزالي

✓ إعداد خرائط التمنطق التفصيلي الزلزالي لموقع أو مدينة لاستعمالها في التقليص من قابلية الانثلام و الخطر الزلزالي في ميدان البناءات

✓ تصور سيناريو للخطر الزلزالي للمنطقة المعنية لتقييم إمكانية الخسائر أو درجة الخطر

✓ تحسين المخططات و تنظيم تسيير الكوارث

✓ إعداد مخطط عمل متعدد الأحجام للتقليص من قابلية الانثلام و الخطر في ميدان البناءات

محتوى التدخل

- المعطيات الجيولوجية و الجيوتقنية
- مجسم التربة
- دراسة الاستجابة
- إمكانية تمييع التربة
- إمكانية انزلاق التربة
- اشتقاق طيف الاستجابة للموقع
- خلاصة

Contents

- Geological/Geotechnical Data
- Ground model
- Response analysis
- Liquefaction potential
- Slope stability potential
- Derivation of site response spectra
- Conclusion

التمنطق التفصيلي الزلزالي

المعطيات الجيوتقنية

المعطيات المتوفرة ← **جمعها**

Vs, N_{SPT}, CPT,
rho, w, Sr, LL, LP, D50, FC, C, Phi

المعطيات الجديدة ← **تجارب جديدة**

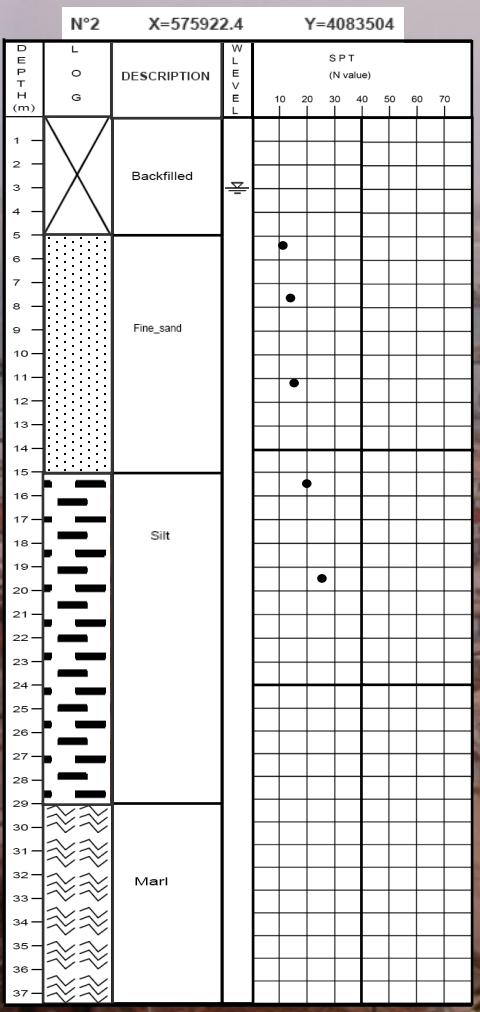
- Drilling _____ الحفر
- PS Logging _____ سرعة موجات القص
- SPT/CPT tests _____ تجارب حقلية
- Laboratory tests on samples ___ تجارب مخبريه

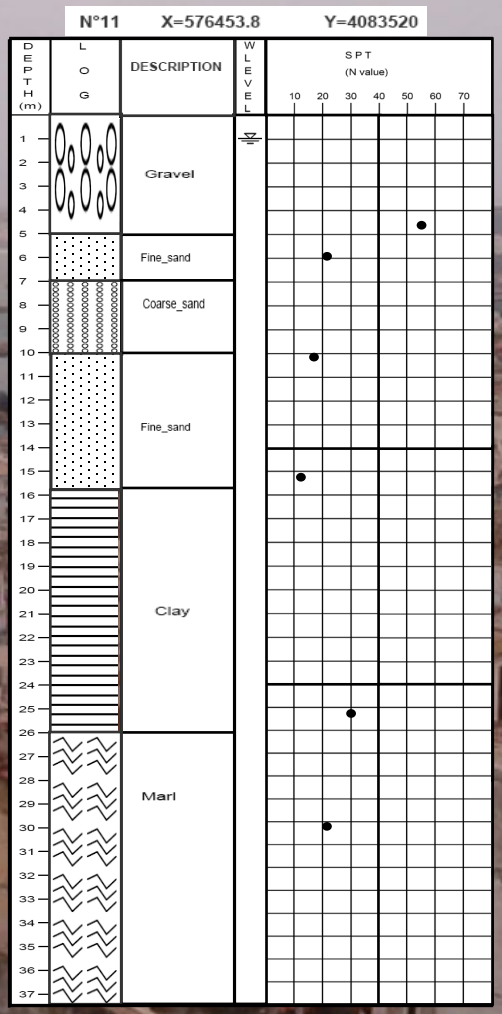
  rho, w, Sr, LL, LP, D50, FC

تحليل المعطيات

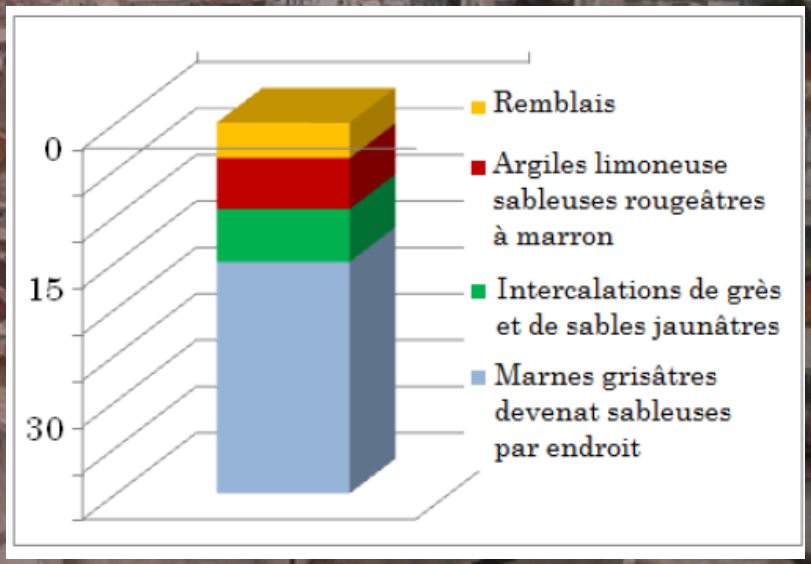
تصنيف التربة

تفسير سجلات الحفر

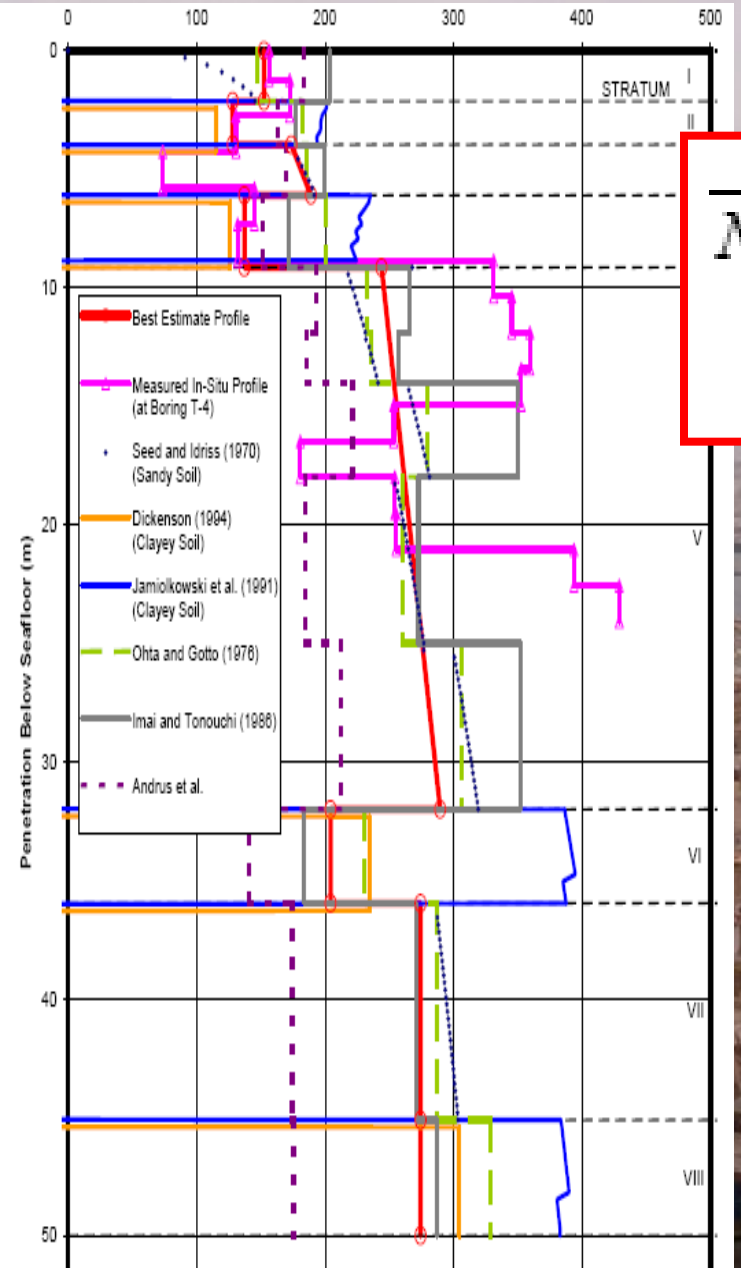




محاولة نمذجة الموقع عبر الطبقات المختلفة الظاهرة في سجلات الحفر



تمثيل Nspt



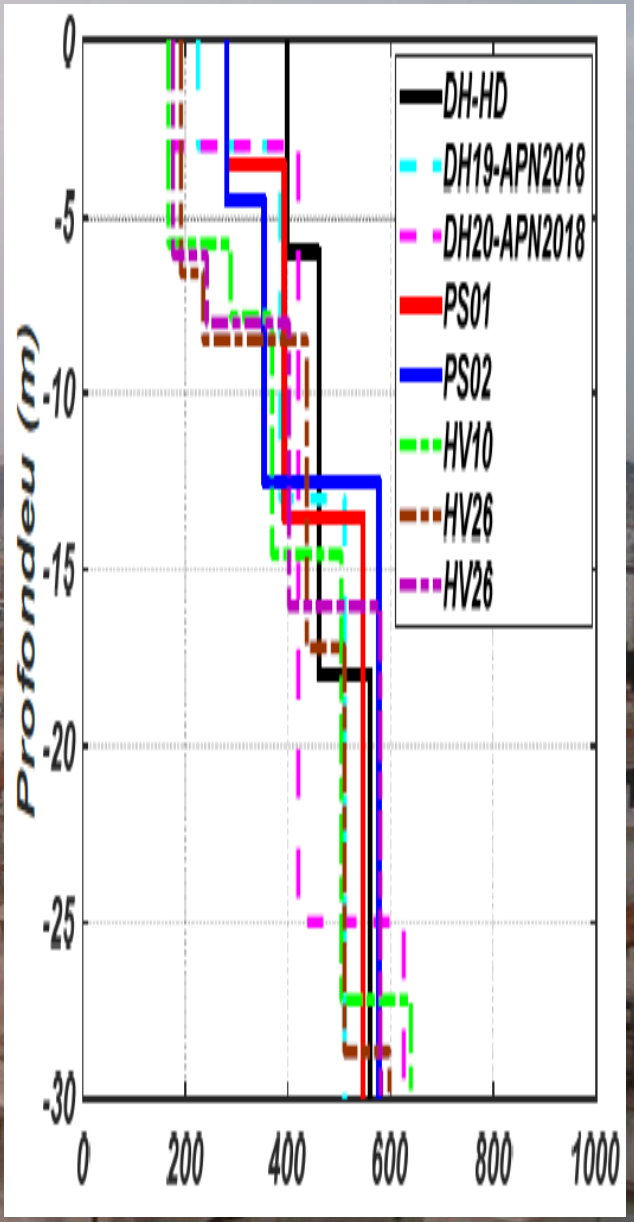
تصنيف المواقع

$$\overline{N} = \frac{h_s}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{N_i} \right)}$$

تصنيف المواقع

$$\overline{Vs} = \frac{\sum_i^n h_i}{\sum_i^n \left(\frac{h_i}{Vs_i} \right)_i}$$

تمثيل Vs



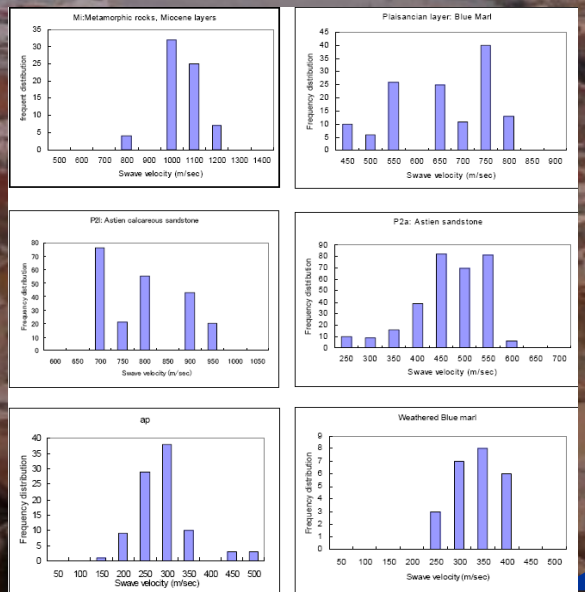
التصنيف الهندسي و تجسيم التربة

Symbole	Géologie sous la terre	Symbole	Géologie sous la terre
aP	Dépôts de plage et de dune	qt	Terrasse marine
e	Dépôt en pente	p2c	Couches hastíenne
a3	Dépôt alluvial (sable)	p2l	Grés calcaires
a2	Dépôt alluvial (argile)	p1	Couches plaisanciennes
q	Dépôt alluvial ancien	mi	Roches métamorphiques, couches miocènes

إعطاء كل طبقة أرضية
تسمية جيولوجية
أو جيوتقنية

تحديد الخصائص الجيوتقنية للصخرة و طبقات التربة السطحية

مثال Vs (Shear Velocity)



Symbole	Vitesse de l'onde S
Mi-f (fraîche)	1030 m/s (moyenne)
P1-f	630 m/s (moyenne)
P2l-f	770 m/s (moyenne)
a2	270 m/s (moyenne)
Mi (érodée)	490 m/s (moyenne)
P1 (érodée)	310 m/s (moyenne)
P2c-f	450 m/s (moyenne)

➢ إحصائيات لإيجاد المعدلات لقيم الخصائص الجيوتقنية

لتحليل الإجابات : Vs, rho

قابلية تميع التربة : Grain Size, fine content, NSPT, water level , Ip

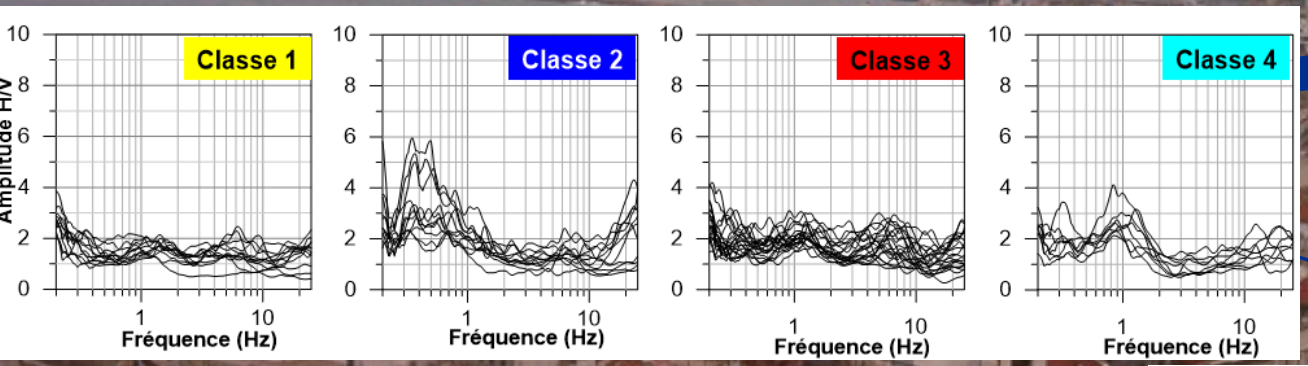
قابلية انزلاق التربة : Cohesion, Internal Slip Angle

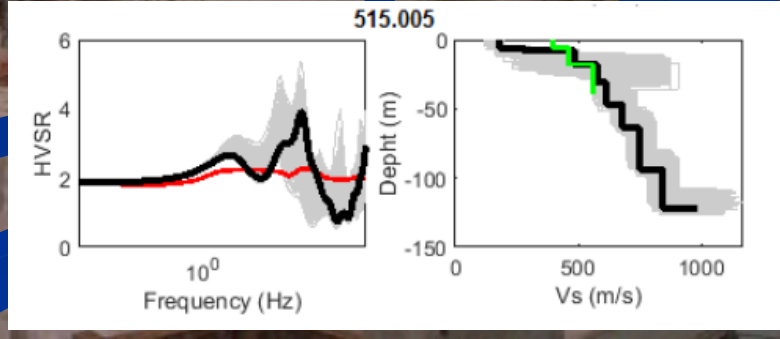
Symbole		ValeurN	Vitesse onde S (m/sec)	Densité (g/cm^3)	D50 (mm)	φ (%)	Ip	C (kgf/cm^2)	Φ (degré)
ap		18	275	1.80	0.51	16	26	0.6	34
e		24	300	1.80	0.24	11	21	0.5	27
a3		10	240	1.80	0.2	23	24	0.9	27
a2			270	1.74	0.01	84	23	0.8	22
q		24	300	1.81	0.42	29	23	0.6	25
qt		33	330	1.90	0.15	32	24	0.7	28
p2c	érodée	27	310	1.92				0.7	23
p2c-f	fraîche		450	2.02					
p2l	érodée	27	310	1.92				0.4	27
p2l-f	fraîche		770	2.10					
p1	érodée		310	2.00				0.7	22
p1-f	fraîche		630	2.09					
mi	érodée		490	1.89				0.4	28
mi-f	fraîche		1030	2.55					

➢ تحديد الصخرة (bedrock)

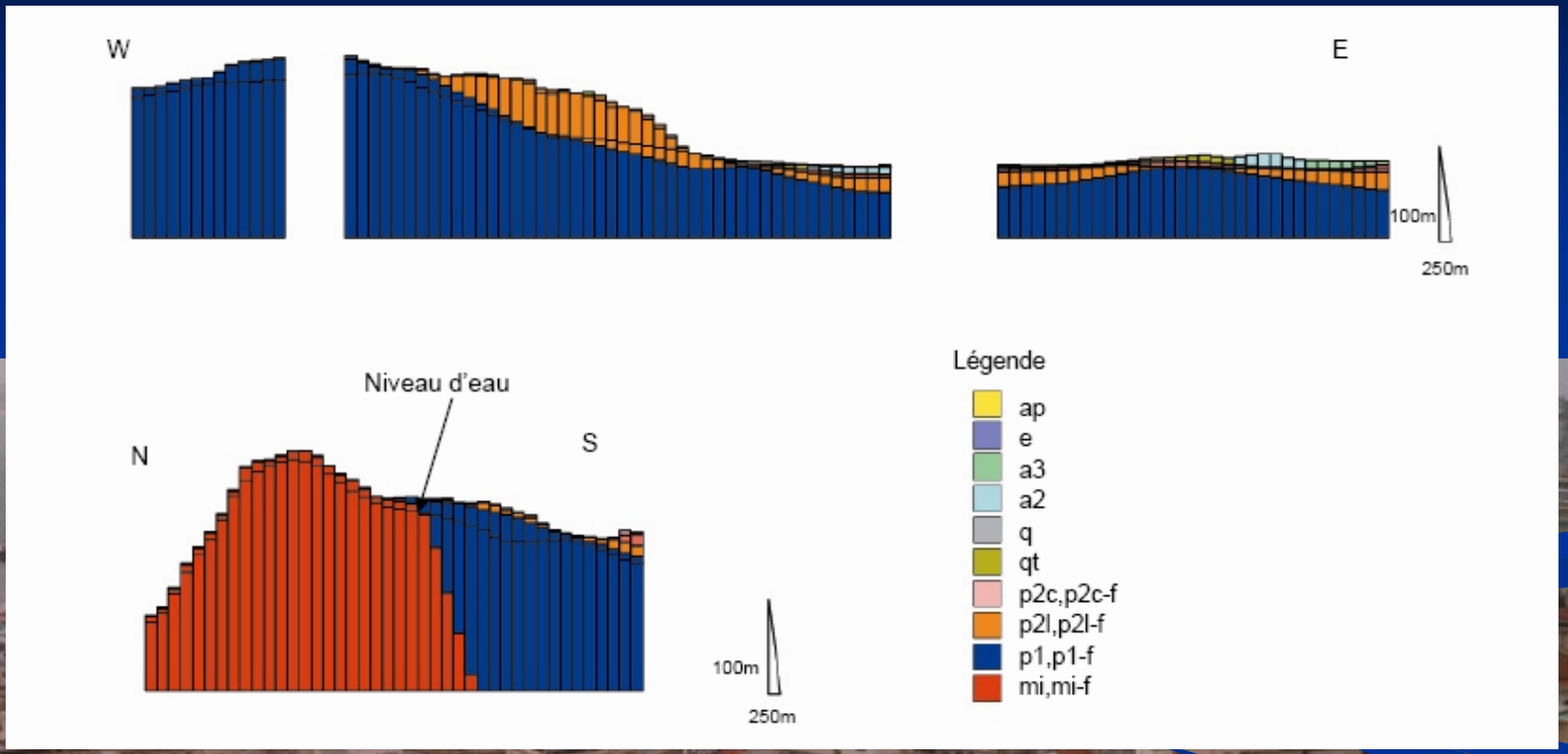
الطريقة :

- العمق حتى الصخرة
- الخصائص الجيوتقنية الديناميكية لطبقات التربة السطحية
- التجارب الجيوفيزيائية (H/V)
  نتائج عكس قياسات (H/V) .





تجسيم التربة Ground model

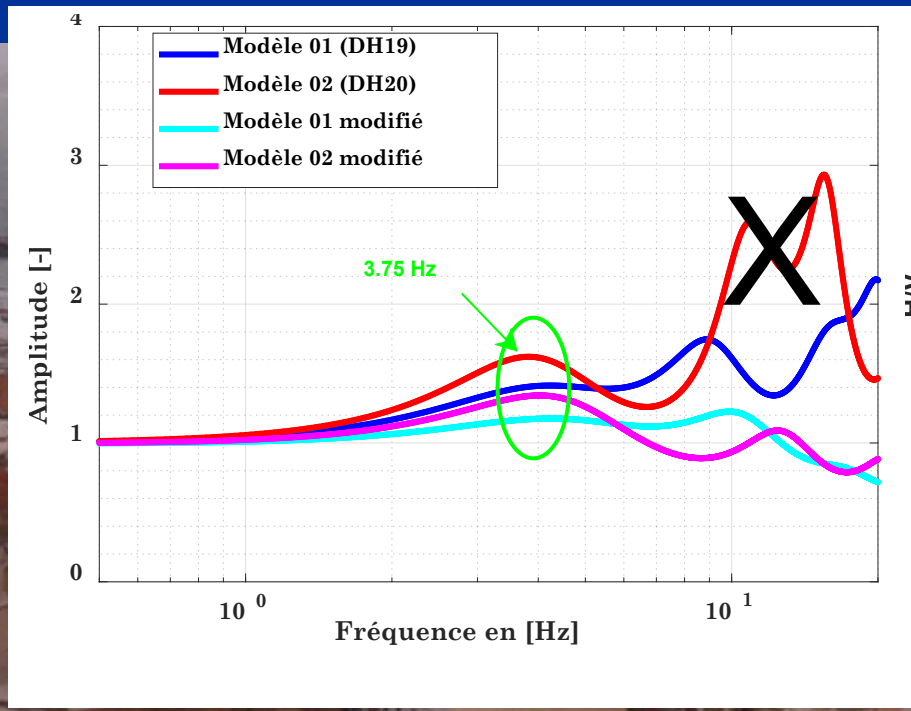


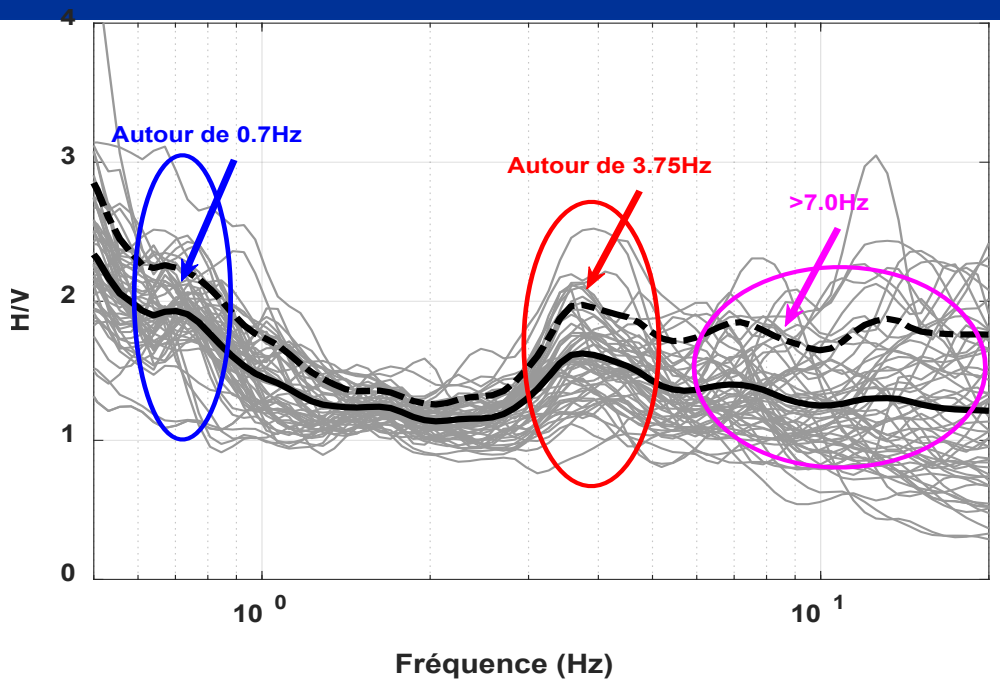
ألاف المجسمات بأبعاد مربعة
تفوق 100x100

البطاقة التعريفية لمجسم التربة من خلال:

دوال التكديس (Amplification functions) (Adopted)

معامل تكديس الموقع (Site Amplification Factors)



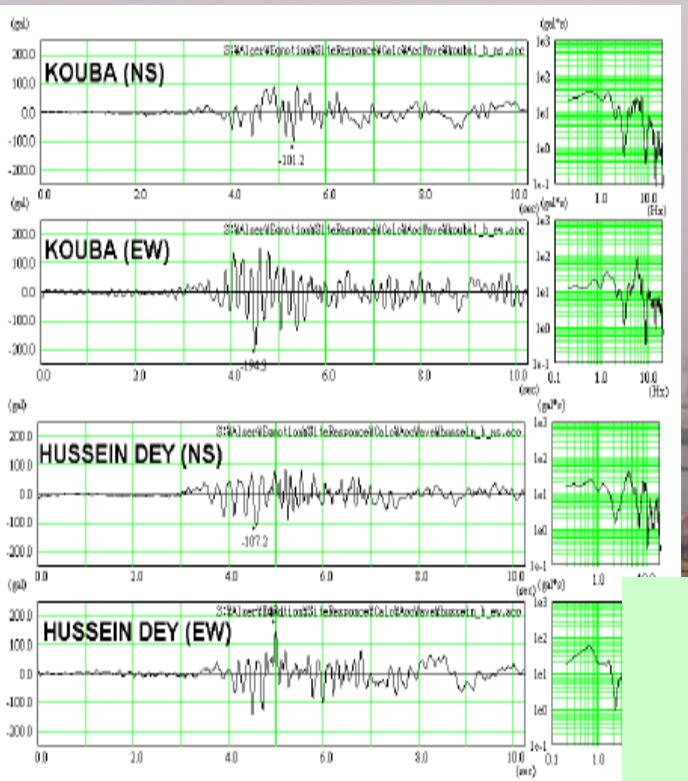


➢تحليل الاستجابة الديناميكية لطبقات التربة السطحية

▪الموجات الزلزالية المؤثرة في الصخرة

السيناريوهات الزلزالية التي تم الحصول بالنسبة لفترة العودة

Distance=20-40 كم و Magnitude=6.5-7.0

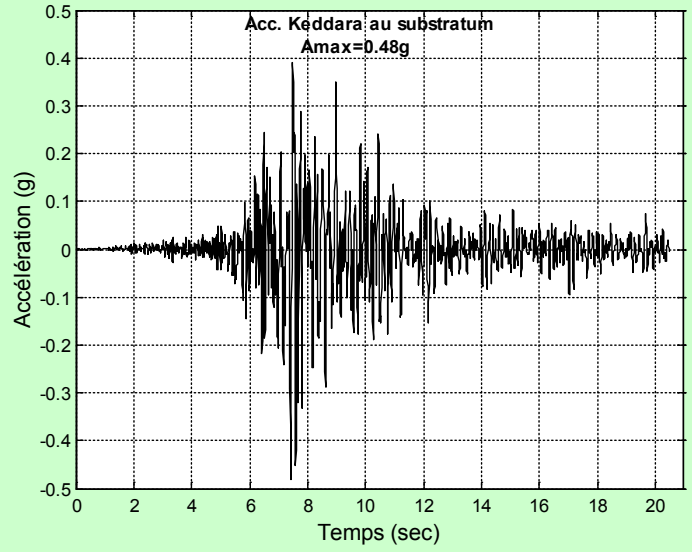


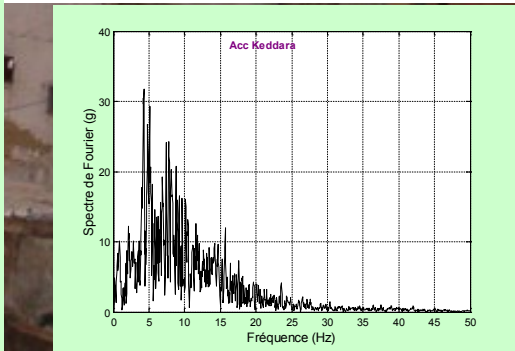
Hussein Dey

Profondeur (m)	Sol	Vitesse (m/sec)	Densité (g/cm³)
0	Remblai	200	1,8
2	Sable rouge	300	1,85
7	Grés	680	2,2
16	Marne bleue	470	1,8
20	Marne bleue	670	2,0
32	Marne bleue	520	1,9
58	Marne bleue	780	2,0

Kouba

Profondeur (m)	Sol	Vitesse (m/sec)	Densité (g/cm³)
0	Remblai	300	1,7
3	Grés	380	1,9
11	Pierre du limon /Grés	480	1,9
40	Marne/Grés	870	1,9





تسارع الموجات الزلزالية عند الصخرة

- قيمة هذا التسارع مأخوذة من نتائج دراسة عشوائية الزلازل حسب الدورة الزلزالية :
  - 95 عام
  - 475 عام
  - .....

حسب أهمية المشاريع

حساب استجابة الموقع

- هذا الحساب يتم باستعمال البرامج :
- SHAKE (B. Shnabel, H. Bolton Seed, 1972) , SHAKE2000
- DEEPSOIL (Park, 2003)
- برامج طورت في CGS
- ...

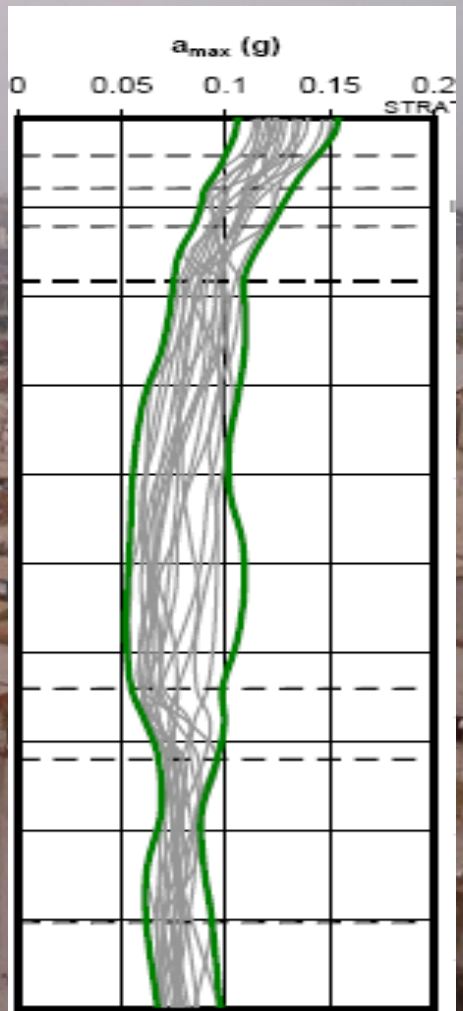
في كل مجسم , في أي عمق ,

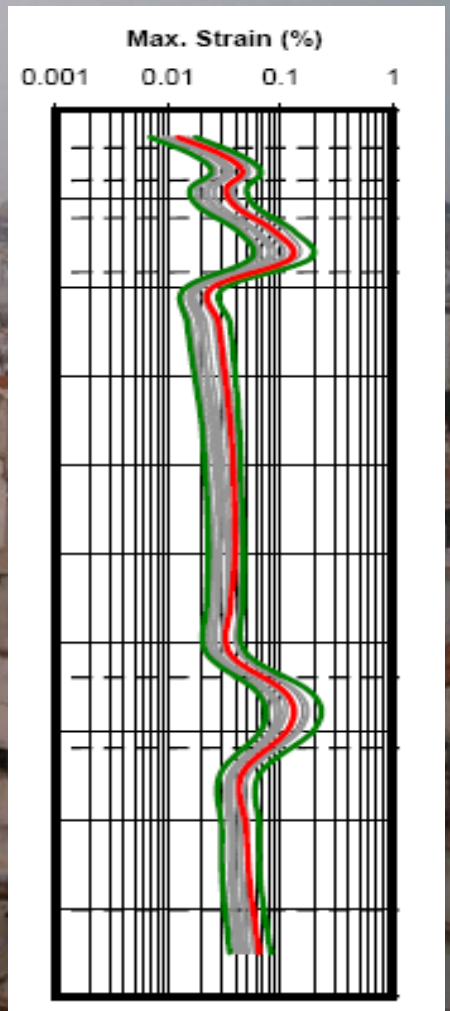
❖الاستجابات تكون إما

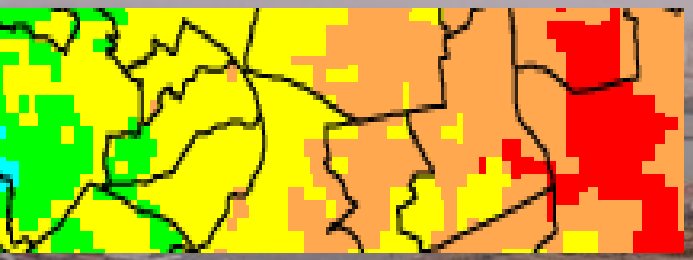
أي استجابة أخرى بأي صورة نريدها

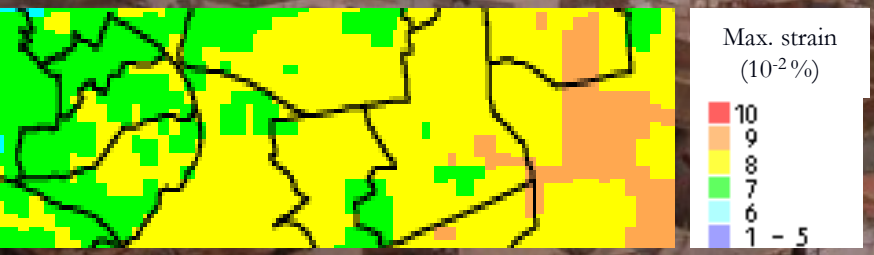
التسارعات القصوى

التشوهات القصوى









➢تحليل إمكانية تمييع (تسيل) التربة

❖المعطيات اللازمة

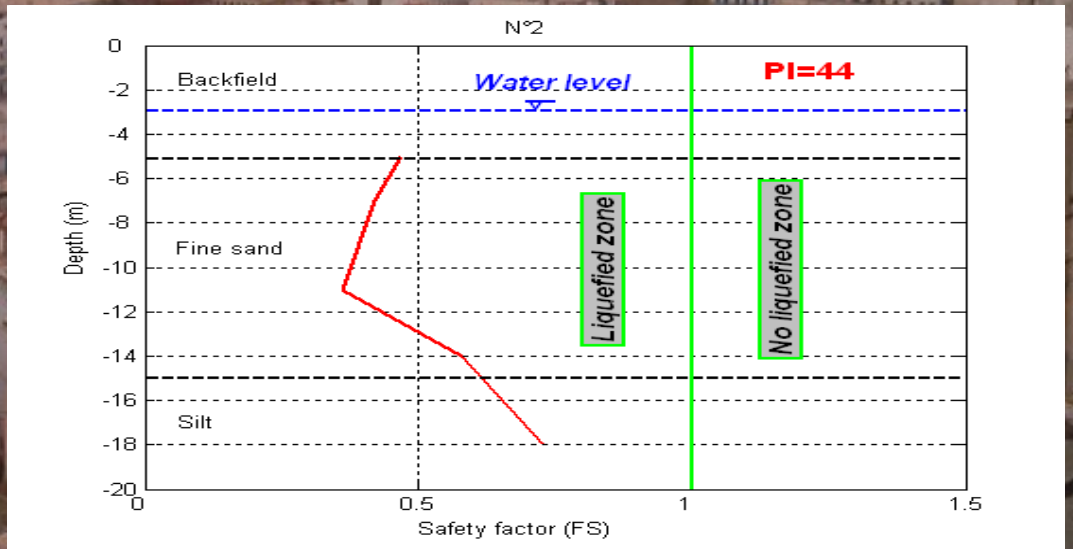
- قياس الحبيبات (Grain Size of 50% passage)
- كمية الحبيبات الرفيعة (Fine Contents)
- معامل المرونة (Plasticity Index)
- عمق الماء الطبيعي (Ground Water Level)
- عدد الضربات المتوسطة غير مصححّة لتجربة SPT (N_{SPT}-value)

❖طريقة الحساب

- طريقة FL : نسبة المقاومة للتمييع على ضغط القص المترتب عن الزلزال . (FL method)
- طريقة PL :لقياس التأثير على السطح (FL method)

$$PL = \int_0^{20} (1 - PL) w(z) dz$$

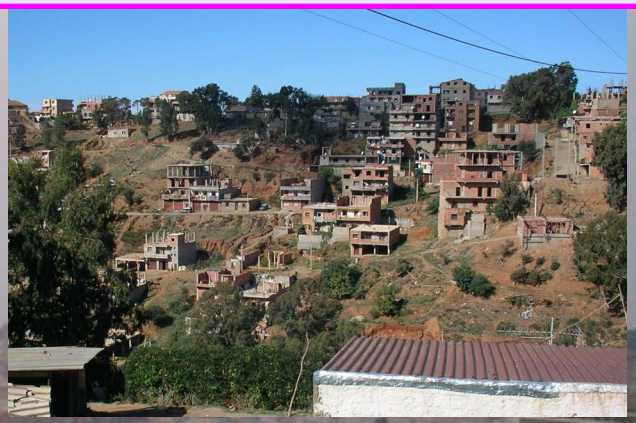
	Z(m)	γ(kN/m3)	N	FC %	N1(60)cs	a_{max}	CSR	CRR	F_L
Hole N°2	5	21.0	11	5	12.7	0.47	0.413	0.138	**0.47**
	7	21.0	13	5	13.2	0.47	0.439	0,142	**0.42**
	11	21.0	15	5	12.6	0.47	0.442	0,137	**0.36**
	14	20.0	20	5	15.8	0.36	0.325	0,168	**0.58**
	18	20.0	26	5	18.4	0.36	0.281	0,196	**0.73**
Hole N°9	2	21.0	8	5	12.6	0.47	0.301	0.137	**0.77**
	4	21.0	10	5	12.5	0.47	0.390	0.136	**0.51**
	6	21.0	8	5	8.6	0.47	0.429	0.101	**0.32**
	7	21.0	8	5	8.4	0.47	0.451	0.100	**0.29**
Hole N°11	4	22.0	55	0	/	0.47	0.384	0.468	/
	6	21.0	21	5	22.64	0.47	0.428	0,251	**0.79**
	10	21.0	17	5	14.91	0.47	0.447	0,159	**0.42**
	15	21.0	13	5	9.56	0.36	0.396	0,109	**0.29**



تحليل إمكانية انزلاق التربة

انزلاق سطحي (Landslide - Type)

الصلصال الليّن



انزلاق ردمي (Collapse - Type)

الصخور

المعطيات اللازمة

- التلاصق الداخلي (Cohesion)
- زاوية الاحتكاك الداخلي (Internal Slip Angle)
- زاوية سطح الردم (slope gradient)

طريقة الحساب

- طريقة Ansal & Siyahi

حساب معامل الأمن الجزئي بمقارنة توازن الكتلة المحددة عمقا بسطح الانقطاع مع مقاومة التربة المعنية

- طريقة Tanaka

حساب التسارع المحرج انطلاقا من التلاصق الداخلي زاوية الاحتكاك و زاوية سطح الردم

- إمكانية الانزلاق تحسب لكل مجسم (10x10)
- الحكم على استقرار المنحدر يتم بالنظر إلى كل المجسمات الصغيرة (10x10) الموجودة في مجسم التربة (100x100)

نتائج الحسابات تتبع بتفقد ميداني للموقع
"SITE INVESTIGATION"

Localisation du site

No.	1	Xcoordinates	199335
Location Name	S1	Y coordinates	4073710
Commune Name	EL HAMMAMET	Longitude	
Checking date		Latitude	

>X	A
IX-X	A
VIII-IX	B
VII-VIII	C
VI-VII	C

Slope evaluation with seismic intensity

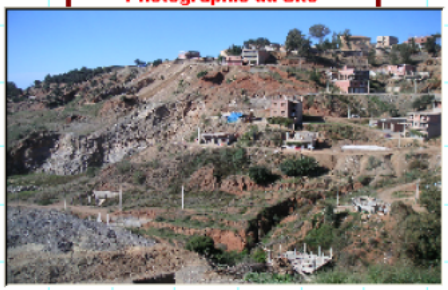
Conservation area conditions

Intensity		Counter measures	☐
Road type		Important Facilities	
Location of the road			
Housing density			

Slope conditions

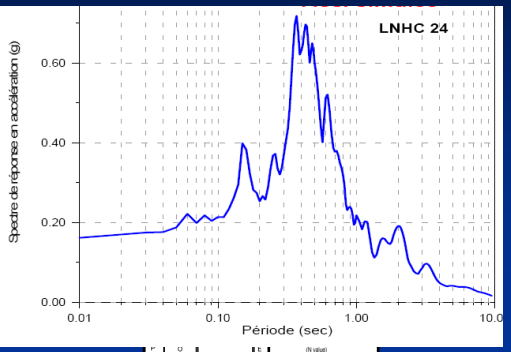
Slope Height	H < 10m	3
Slope angle	a < 45	1
Overhang	No	0
Evaluation4	en crack/Boulder in sl	10
Evaluation5	less than 0.5m	0
Evaluation6	Water seepage	2
Evaluation7	None	0
Evaluation8	16	

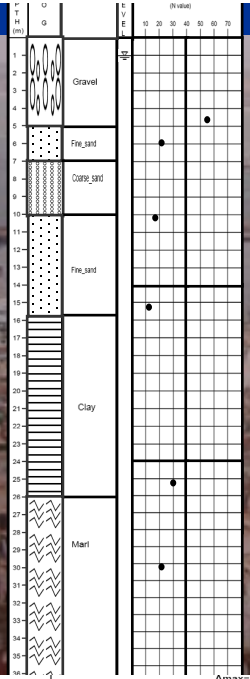
Photographie du Site

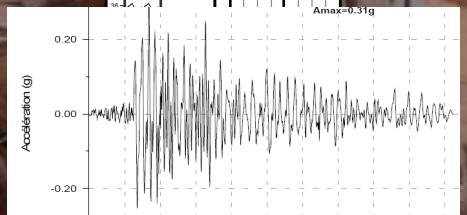


ذلك بإملاء وثائق الموقع و الحكم نهائيا على استقرار أو عدم الاستقرار

انشقاق طيف الاستجابة

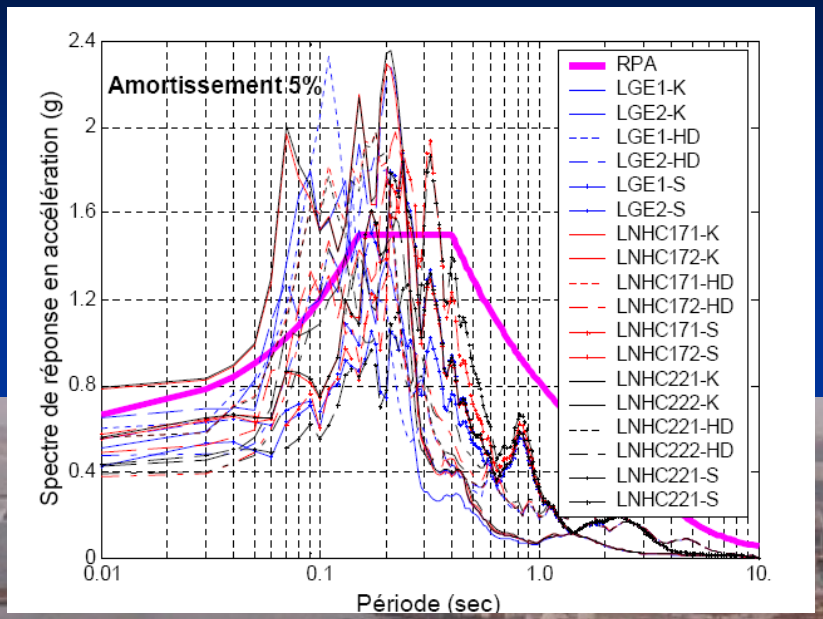


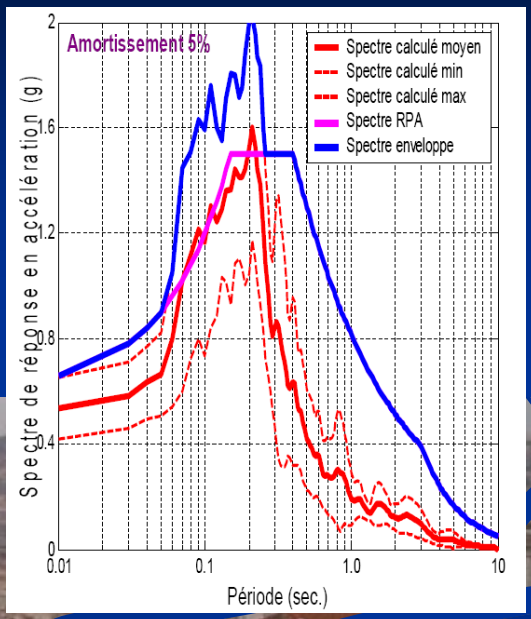


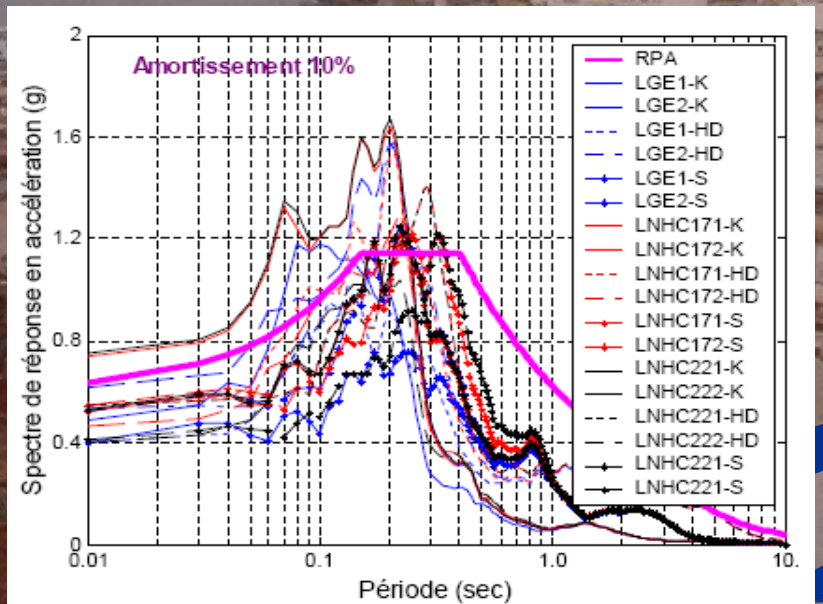


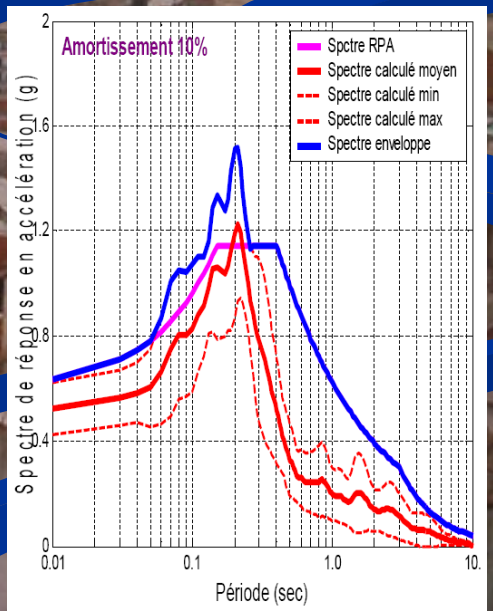
- الموجات الزلزالية المؤثرة في الصخرة
  Accelerograms: synthetic or real
- التسارع الأقصى الموجات الزلزالية عند الصخرة
  Max acc. At the base
- انتقال الموجات الزلزالية عبر طبقات التربة السطحية
  Wave propagation through the soil models
- انشقاق شبح الحساب للموقع
  Elastic response spectra calculation
- إحصائيات : المعدلات, التباعد, مقارنات مع الكود الجزائري ...
  Statistics: mean, variances, RPA spectra,…

انشقاق طيف الاستجابة









حالة المدينة الجديدة سيدي عبد الله

دراسة عشوائية الزلازل حول المنطقة

- ...
- التسارع الأقصى الموجات الزلزالية عند الصخرة

Max accelerations at bedrock for different return periods, 100 or 500 years

دراسة التمنطق التفصيلي الزلزالي للموقع

- التصنيف الهندسي و تجسيم التربة

Site modeling (depth to bedrock, dynamic soil properties, grid dimension,…)

- تحليل الاستجابة الدينامكية لطبقات التربة السطحية

Site response analysis

- تحليل إمكانية تمييع التربة

Liquefaction potential analysis

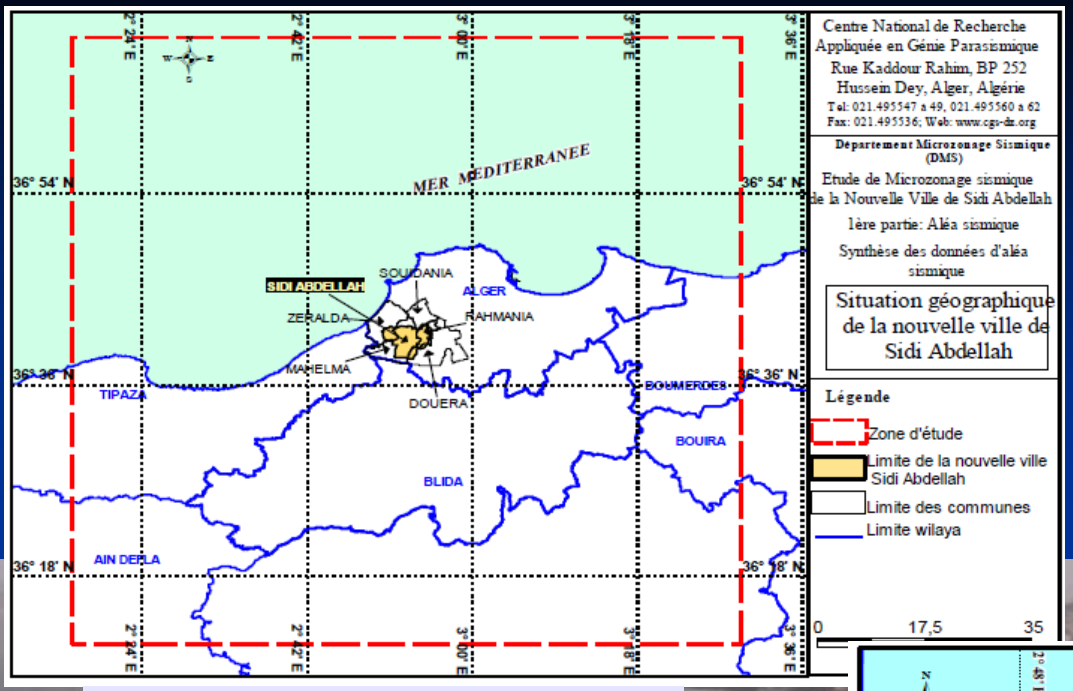
- تحليل إمكانية انزلاق التربة

Slope failure potential analysis

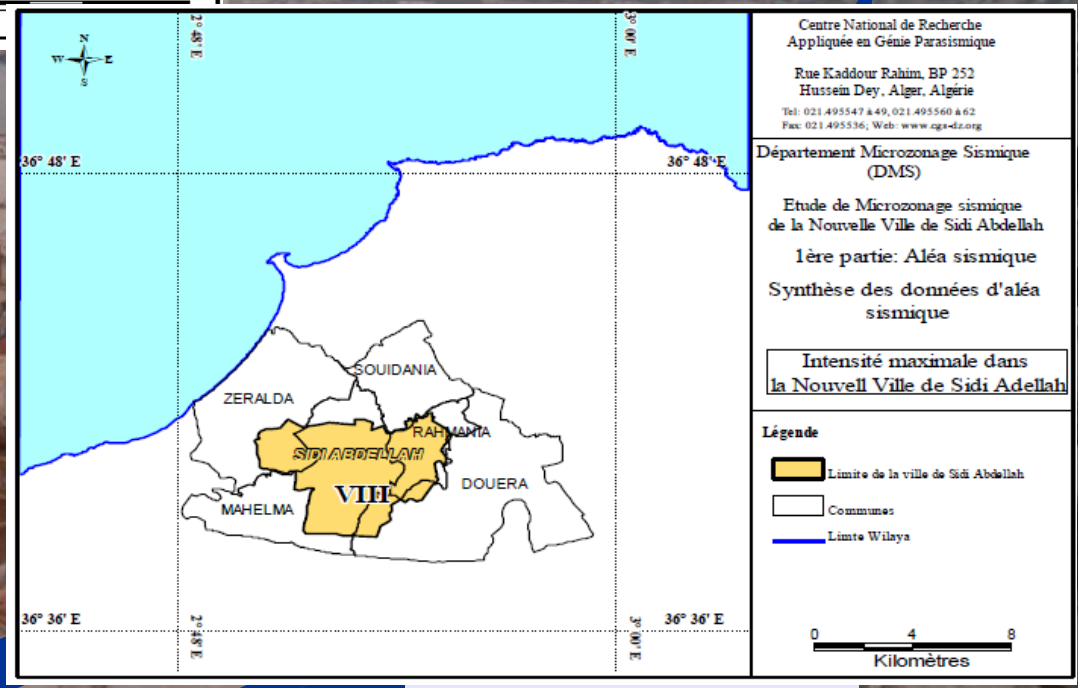
- ...
- انشقاق شبح الحساب للموقع

Derivation of site specific response spectra

الموقع الجغرافي



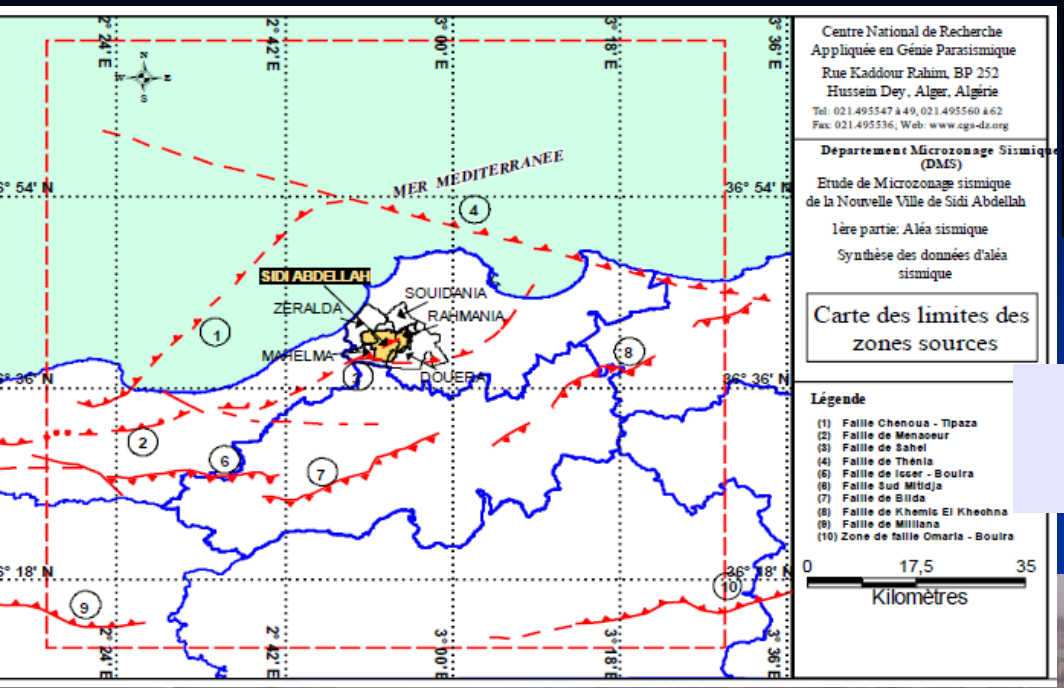
الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



خريطة الشدة القصوى

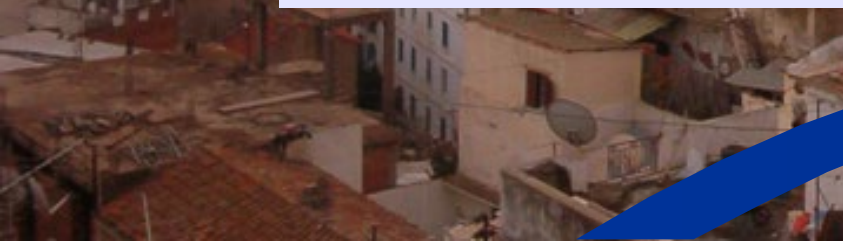
نتائج دراسة عشوائية الزلازل

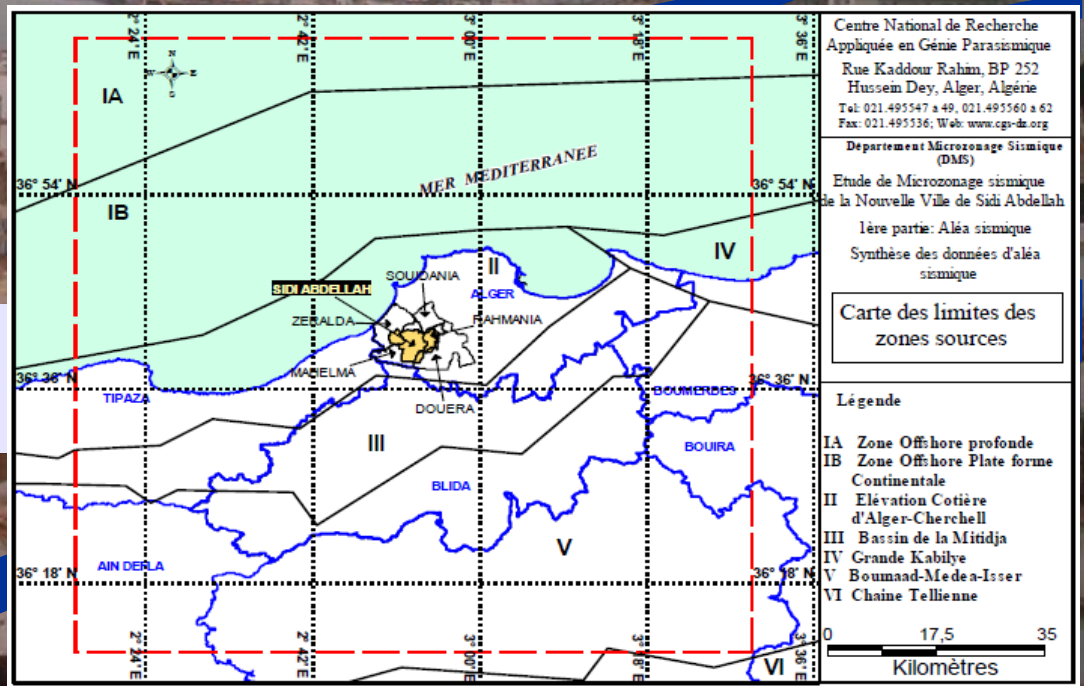
SEISMIC HAZARD



خريطة الفوالق النشطة والفوالق المفترضة النشطة في منطقة الدراسة

خريطة حدود مناطق المصادر الزلزالية

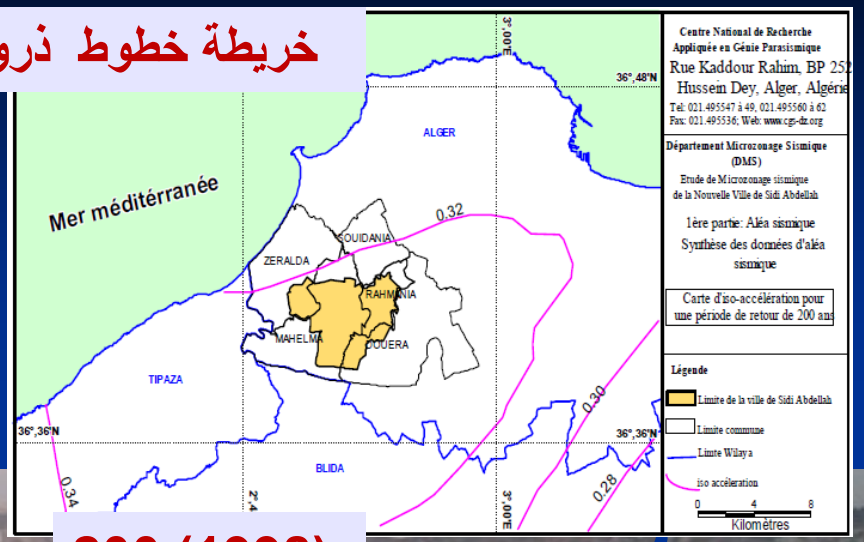




التسارع الأقصى الموجات الزلزالية عند الصخرة

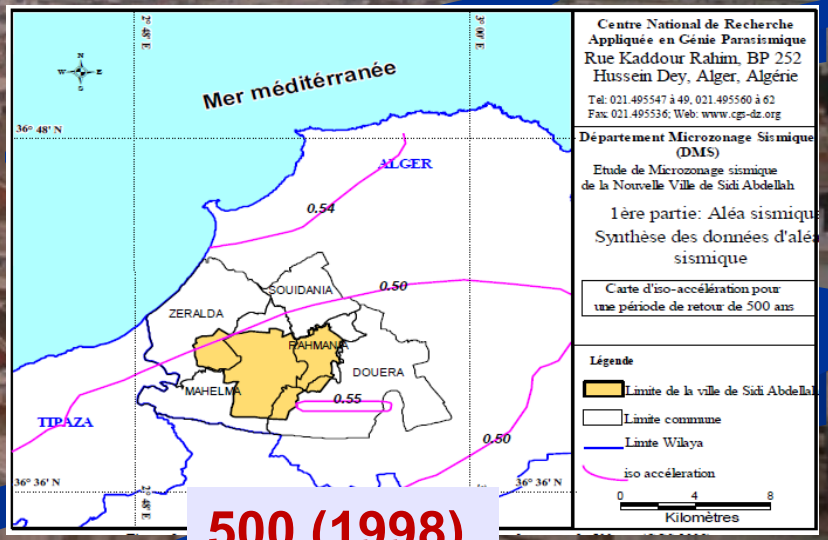
خريطة خطوط ذروات تساوي التسارع لفترات عودة

100 (1998)



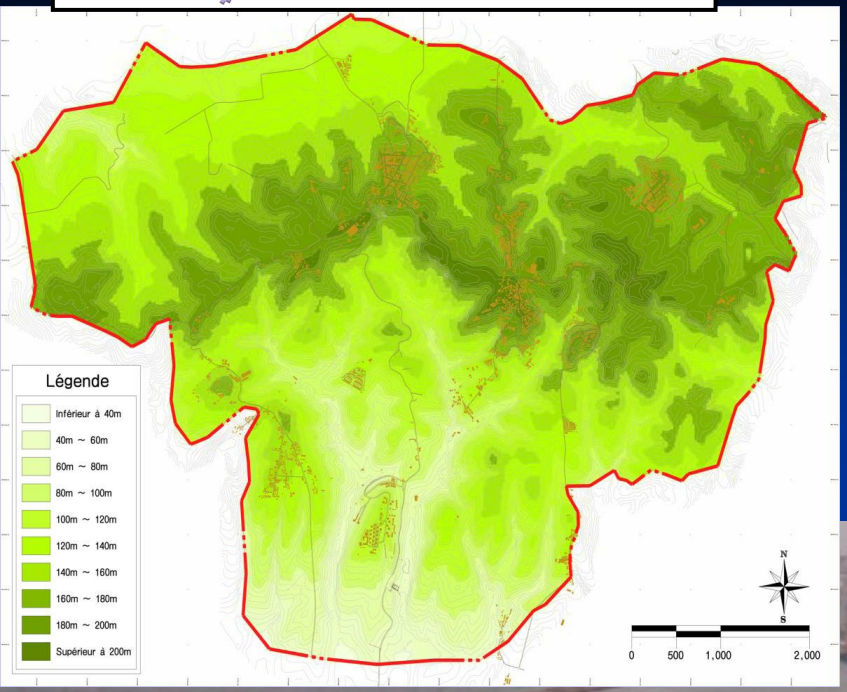
200 (1998)

اعيد الحساب باستعمال
قوانين تخامد حديثة
(جزائرية) في 2022

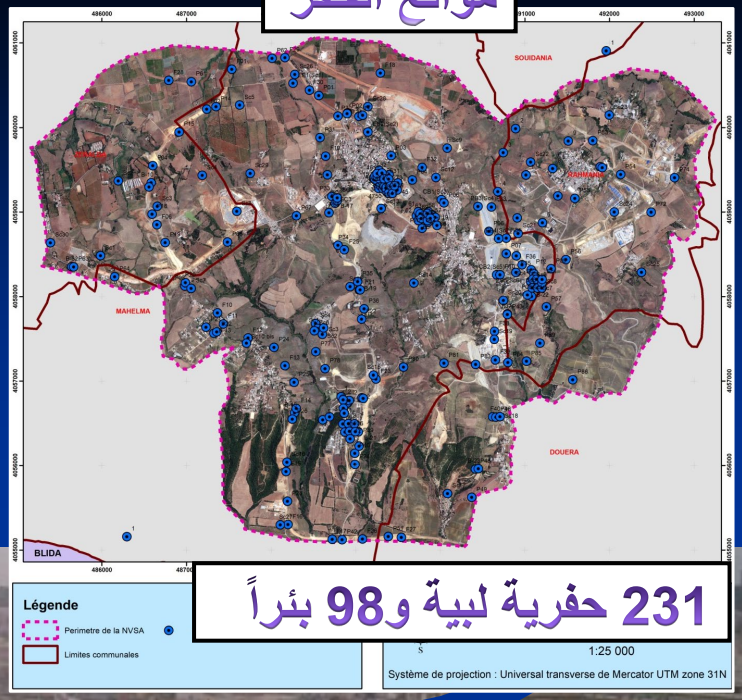


500 (1998)

الخريطة الطبوغرافية لسيدي عبد الله



مواقع الحفر



231 حفرية لبية و98 بئراً

Origine géologique et type de sol

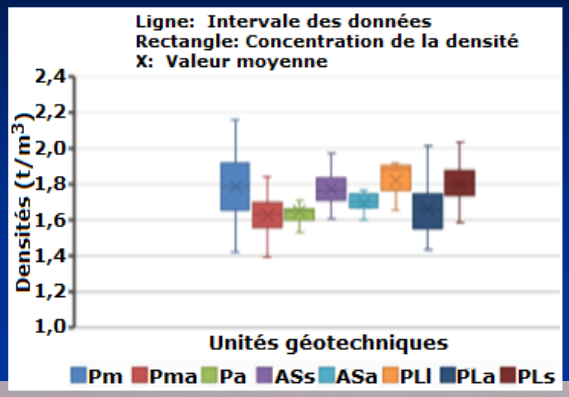
Age

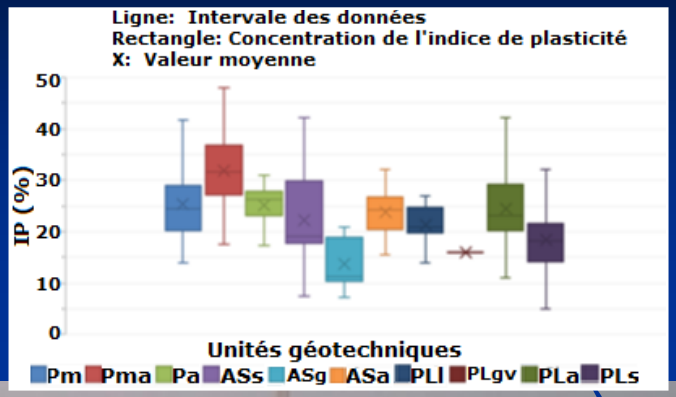
A : Actuel
H : Holocène
PL : Pléistocène
AS : Astien
P : Plaisancien

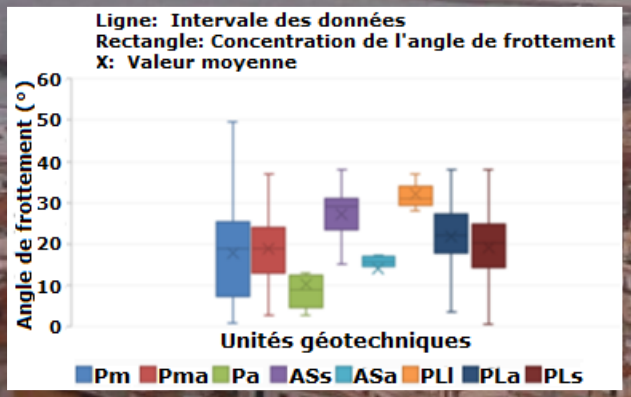
r : remblai
a : argile
s : sable
l : limon
m : marne
g : grès
c : calcaire
gr : gravier
gl : galet

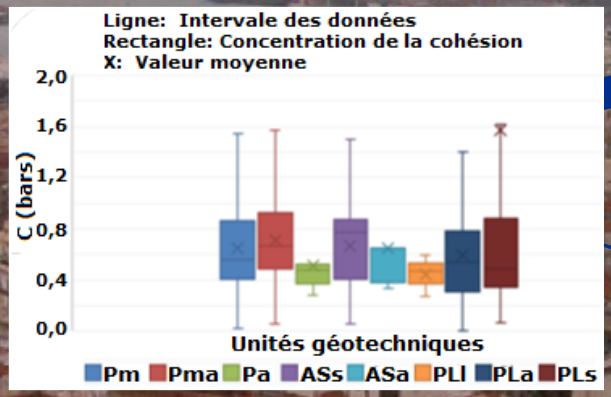
Par exemple, la classification **PLs** est réservée aux sables d'âge Pléistocène.

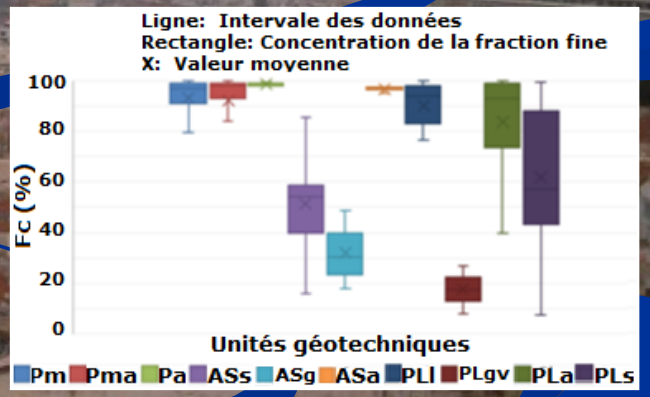
نتائج بعض الاختبارات الجيوتقنية



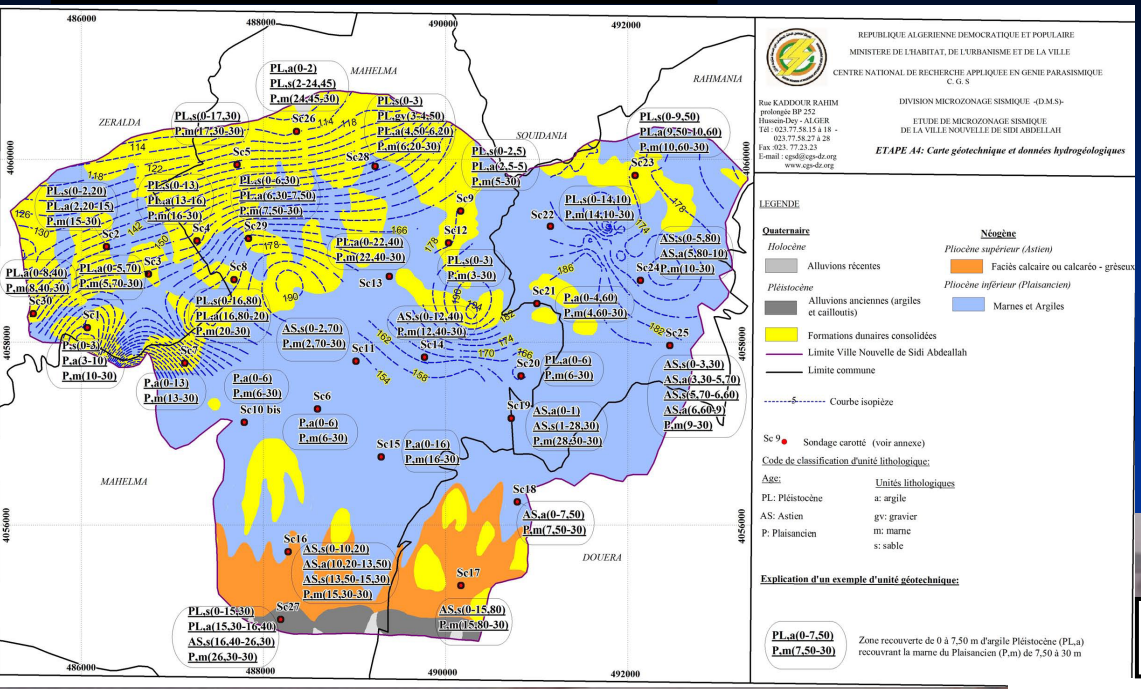








الخريطة الجيوتقنية لسيدي عبد الله



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'HABITAT, DE L'URBANISME ET DE LA VILLE

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUEE EN GENIE PARASISMIQUE
C. G. S

Rue KADDOUR RAHIM
prolongée BP 252
Hussein-Dey - ALGER
Tél : 023.77.58.15 à 18 -
023.77.58.27 à 28
Fax :023. 77.23.23
E-mail : cgs@cgs-dz.org
www.cgs-dz.org

DIVISION MICROZONAGE SISMIQUE -(D.M.S)-

ETUDE DE MICROZONAGE SISMIQUE
DE LA VILLE NOUVELLE DE SIDI ABDELLAH

ETAPE A4: Carte géotechnique et données hydrogéologiques

LEGENDE

Quaternaire

Holocène

Alluvions récentes

Pléistocène

Alluvions anciennes (argiles et cailloutis)

Formations dunaires consolidées

Limite Ville Nouvelle de Sidi Abdeallah

Limite commune

Néogène

Pliocène supérieur (Astien)

Faciès calcaire ou calcarèo - gréseux

Pliocène inférieur (Plaisancien)

Marnes et Argiles

5 Courbe isopièze

Sc 9 Sondage carotté (voir annexe)

Code de classification d'unité lithologique:

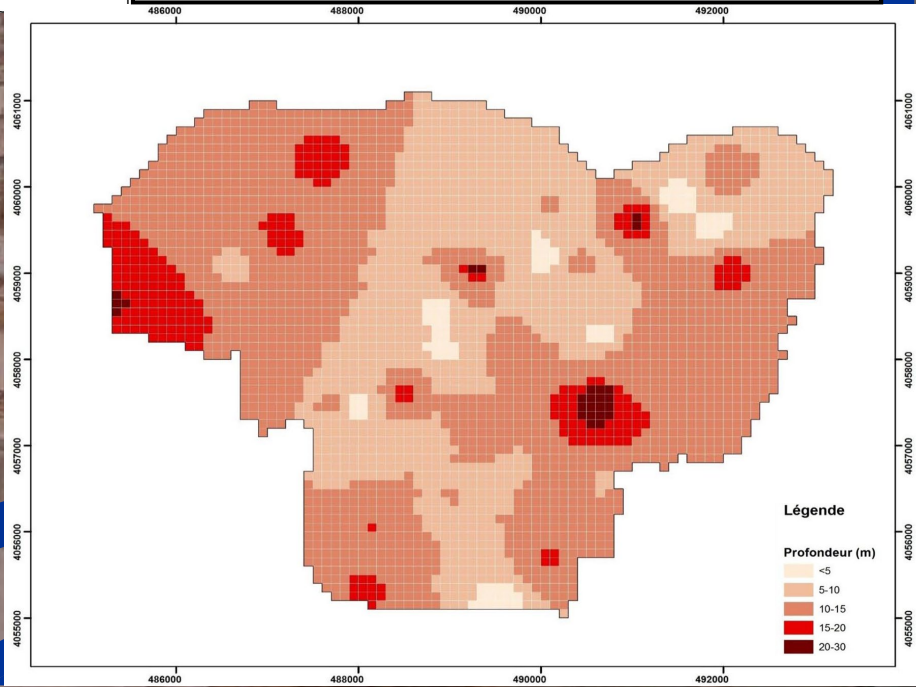
Age:	Unités lithologiques
PL: Pléistocène	a: argile
AS: Astien	gv: gravier
P: Plaisancien	m: marne
	s: sable

Explication d'un exemple d'unité géotechnique:

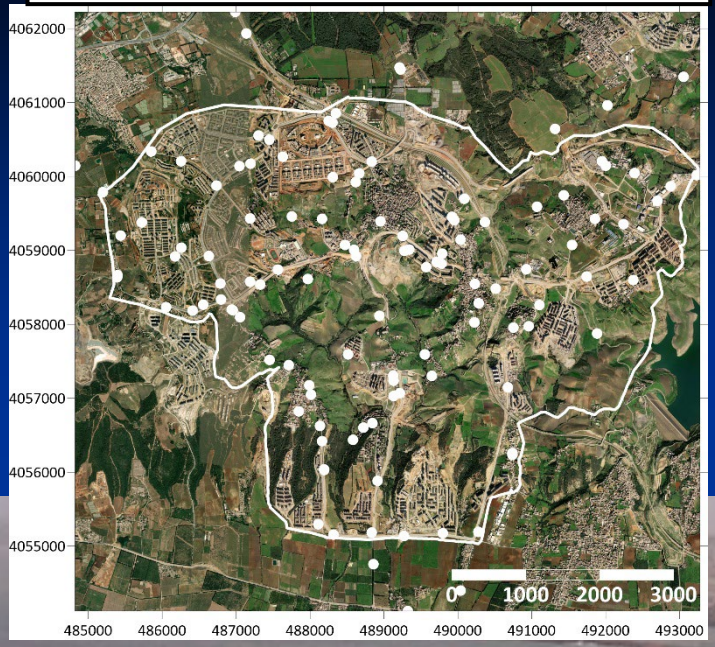
PL,a(0-7,50)
P,m(7,50-30)

Zone recouverte de 0 à 7,50 m d'argile Pléistocène (PL,a) recouvrant la marne du Plaisancien (P,m) de 7,50 à 30 m

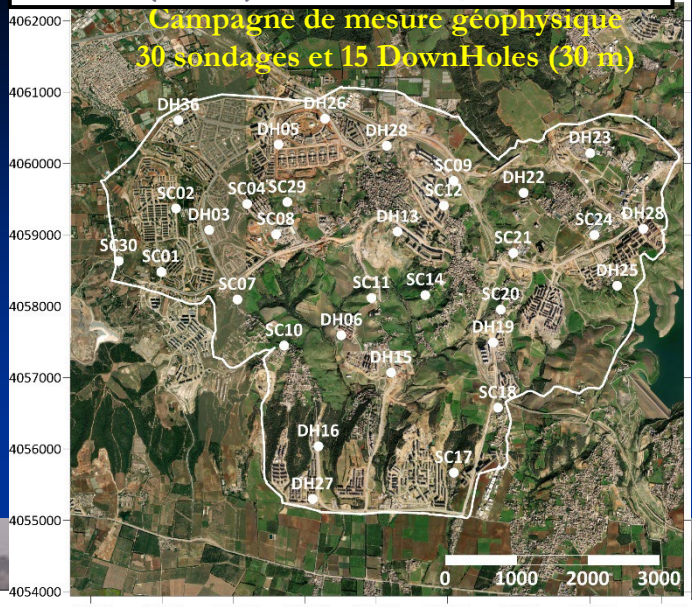
خريطة مستوى الطبقة القاعدية (Marl)

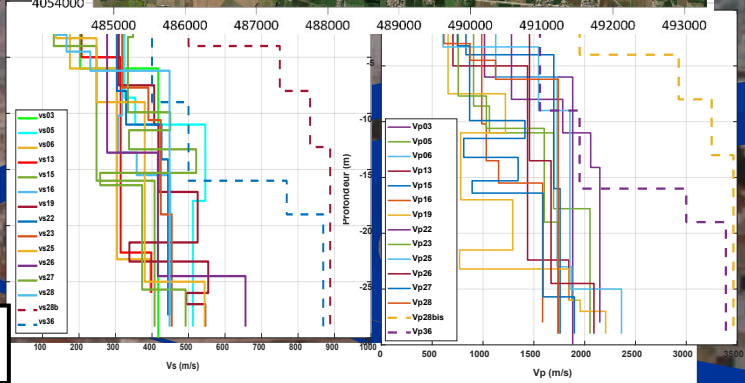


تحديد مواقع القياسات (H/V)

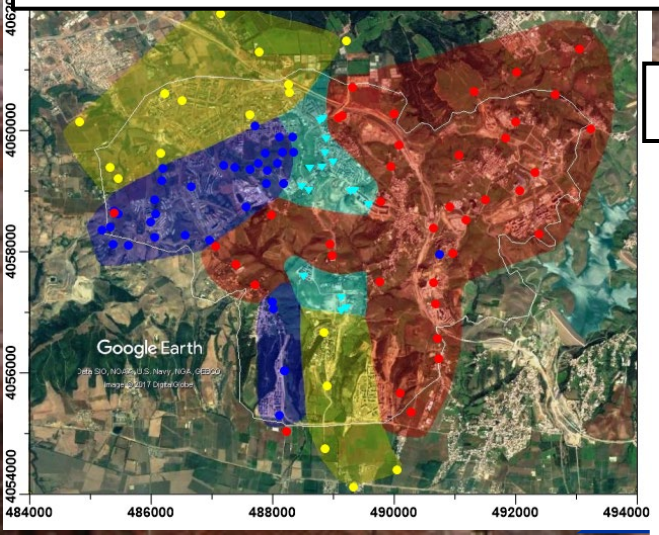


تحديد مواقع الحفريات (DH)





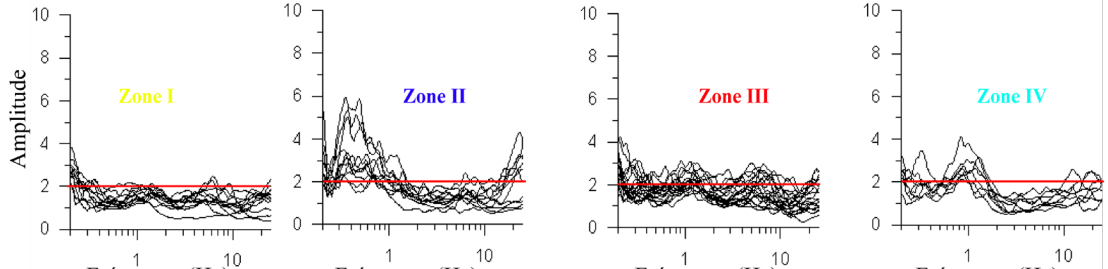
خريطة تقسيم التردد المستخلصة استنادًا إلى العائلات الأربع من المنحنيات



الفئات الأربع من المنحنى H/V

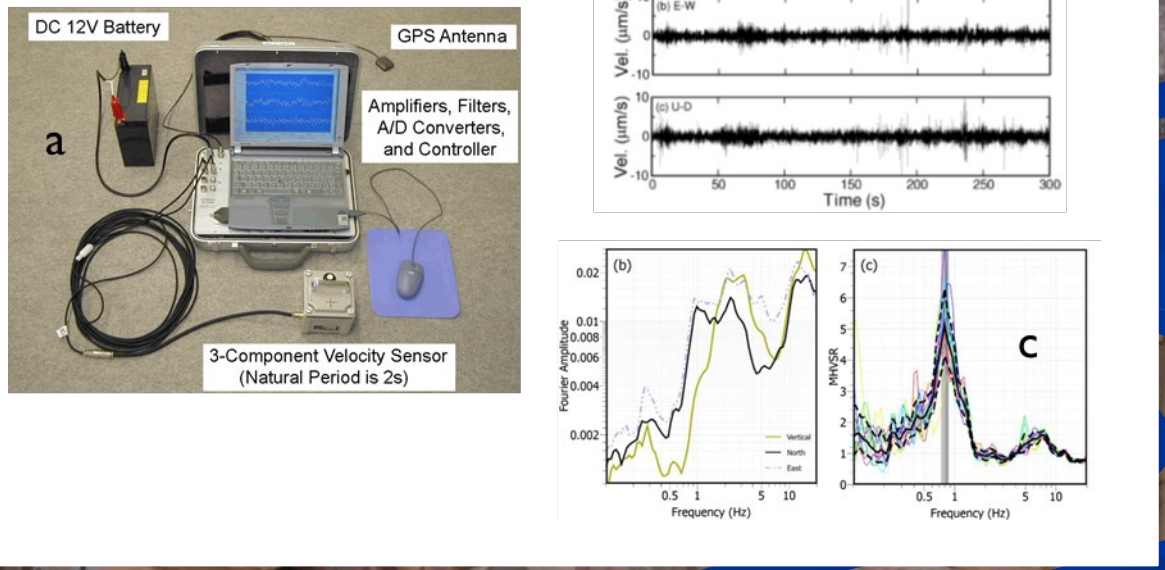
Zone I	Absence pic H/V net	Zone II	Pic net à 0.35 Hz et 5.5 - 6.5 Hz	Zone III	0.5 - 1.5 Hz et 5 - 6 Hz	Zone IV	Pic H/V net à 0.9 Hz

b)



من خلال عكس منحنيات HVSR:

- تحديد ملف السرعة حتى الطبقة الصخرية (H_{800})
- قياس V_{s30}
- التصنيف وفقًا ل - RPA -
- يسمح بإجراء تحليل زلزالي للمواقع (حساب الاستجابة على سطح الموقع (V_S, H_{800})

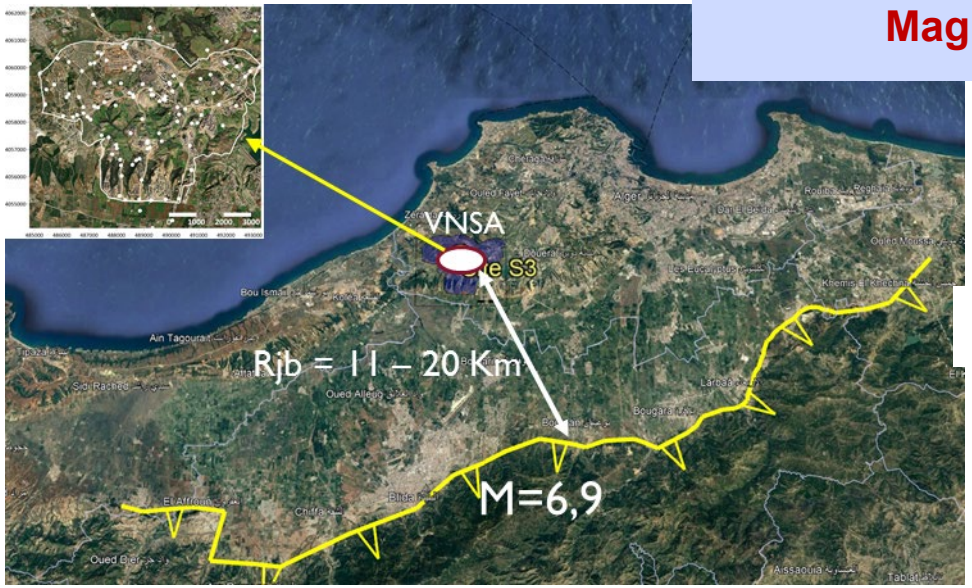


➢تحليل الاستجابة الديناميكية لطبقات التربة السطحية

▪الموجات الزلزالية المؤثرة في الصخرة

السيناريوهات الزلزالية بالنسبة لفترة العودة (495 ans)

Distance=20-40 كم و Magnitude=6.5-7.0

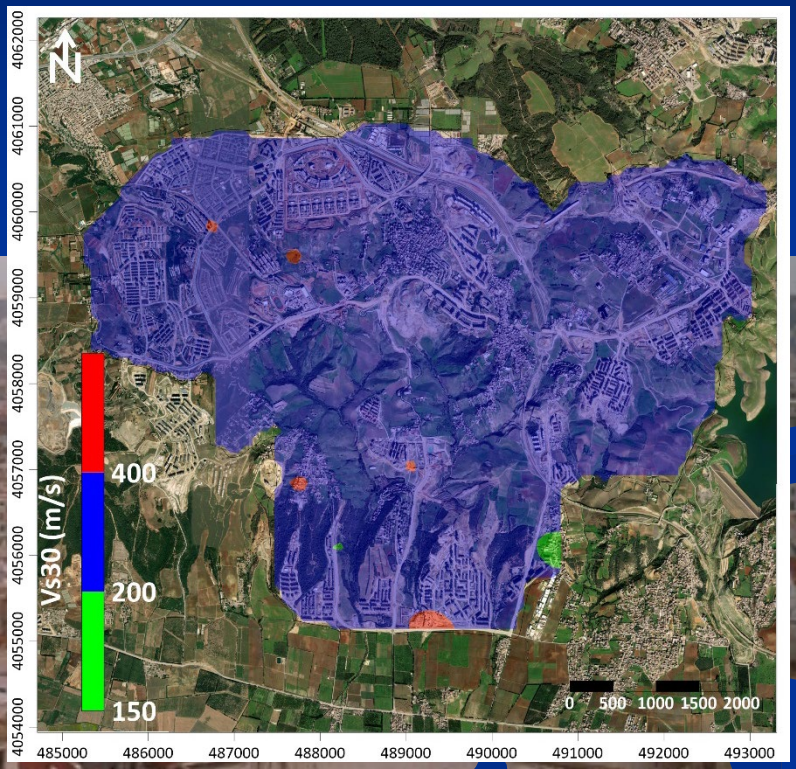


▪السيناريو الزلزالي لصدع البليدة (م = 6.9)

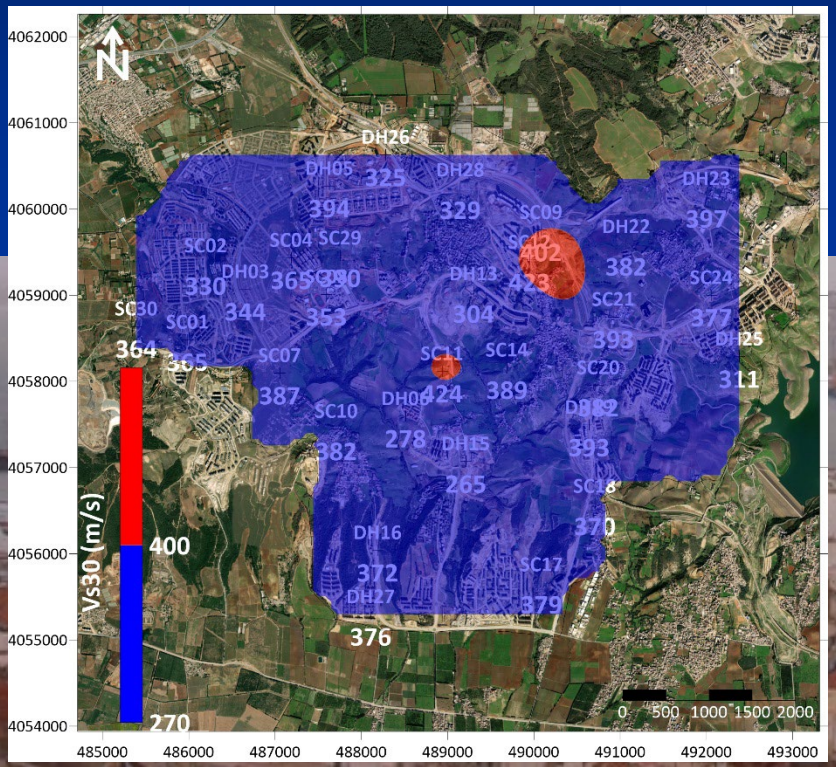
لكل نقطة من 200 نقطة لقياس H/V، يتم حساب ما يلي:

- التسارع على الصخر استنادًا إلى GMPE و السيناريو الزلزالي (D = 6.9، Rjb = 11 – 20Km)
- ملف السرعة حتى H_{800} استنادًا إلى عكس منحنيات HVSR
- التحليل الزلزالي وحساب الاستجابة على السطح
- خريطة التصنيف بV_{s30}
- خريطة ترددات الاهتزاز
- خريطة التسارعات على الصخر
- خريطة التسارعات على السطح
- خريطة إمكانات التكبير (معامل الموقع)

التصنيف حسب Vs30 استنادًا إلى عكس منحنيات HVSR



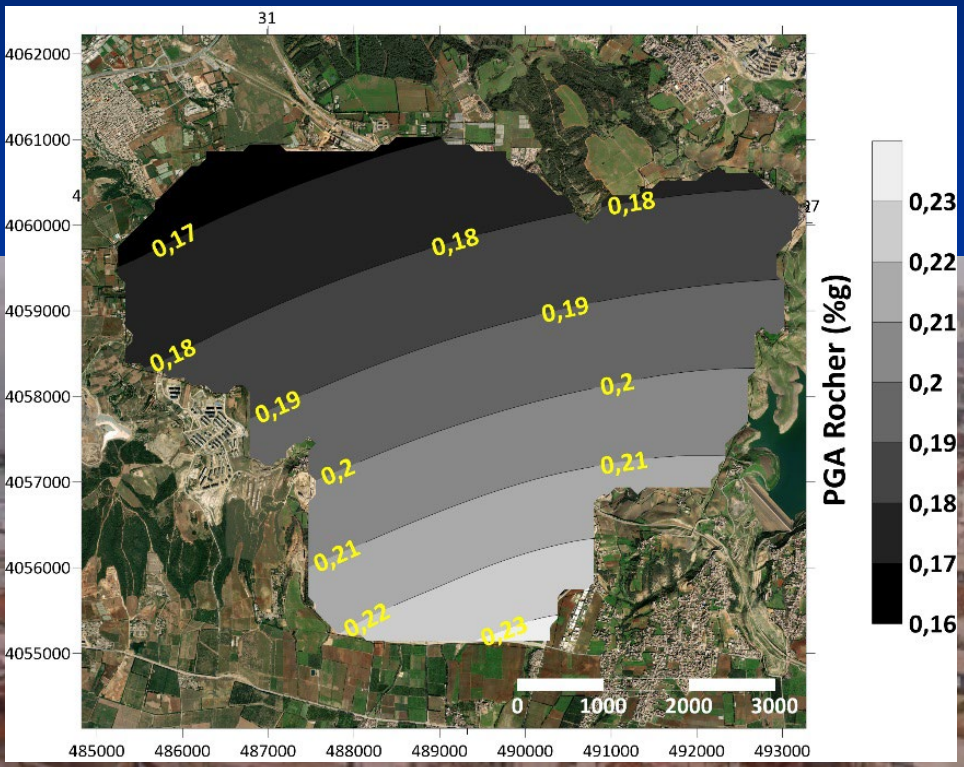
التصنيف حسب Vs30 استنادًا إلى الحفريات العميقة (DH)



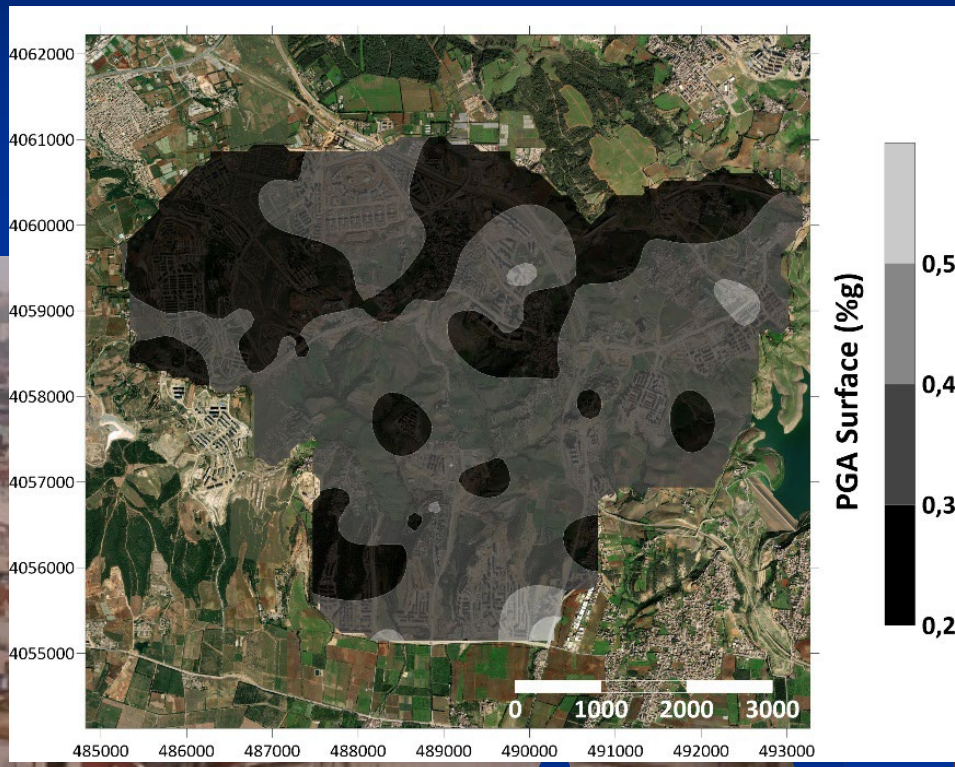
نتائج التصنيف :

النهج المقترح يعطي نفس التصنيفات التي يوفرها النهج المعياري وفقًا لقواعد RPA جميع مواقع VNSA مصنفة S3

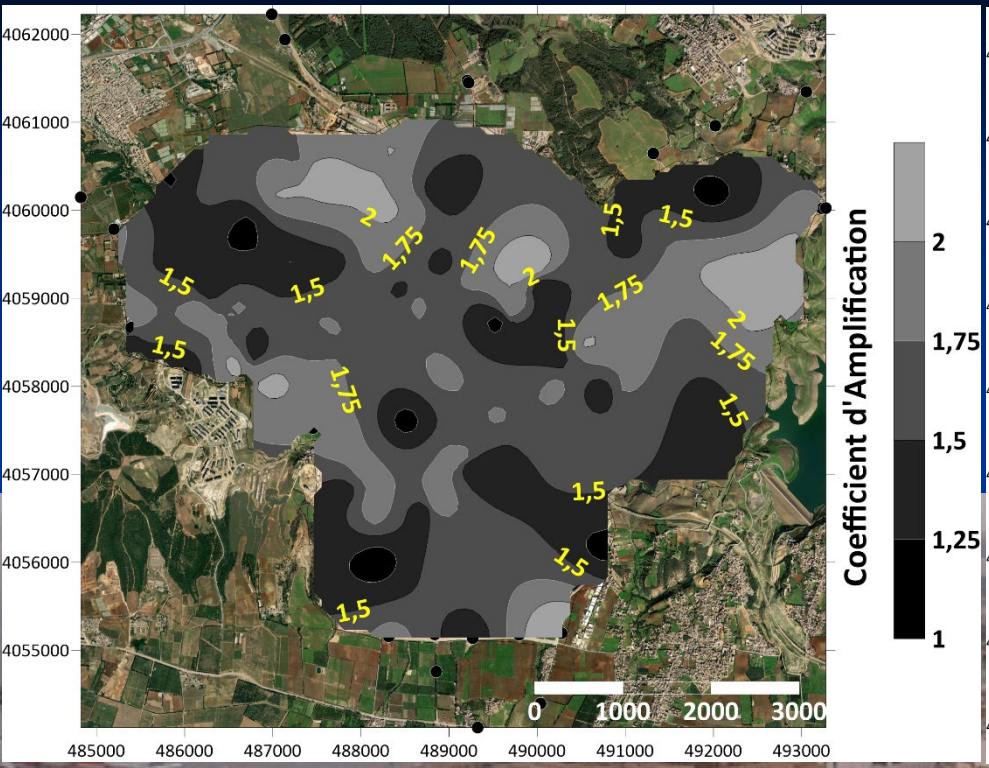
خريطة التسارعات على الصخر



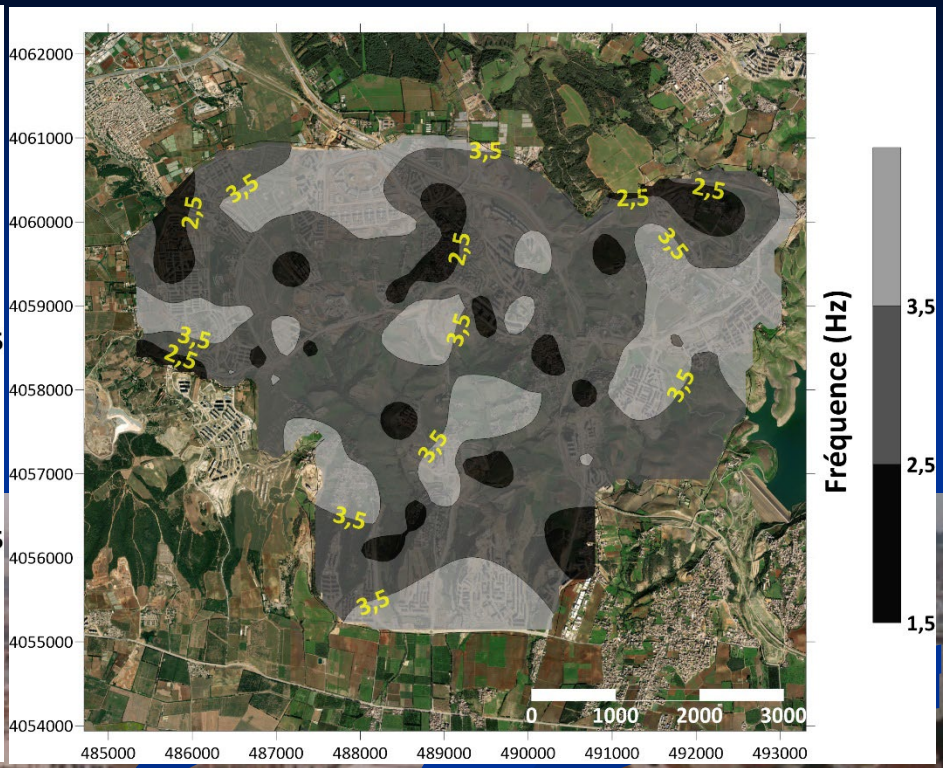
خريطة التسارعات على السطح

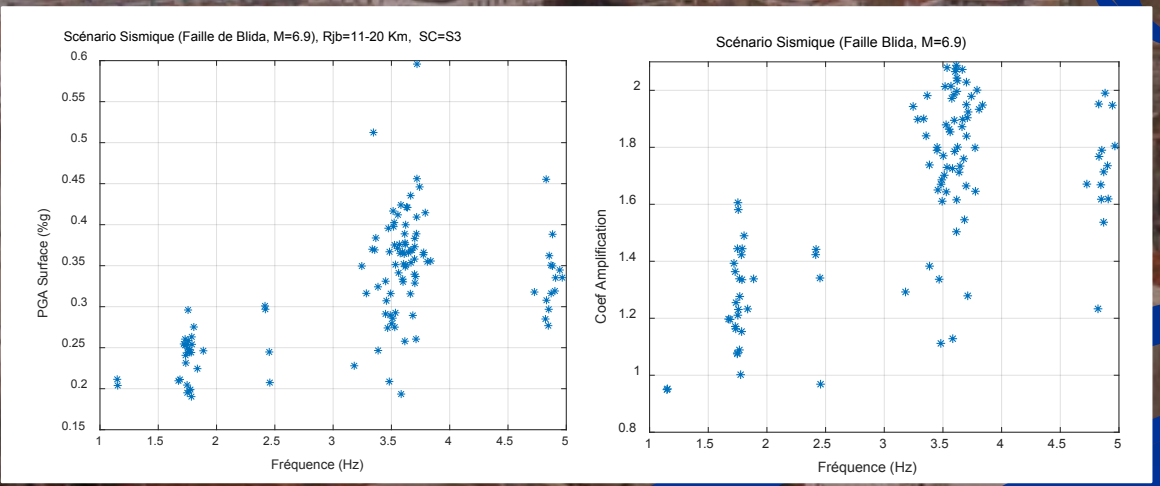


خريطة التضخيم



خريطة الترددات

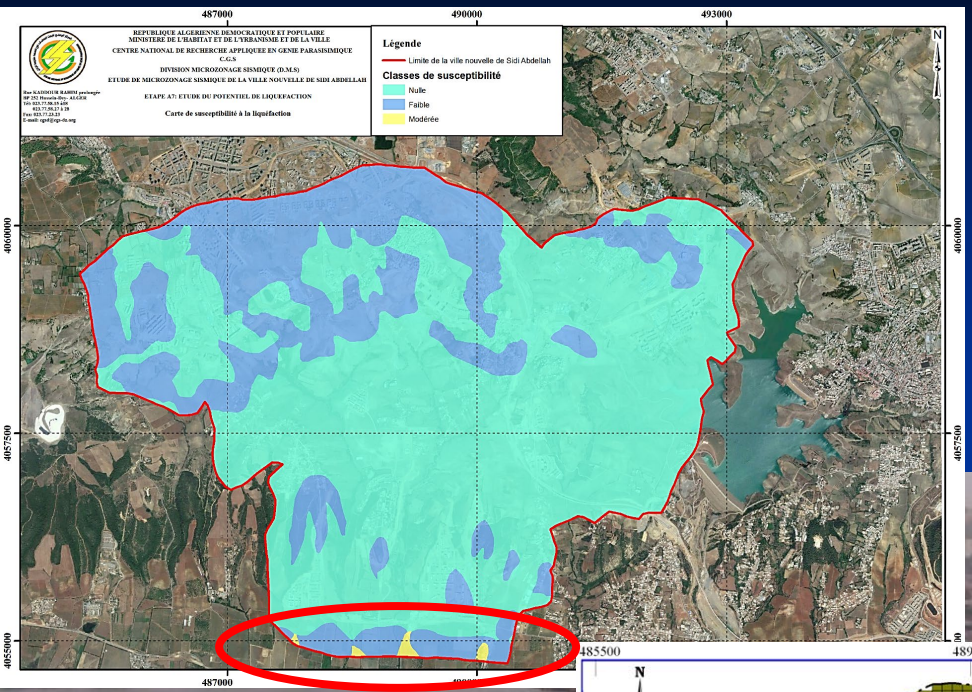




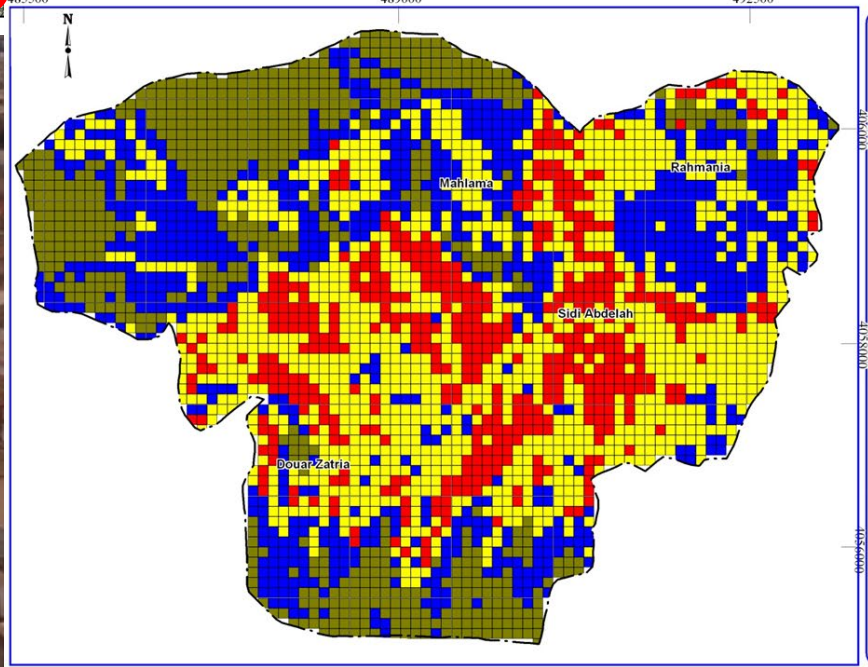
يتيح تجنب حالات الرنين للمباني الجديدة
(يجب أن تكون الترددات الأساسية للمبنى
مختلفة عن تلك الموجودة في الموقع)

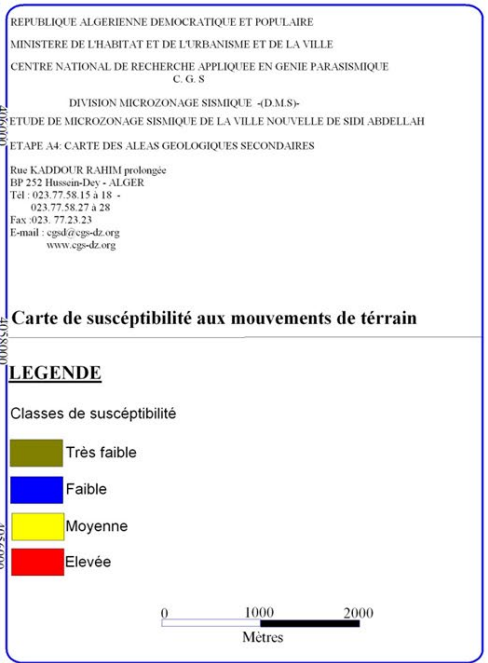
يتيح قياس مستوى المخاطر للمباني القائمة

خريطة إمكانية التميع



خريطة القابلية لانزلاقات التربة





شكرا