



Soil classes – Site effects - microzonation

Seismic
Engineering

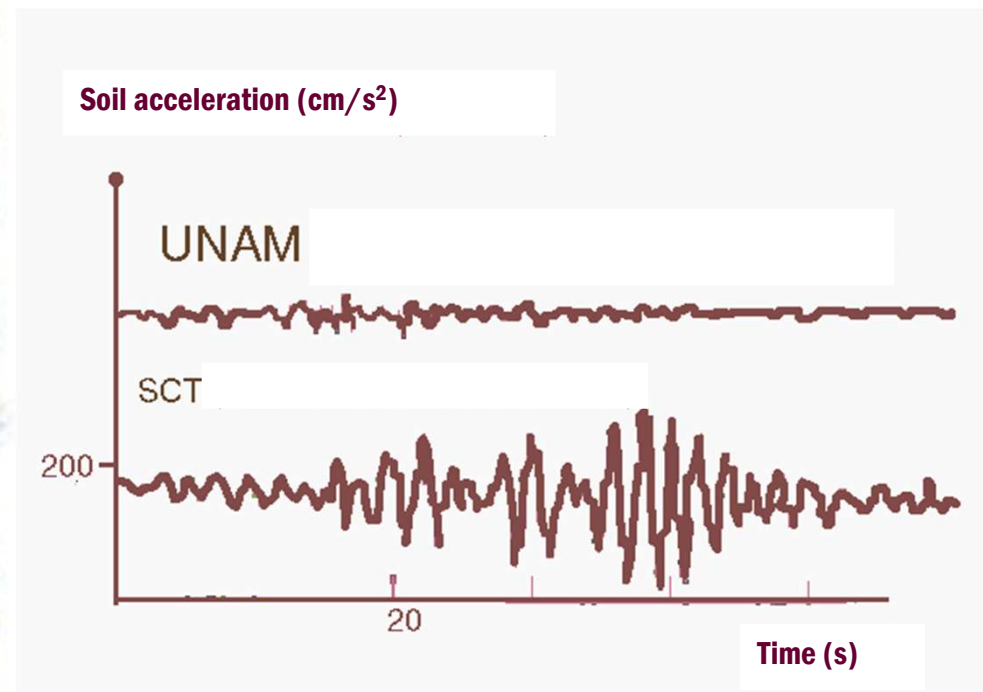
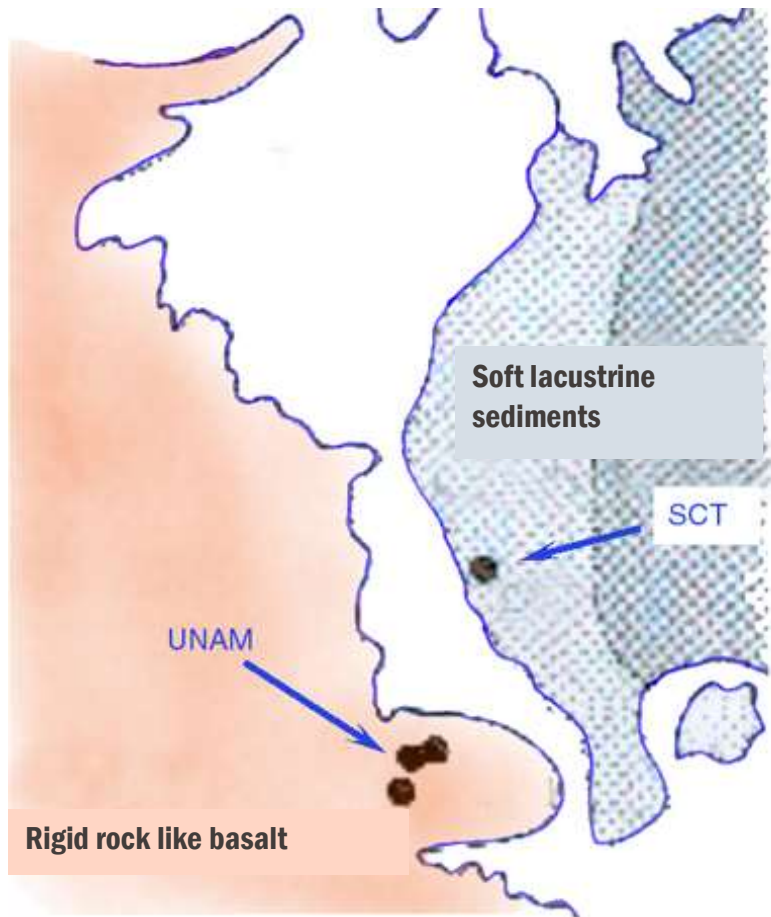
Dr. Francesco Vanin

Content

- What are site effects ?
- Soil classes
- Spectral seismic microzonation

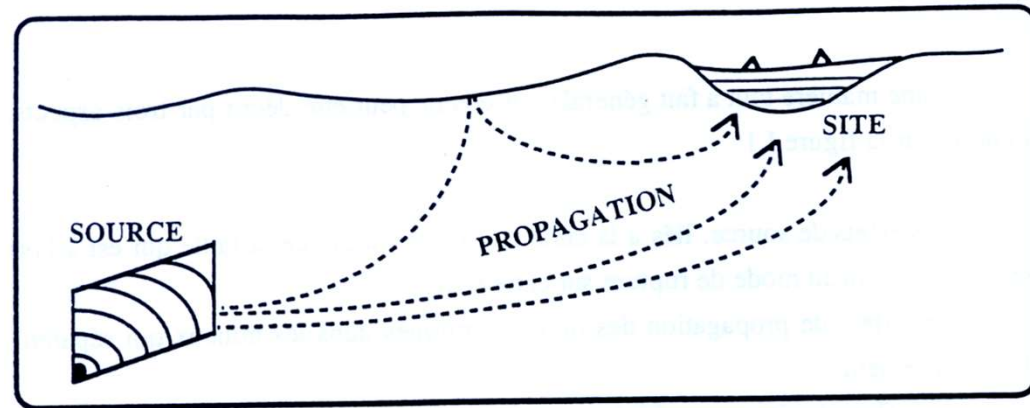
Site effects

Amplification of soil accelerations in Mexico City (1985)

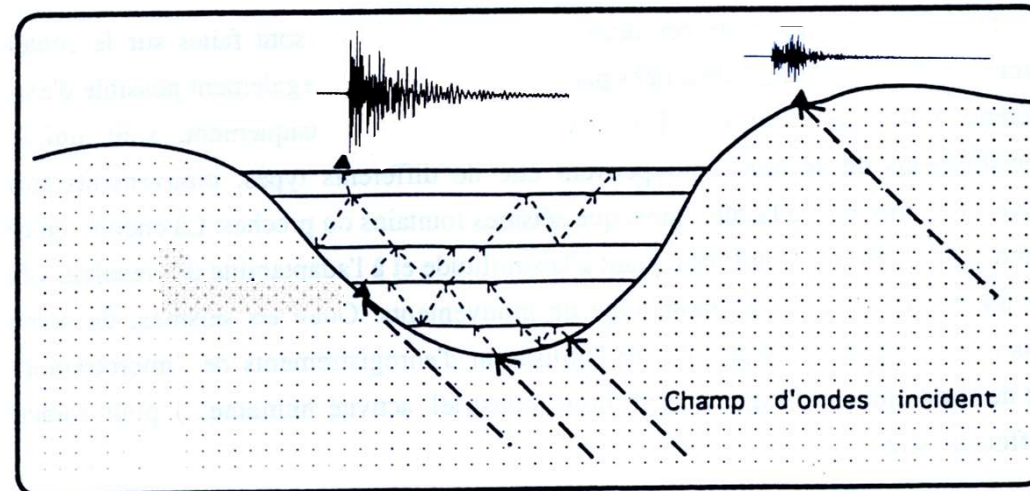


Site effects

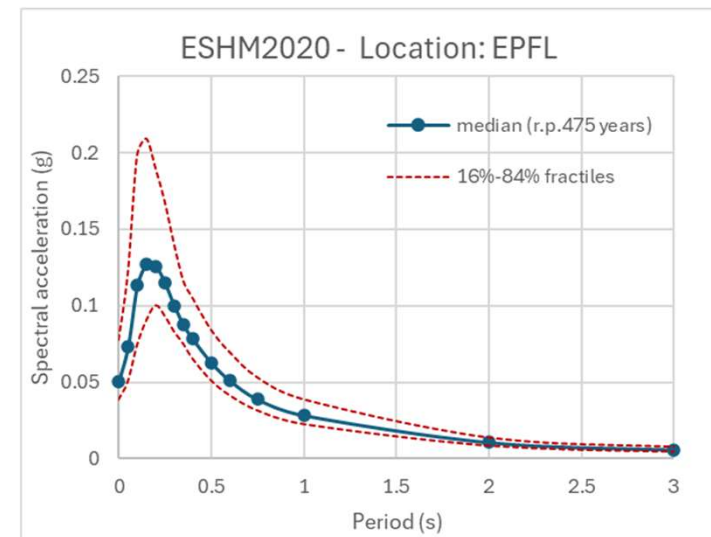
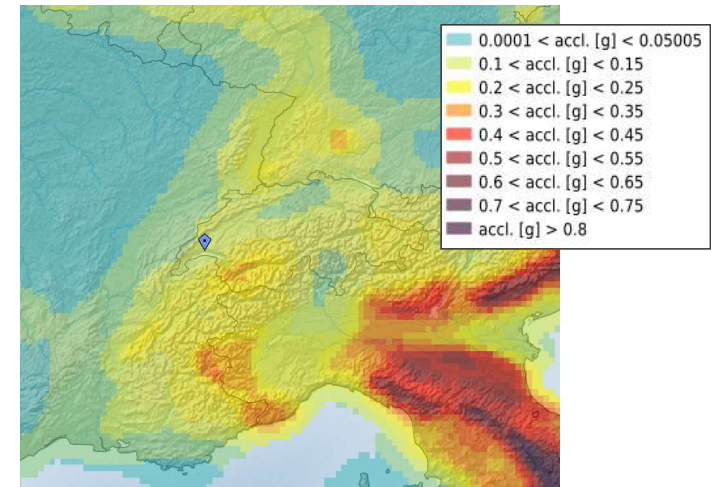
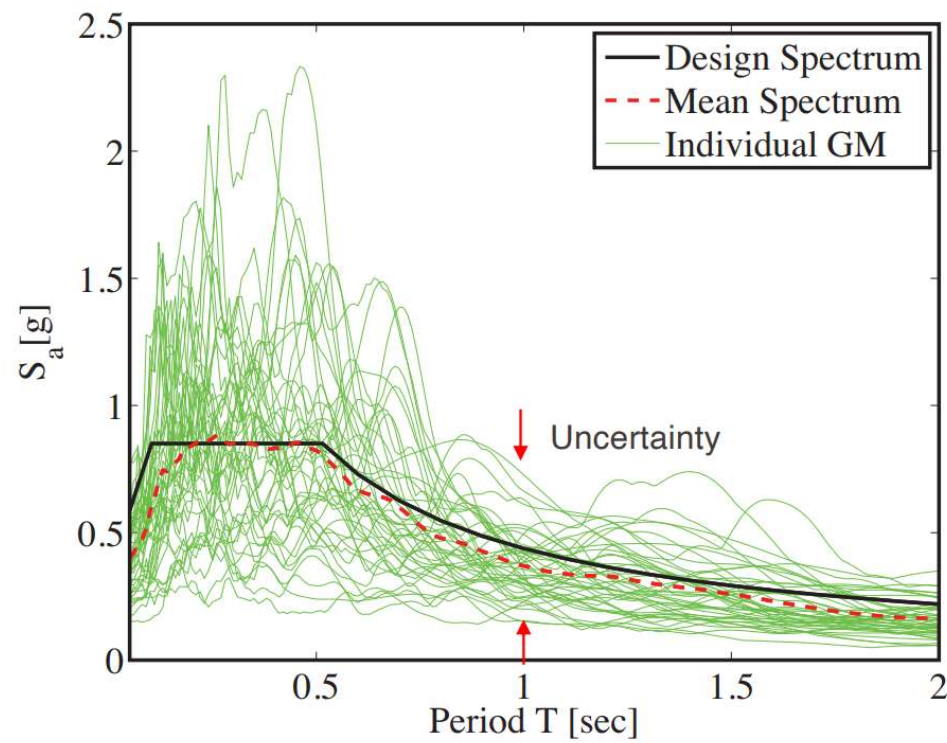
Earthquake =
source * propagation * site



Site effects due to the
trapping of waves in "soft"
layers



Hazard models

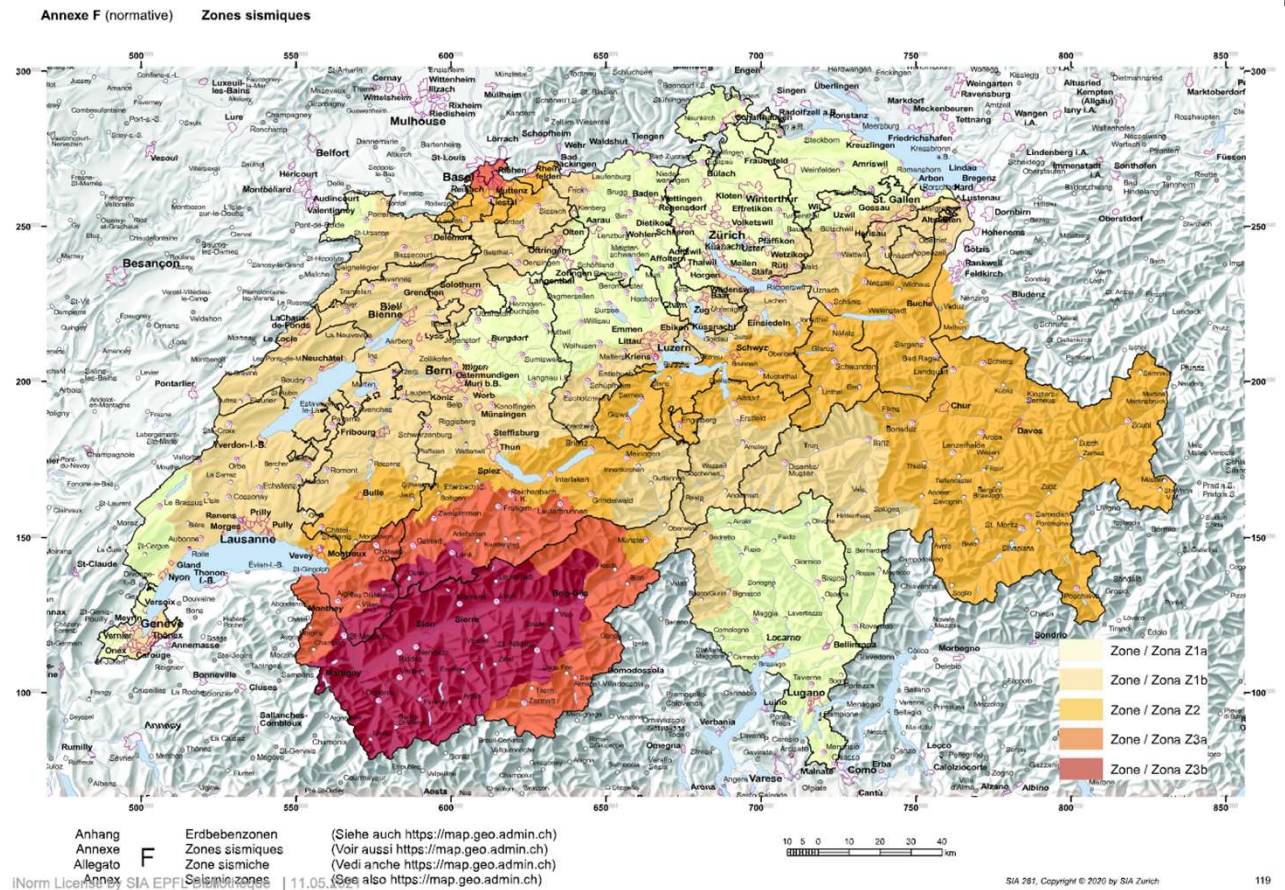


Seismic zones in SIA 261

Five seismic hazard zones with the following peak ground accelerations on rock a_{gd} :

- Zone 1a $a_{gd}=0.6 \text{ m/s}^2$
- Zone 1b $a_{gd}=0.8 \text{ m/s}^2$
- Zone 2 $a_{gd}=1.0 \text{ m/s}^2$
- Zone 3a $a_{gd}=1.3 \text{ m/s}^2$
- Zone 3b $a_{gd}=1.6 \text{ m/s}^2$

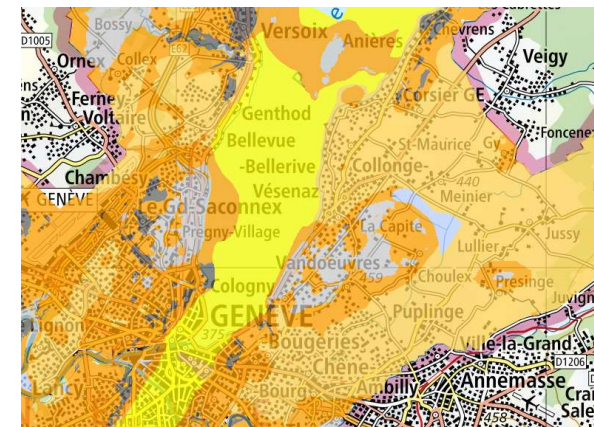
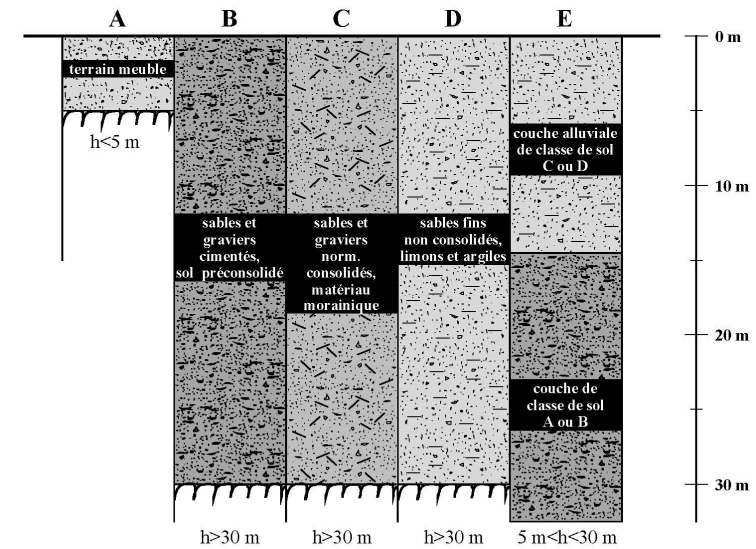
Map available at map.geo.admin.ch/
(<https://shorturl.at/gqsvP>)



Soil classes in SIA 261

- 6 soil classes
- For very soft soils (class F) particular investigations are necessary

Classe de terrain de fondat.	Description du profil stratigraphique	$v_{s,30}$ m/s	N_{SPT} nombre de coups/ 0,3m	c_u kN/m ²	S	T_B s	T_C s	T_D s	l_p m
A	Rocher ou formation géologique similaire avec une couverture de terrain meuble d'au plus 5 m d'épaisseur en surface	> 800	—	—	1,00	0,07	0,25	2,0	600
B	Dépôts de sable et gravier très compact ou d'argile très ferme, d'une épaisseur d'au moins quelques dizaines de mètres, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	500 à 800	> 50	> 250	1,20	0,08	0,35	2,0	500
C	Dépôts de sable et gravier moyennement compact à compact ou d'argile ferme, d'une épaisseur de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	300 à 500	15 à 50	70 à 250	1,45	0,10	0,4	2,0	400
D	Dépôts de terrain meuble non cohésif lâche à moyennement compact (avec ou sans couches cohérentes tendres) ou à prédominance de terrain meuble cohésif de consistance tendre à ferme	< 300	< 15	< 70	1,70	0,10	0,5	2,0	300
E	Couche superficielle de terrain meuble correspondant à la classe C ou D avec une épaisseur comprise entre 5 m et 20 m et une valeur moyenne de v_s < 500 m/s, reposant sur un matériau plus ferme avec une valeur v_s > 800 m/s	—	—	—	1,70	0,09	0,25	2,0	500
F	Dépôts à structure sensible, organiques ou très tendres (par ex. tourbe, craie lacustre, limon mou) d'une épaisseur supérieure à 10 m	—	—	—	—	—	—	—	—



Map available at
map.geo.admin.ch/
 (https://shorturl.at/tKMY8)

Soil classes in SIA 261

Data used to establish soil classes maps :

- Available boreholes (limited depth, usually less than 30 m)
- Geological maps (to distinguish different types of superficial deposits)
- Historical topographic maps (ancient river beds or swamp zones)
- Geophysical data if available (reflexion seismic profiles, gravimetric data, etc.)

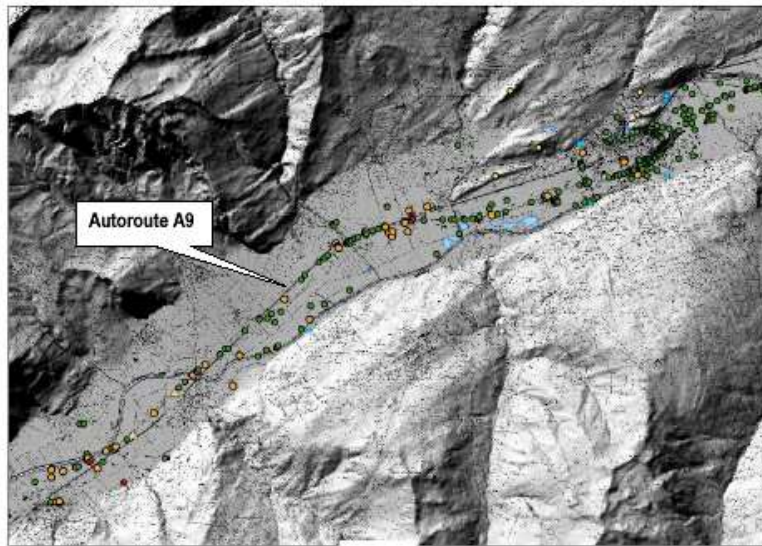
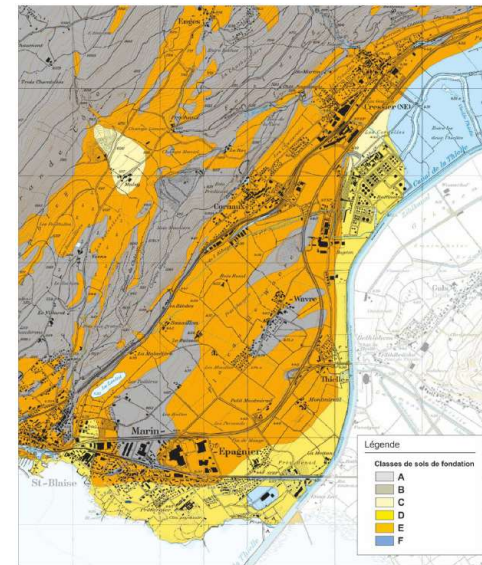


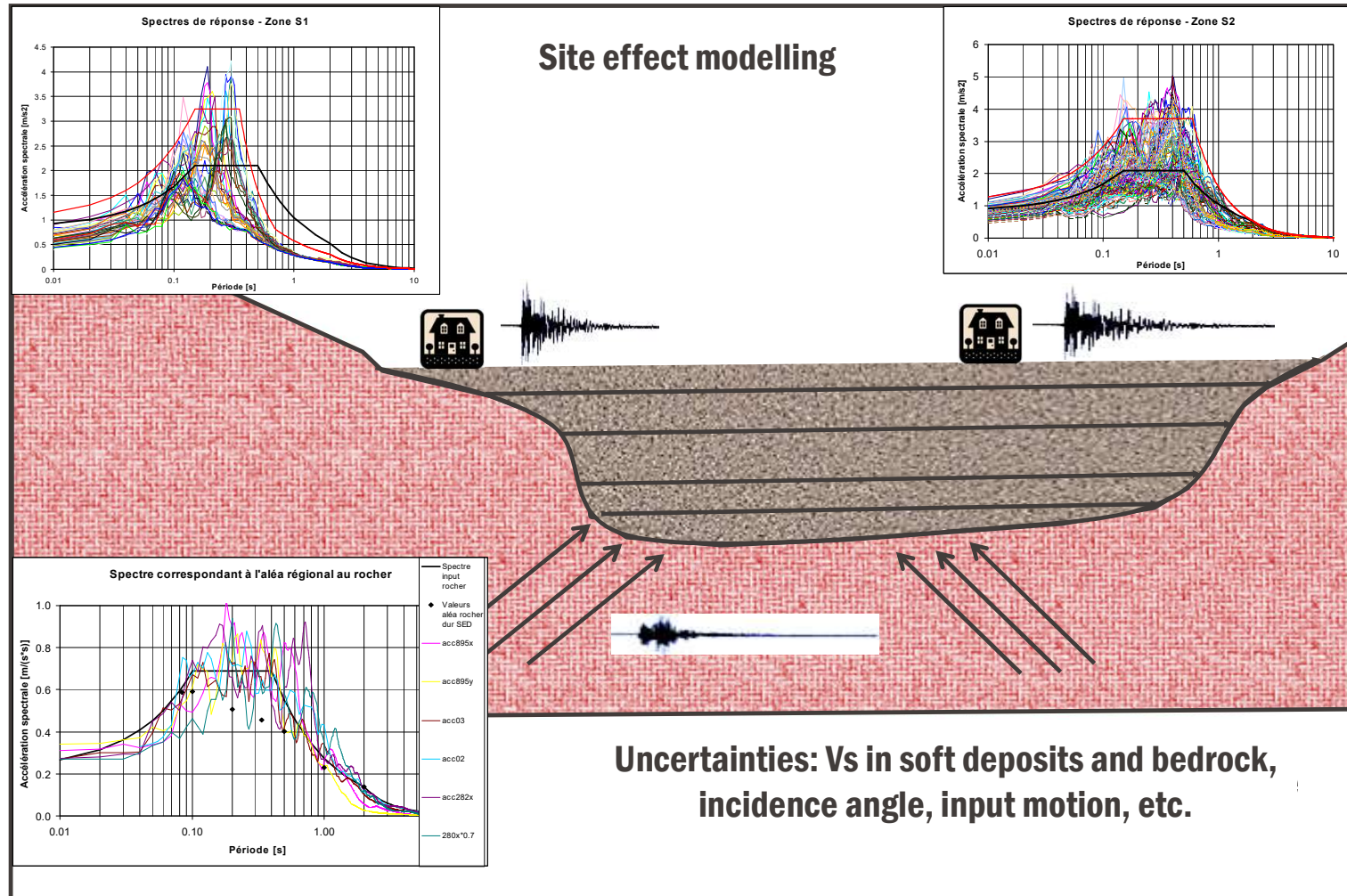
Figure 8 : Exemple de répartition des forages



Microzonation studies

- Codes: mean design spectra accounting for regional hazard level (seismic zonation) for a few soil classes (based on properties of the 30 upper meters of deposits).
- Large lateral variability of soil deposits: geological nature, thickness, depth and geometry of the bedrock.
- For one soil class:
 - Large variability of possible soil response
 - Site study to determine a site specific spectrum

Microzonation studies



Microzonation studies

- Soil profiles S wave velocity and density
 - geological and geotechnical data
 - measurements of the fundamental frequency of deposits
 - S wave velocity measurements, etc.
 - Input motion: earthquakes valid for the regional hazard on the bedrock
 - 1D or 2D computations of site effects, for different input motion, accounting for non linear behaviour of the materials (equivalent linear approximation) and uncertainties
 - Resulting elastic response spectra
 - Seismic microzonation map, showing the areas of validity of the resulting spectra
- Engineers can use the corresponding spectra directly instead of the code spectra

Microzonation studies

<http://map.geo.admin.ch/>

Orange / yellow : map of soil classes
Red : spectral microzonation

