

Valenciennes – 23 septembre 2009

# La gestion du risque sismique en Belgique

Thierry CAMELBEECK

Président ANB Eurocode 8 « Action Sismique »  
Observatoire Royal de Belgique

Alain SABBE  
André PLUMIER

Faculté Polytechnique de Mons  
Président de la Commission NBN Eurocode 8  
Université de Liège

Hervé DEGEE

Président ANB Eurocode 8 « Règles Générales »  
Université de Liège

# Risque sismique

**Effet mécanique** du séisme = **alea x vulnérabilité**

**Risque** = **Effet mécanique x importance** ► valeur matérielle

coût de réparation ou remplacement

- ▶ atteinte aux personnes  
blessés, tués      directs
- ▶ patrimoine  
valeur immatérielle
- ▶ effets « secondaires » perte économique  
outils détruits, endommagés  
temps perdu      transport  
                            télécom  
                            gestion dégâts privés
- ▶ effets « secondaires »  
blessés, tués      indirects  
fuites gaz  
écoulements acides

## Gestion des facteurs du risque sismique en Belgique

	Entité en charge	Action	Réalisée ?
Alea	ORB	EC8-ANB	100%
Constructions nouvelles Valeur matérielle	NBN	EC8-ANB	100%
Constructions existantes Valeur matérielle AVANT le séisme	Régions	Etudes de risque Règlement urbanisme Politique	5% 0% 0%
Constructions existantes APRES le séisme	Régions	Evaluation post sismique	0%
Personnes	Centre de crise Protection Civile ORB	Evaluations Alarme rapide Exercices	~100%
Patrimoine	Régions	Etudes vulnérabilité Politique	~ 10% 0%
Effets secondaires Pertes économiques	Régions	Etudes de risque	0%
Installations existantes Effets secondaires chimiques, Seveso, etc	Régions Propriétaires	Règlement Contrôle	0% 0%

# Conscientisation au risque sismique

- Enseignement ULg Cours téléchargeable [www.argenco.ulg.ac.be](http://www.argenco.ulg.ac.be)  
FPMs
  - Séminaire de la Région Wallonne (octobre 2006)
  - Groupe scientifique belge BESEIG

# Groupe de contact du FNRS ~équivalent AFPS

**Observatoire Royal de Belgique**      **Univ. Liège**      **Faculté Polytech.**

Mons Centre de crise du SPF Intérieur      Katholieke Univ. Leuven

Gent Univ. Univ. Bruxelles Probabilitas.

## Objectifs. Elaboration de méthodologies intégrées

**Objectifs.** Elaboration de méthodologies intégrées spécifiques aux régions de sismicité modérée pour

- étude des tremblements de terre,
- évaluation aléas, enjeux et risques sismiques
- réduction des risques pour les constructions.

Organisateur de la Conférence “SEISMIC RISK 2008” (Liège, Sept. 2008)

- Formations en Bureaux d'Etudes: Tractebel, SECO, Greisch en 2008
  - A FAIRE:
    - documents pratiques pour architectes
    - formation d'évaluateurs post sismiques au sein de Ministères communes, villes, etc

## Gestion du risque.

**Thierry Camelbeek:**

**L'alea sismique en Belgique.**

**Hervé Degee:**

**Annexe Nationale Belge à l'Eurocode 8.  
Aspects particuliers des règles de projet bâtiments.**

**Alain Sabbe:**

**Risque sismique et patrimoine bâti.**

**André Plumier:**

**Etude de risque sismique  
sur 4 km<sup>2</sup> de la ville de Liège.**

## Gestion de la crise.

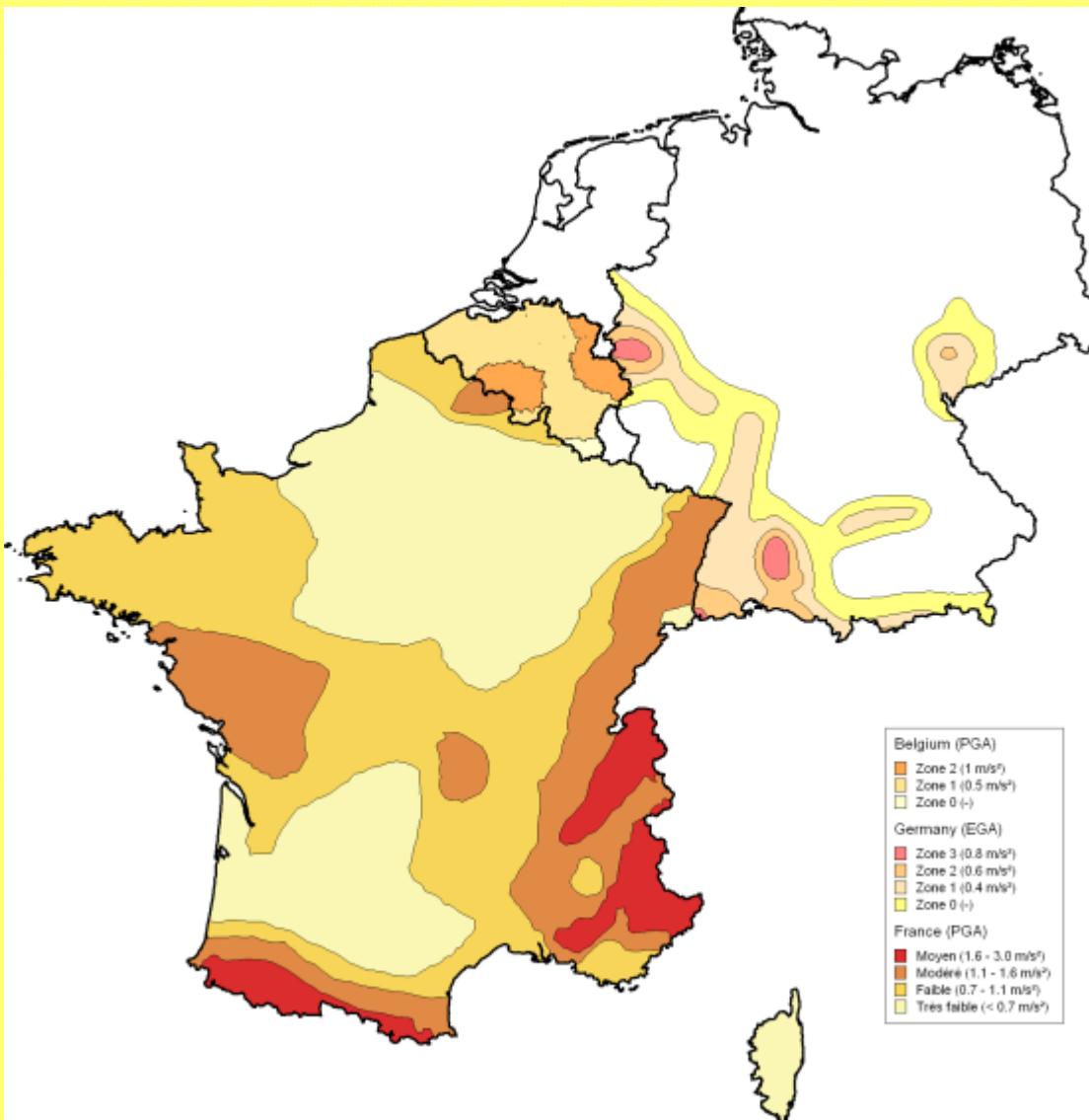
**Thierry Camelbeek:**

**Organisation des secours pour le jour du séisme.**

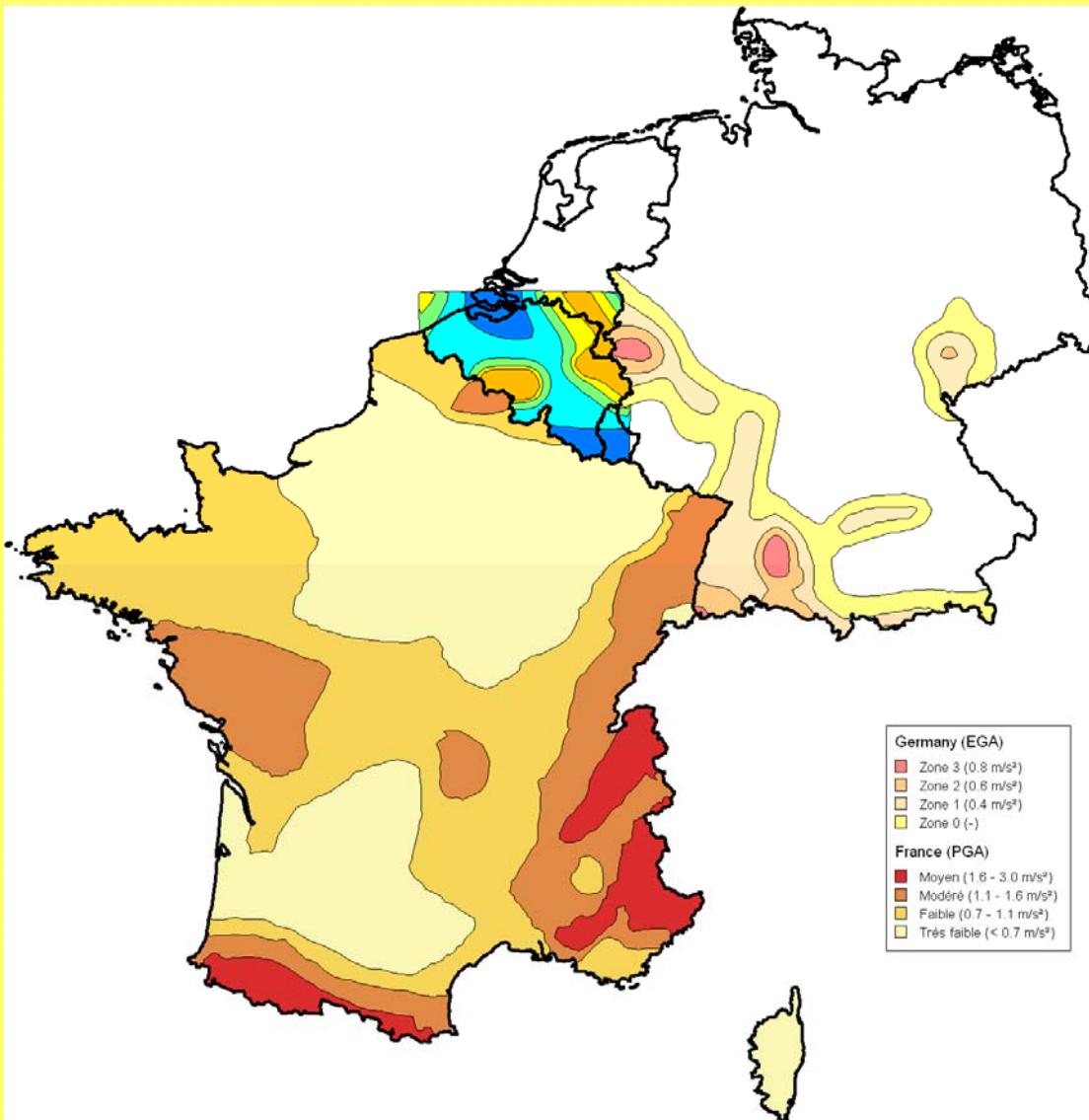
# Zonage sismique

- Basé sur une carte d'aléa au rocher publiée en 2000;
- Discuté en comité Eurocode-8 pour délimiter trois zones;
- Demande en 2008 de fournir un zonage avec des gammes plus petites d'accélération.

# Comparaison du zonage sismique – ancien zonage belge



# Comparaison du zonage sismique – nouveau zonage belge



# Questions soulevées, à résoudre avant une révision future

- Prise en compte plus correcte de l'atténuation dans le Hainaut;
- Effets de site à basse fréquence dans la partie nord du pays (plaine de Flandre)

# Failles actives, tremblements de terre et changements environnementaux dans le Nord de la France et l'ouest de la Belgique

Camelbeeck T., Verbeeck K.,  
Vanneste K., Alexandre P.,  
Kusman D. & Van Camp M;

Colbeaux J.-P. & Tesnière C.

Vandycke S.

Sébrier M. & Bergerat F.

Observatoire Royal de Belgique / Koninklijke  
Sterrenwacht van België

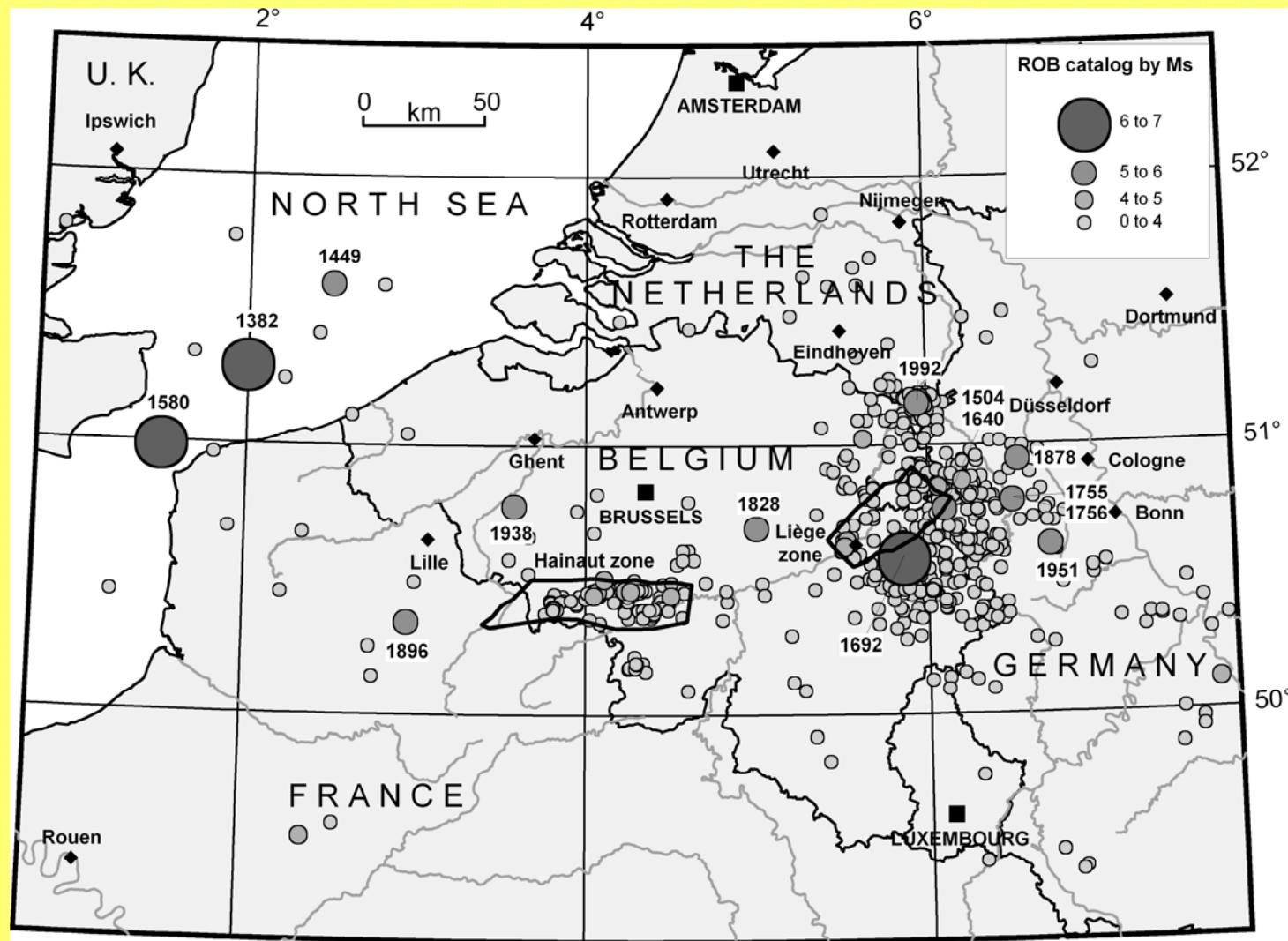
Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, France

Faculté Polytechnique de Mons, Belgium

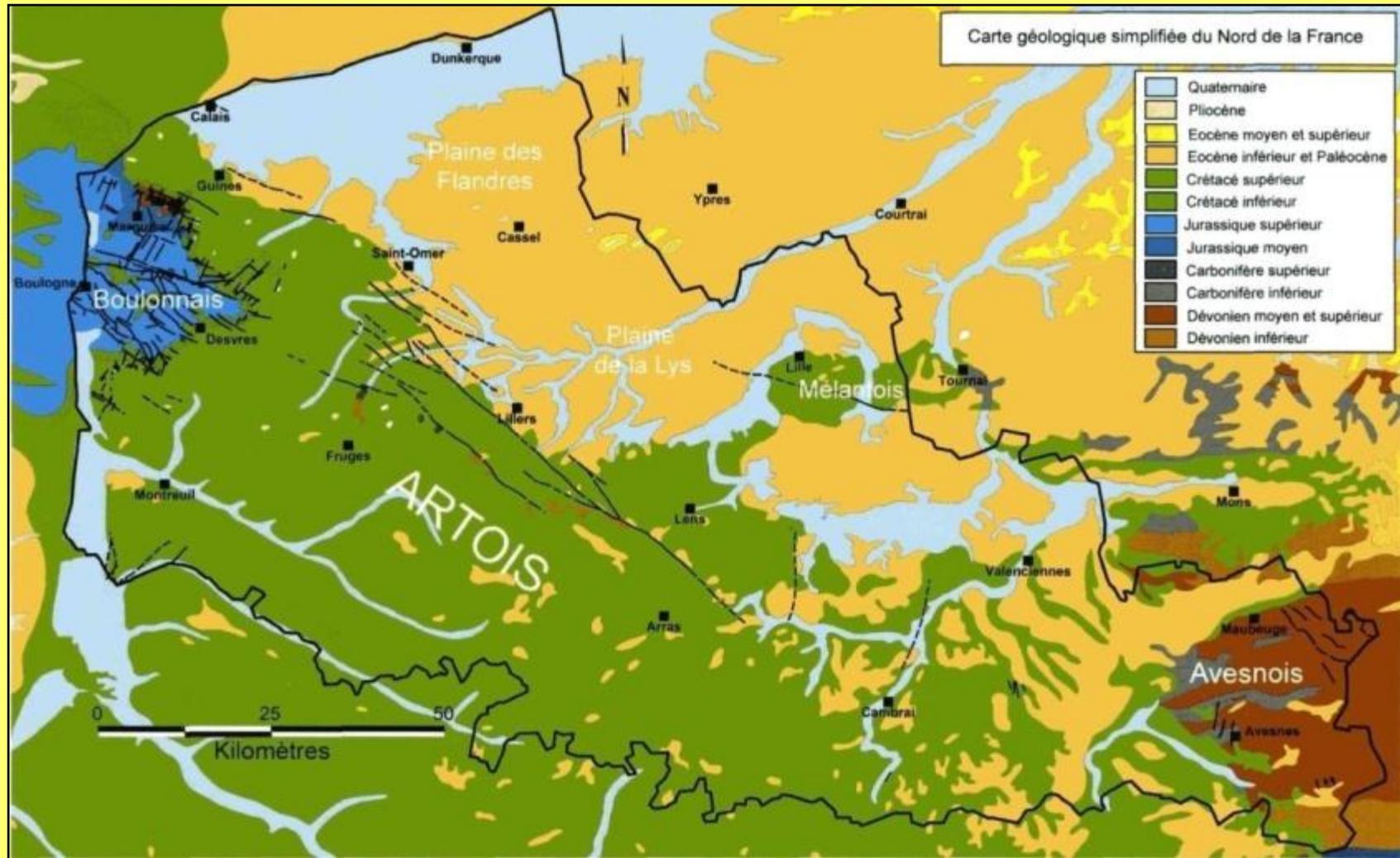
Université Pierre-et-Marie-Curie ,Paris 6, France

+ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Paris)

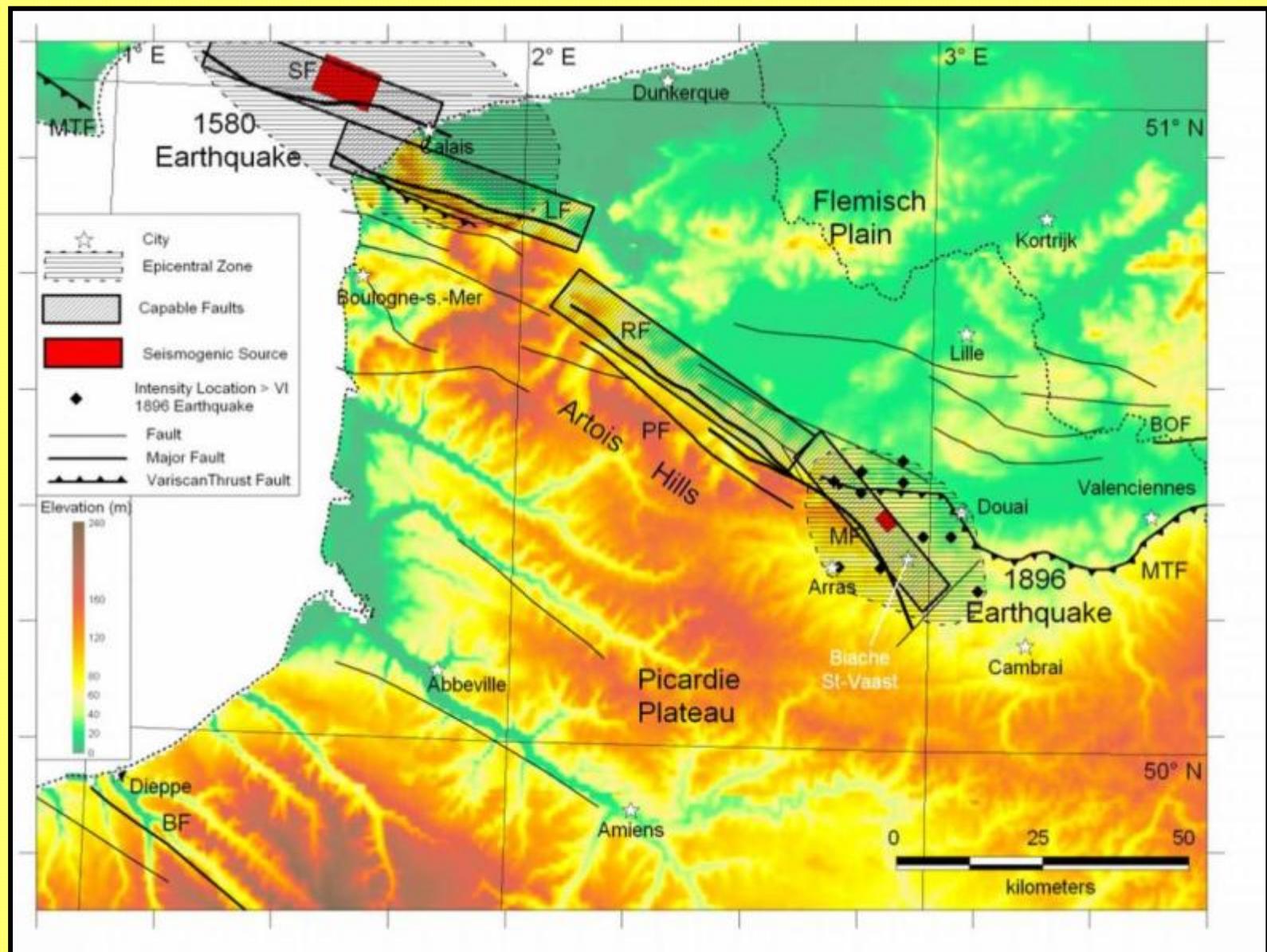
# Sismicité historique (depuis 1350)



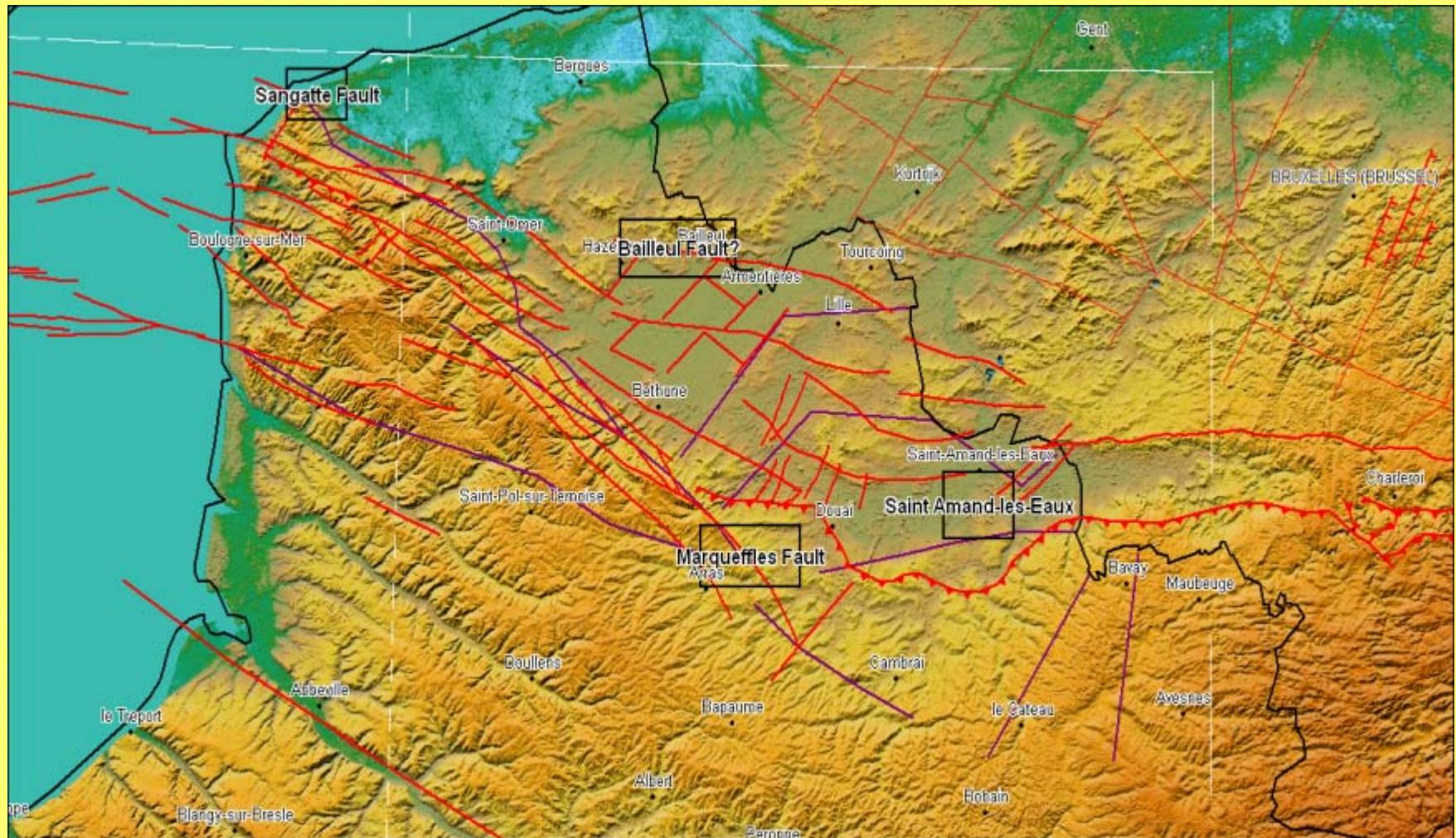
# Contexte géologique



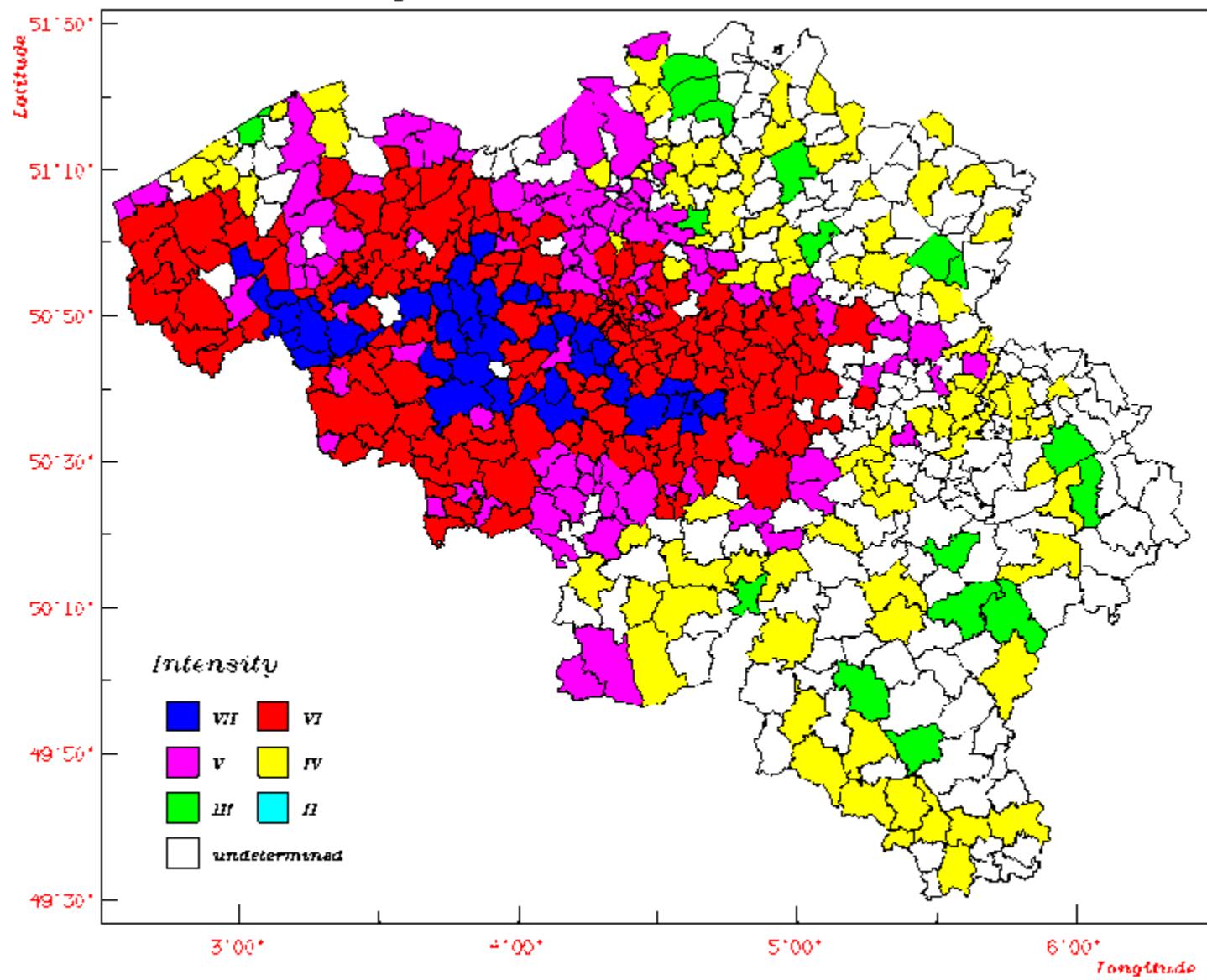
# Failles capables et les séismes de 1580 et 1896



# Investigations préliminaires



11 juin 1938 11h57 (min)



# Le séisme du 11 juin 1938 - Valenciennes

## A VALENCIENNES

La secousse sismique ressentie hier, vers midi, a mis en émoi toute la ville. Dans toutes les rues, des gens, quelque peu effrayés, sortirent de leur habitation pour s'enquérir auprès des voisins de ce qui venait de se produire.

**On ne signale à Valenciennes aucun accident de personne. Par contre, des dégâts sérieux ont été causés un peu partout.** Des cheminées se sont abattues en divers points.

A l'institution de l'Immaculée-Conception, rue des Famars, deux cheminées tombèrent dans la cour de récréation, quelques minutes après le passage d'un groupe de fillettes. La cheminée du café « Au Blagau », rue du Quesnoy, s'est fendue en plusieurs endroits. La circulation a été interdite dans cette rue. Le même cas s'est produit rue Saint-Jacques, où la circulation a également été interrompue. Notons encore des cheminées abattues 2 et 7, avenue de Reims, 67, boulevard Saly, 15, place du Neuf-Bourg, 84, rue de Paris, rue d'Alsace, à l'angle de l'ancien Hôtel-Dieu. Etc.

Un plafond s'est effondré au café Losiaux, 32, rue du Quesnoy, et des façades d'immeubles, des murs, se sont crevassés un peu partout.

*La dépêche, 12 juin 1938*

# Séisme du 11 juin 1938 - Lille



# Le séisme du 2 septembre 1896 - Arras

« Mercredi soir, à neuf heures, une secousse de tremblement de terre à parcouru la ville d'Arras et les environs, se faisant sentir à Saint-Laurent Blangy et dans tout le pays autour d'Arras. On a entendu tout à coup un bruit analogue à celui d'un grand vent s'abattant sur la ville puis le sol s'est mis à trembler. La secousse s'est produite exactement à 9 h. 12 ; elle se dirigeait dans le sens de l'ouest à l'est.

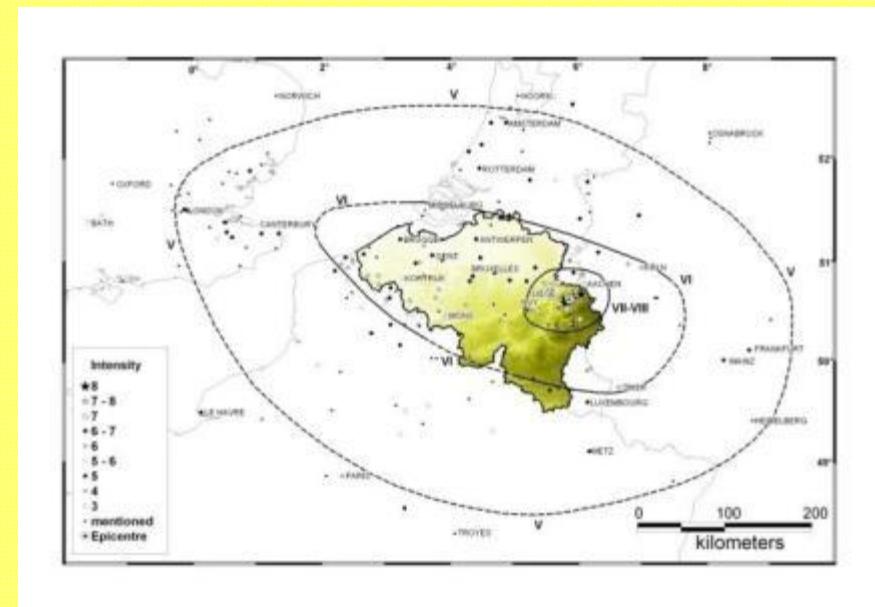
Aussitôt les maisons se sont mises à trembler, des plafonds se sont écroulés, pendant qu'à l'intérieur des maisons, la vaisselle et les étagères se brisaient, les suspensions se détachèrent et tombaient, et que les horloges s'arrêtaient subitement ... »

La Tribune, n°36, dimanche 6 septembre 1896

# Le séisme du 18 septembre 1692 - Valenciennes

Je crois estre oblige de me donner l'honneur de vous rendre compte d'un tremblement de terre qui s'est fait sentir aujourd'huy dans cette ville entre deux heures et un quart après midy. Toutes les maisons ont été ébranlées environ le temps qu'il faut pour dire un avemaria pendant lequel il est tombé plusieurs cheminées, on a veu les clochers, les tourelles, et toutes les cheminées bransler comme si elles avaient voulu tomber ....

Lettre de Mr de Magalotti à Louis XIV



# Gestion de la crise

- Etat belge: responsabilité du Centre de crise du Service Public Federal Intérieur;
- Province: responsabilité du gouverneur de province;
- Commune: responsabilité du Bourgmestre

# Que fait *actuellement* l'ORB lors d'un tremblement de terre?

- Au moment du séisme et le plus rapidement possible: détermination de la localisation, de la magnitude et de l'impact (information pour le Centre de crise)
- Analyse post-séismique (cartes de l'impact du séisme):
  - information pour le fonds des calamités
  - information « officielle » pour les compagnies d'assurances
    - a) Enquête auprès du public par l'internet;
    - b) Enquête par courrier auprès des communes.

**Site Web: [www.seismologie.be](http://www.seismologie.be)**

**Observatoire Royal de Belgique**  
SECTION DE SEISMOLOGIE

2009-02-02 00:00:00.00...  
 ↑ Accueil  
 ▶ Section de séismologie  
 ▶ Séismicité en temps réel  
 ▶ Séismicité dans le monde  
 ▶ Recensement, inventaire et publications  
 ▶ Propriétés sismiques et géodynamiques  
 ▶ Catalogue des séismes en Belgique  
 ▶ Catalogue des séismes au niveau mondial  
 ▶ Séismographie en temps réel  
 ▶ Plus récents  
 ▶ Recensement historique  
 ▶ Liste des séismes  
 ▶ Plus de sites

Rechercher sur le site :

Utilisez des mots-clés pour trouvez ce que vous recherchez

Bienvenue sur la page de la section de séismologie de l'Observatoire Royal de Belgique !

**0. TREMBLEMENTS DE TERRE RÉCENTS (EN BELGIQUE)**

- 2 mars 2009 à 03:23 T.U. M 2.8 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 2 mars 2009 à 03:47 T.U. M 0.6 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:33 T.U. M 1.0 ALDROOF (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:38 T.U. M 1.7 ALDROOF (BEL) [DET]

- 27 fév. 2009 à 03:24 T.U. M 1.2 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:24 T.U. M 1.2 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:24 T.U. M 1.2 BEL-CHEMINEAU-FORT (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:22 T.U. M 1.2 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 23 fév. 2009 à 03:21 T.U. M 0.9 COURT-SAINT-ETIENNE (BEL) [DET]

- 17 fév. 2009 à 03:28 T.U. M 0.5 CHIFFAIL (BEL) [DET]

- Afficher tous les séismes récents

**AUJOURD'HUI PEUT-IL Y AVOIR UN TREMBLEMENT DE TERRE ?**

**0. SÉISMOGRAPHIES EN TEMPS RÉEL\***

Station d'UGGEL (WIC)  
Région de Bruxelles-Capitale

Station de METZBACH (WIC)  
Province de Liège

**AVEZ-VOUS RESENTI UN TREMBLEMENT DE TERRE ?**

**ENQUÈTES PUBLIQUES SUR INTERNET [2/3]**

**Enquêtes Macroscopiques en cours.**

— Tremblement de terre du 3 mars 2009 à 03h47m TAI, COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE) (2009-03-03 04:23 Heure belge) [\[enquête\]](#)

— Tremblement de terre du 3 mars 2009 à 03h47m TAI, COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE) (2009-03-03 09:47 Heure belge) [\[enquête\]](#)

— Tremblement de terre du 27 février 2009 à 13h16m TAI, COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE) (2009-02-27 16:21 Heure belge) [\[enquête\]](#)

— Tremblement de terre du 26 février 2009 à 13h26m TAI, COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE) (2009-02-26 09:26 Heure belge) [\[enquête\]](#)

— Tremblement de terre du 23 février 2009 à 18h32m TAI, COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE) (2009-02-23 20:31 Heure belge) [\[enquête\]](#)

Si le tremblement de terre ressenti ne fait pas partie de la liste ci-dessus, vous pouvez remplir le document suivant en précisant bien la jour et l'heure de l'événement.

— [Tremblement de terre inscrit](#)

**Avez-vous ressenti le tremblement de Terre ? Informez-nous !**

Votre prénom nous aidera à mieux comprendre où s'est déroulé l'événement (la ville de résidence et les lieux de présence) et de déterminer des tremblements de terre en Belgique et, nous pourront nous fournir des détails spécifiques, qui nous permettront de prouver si l'événement dans notre région a été affecté par un futur tremblement de terre.

Les autorités de l'Observatoire Royal de Belgique utilisent ces informations pour des publications futures et pour établir une façon qualitative quantitative au graphique les dommages observés. Les informations personnelles ne seront pas divulguées. Si vous n'avez pas envie d'en savoir plus sur les informations que vous nous fournissons, ne remplissez pas ce questionnaire.

Valide Code postal ! pour pouvoir déterminer l'intensité du tremblement de terre dans votre localité. Toutes les autres champs (nom, e-mail, téléphone et adresse) sont facultatifs, mais pourront cependant contribuer à faire une meilleure analyse.

Si vous avez des constatations sur la manière dont le tremblement de terre a affecté d'autres lieux que celui où vous vivez fréquemment, remplissez un autre questionnaire pour indiquer leur localisation.

**QUESTIONNAIRE POUR LE TREMBLEMENT DE TERRE SUIVANT :**

COURS-SAINT-ÉTIENNE (BE)  
2009-03-03 03:23:30 (UT)

(Je suis sûr de remplir le questionnaire correctement au bon moment.)

Nom: \_\_\_\_\_  
E-mail: \_\_\_\_\_  
S'il vous plaît, indiquez le lieu où vous avez ressenti le tremblement de terre :

Rue: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Pays: \_\_\_\_\_ Ville: \_\_\_\_\_ Province: \_\_\_\_\_ Autre: \_\_\_\_\_

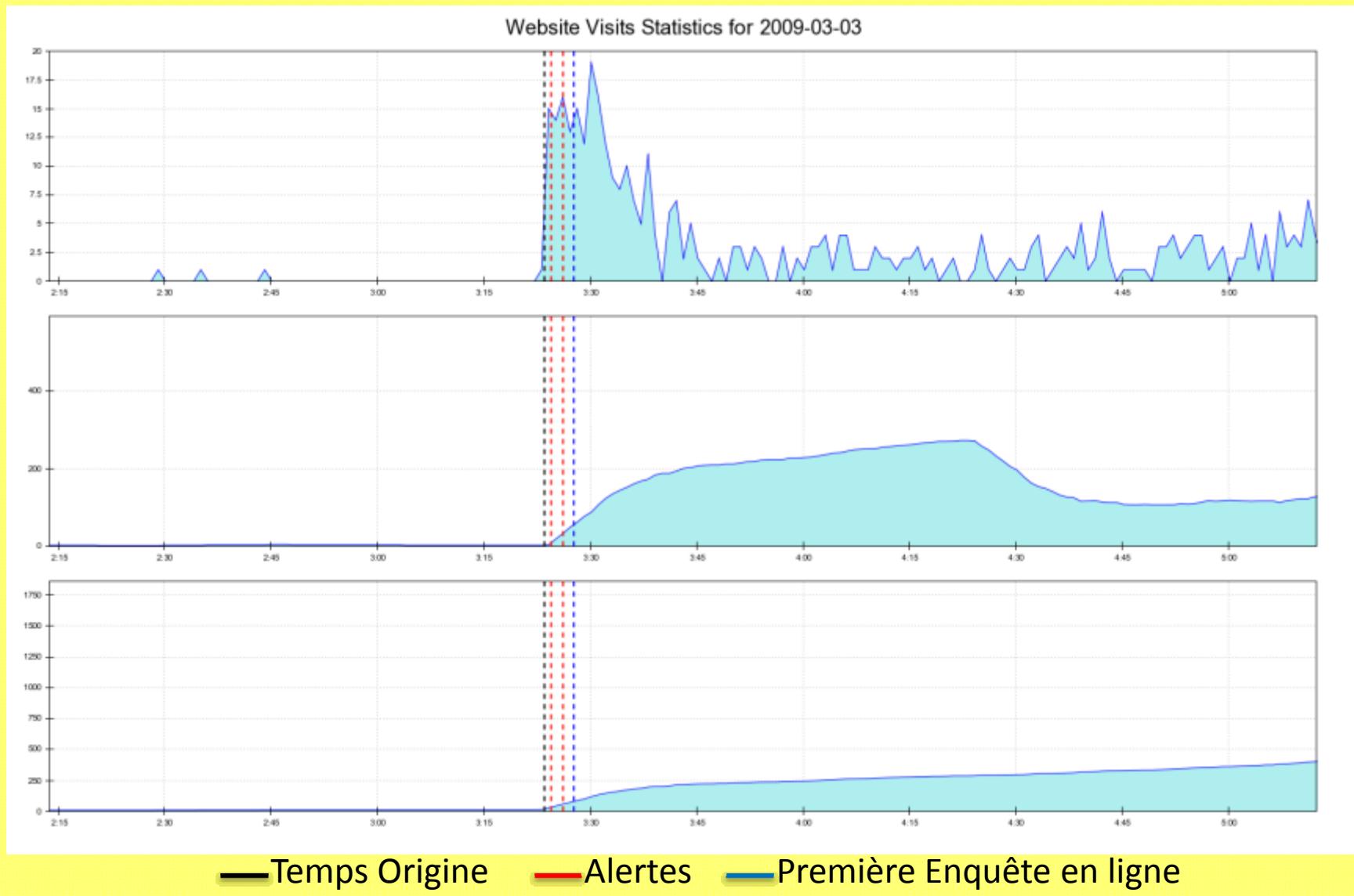
La réponse à toutes les questions est facultative, mais nous vous encourageons à répondre au maximum de questions possibles, afin de pouvoir établir de façon la plus précise possible l'intensité du tremblement de terre.

S'il vous plaît indiquer le niveau de tremblement de terre ?  
Si possible, indiquer le type de construction ou de structure :  
Avez-vous ressenti l'effet(s) dans votre maison, appartement ou ailleurs ?  
Si oui, précisez où :

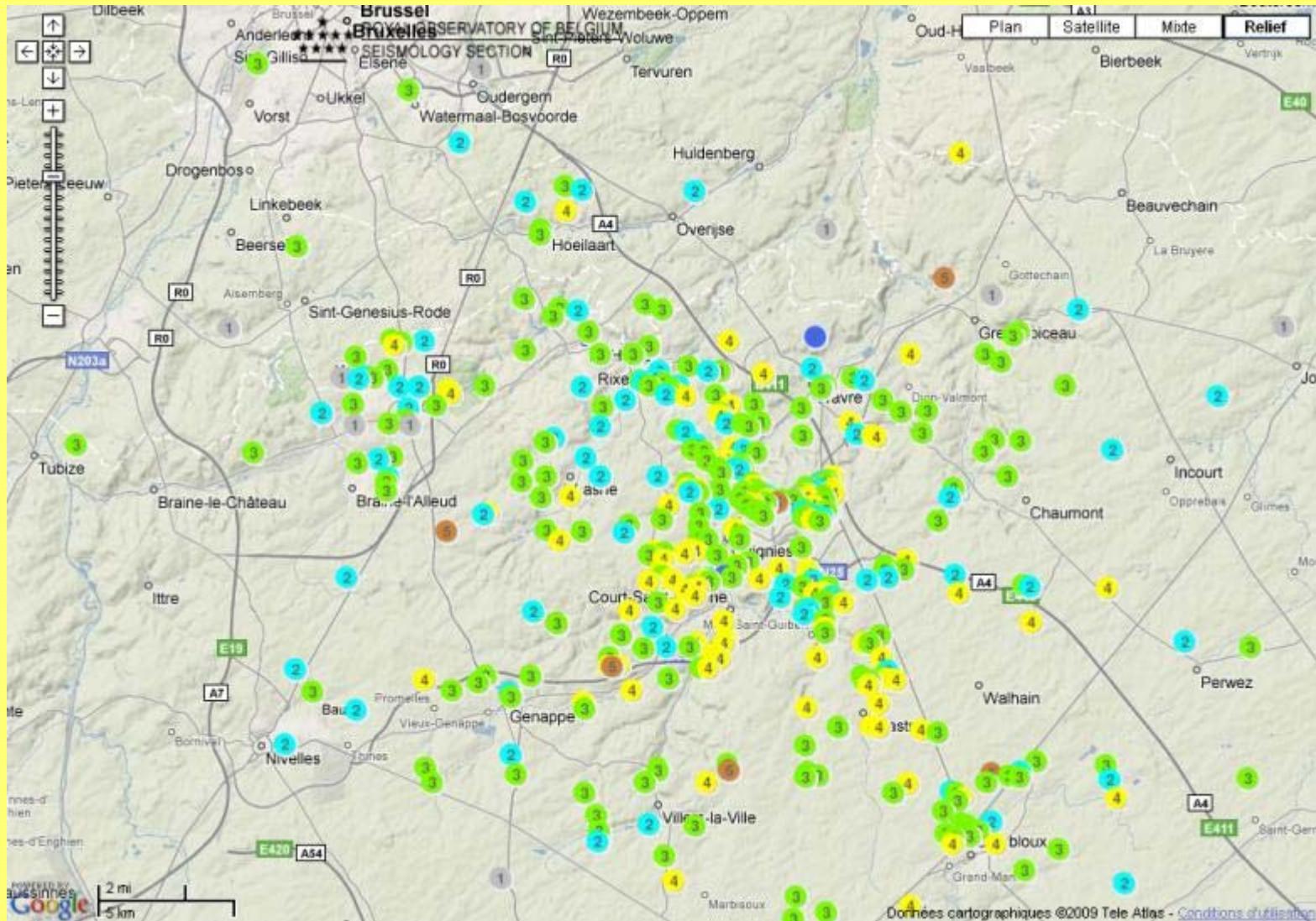
Tremblement de terre dans la maison ?  
Avez-vous ressenti le tremblement de terre ? (Si oui, alors), le tremblement de terre sous le sol réellement ?  
Est-ce un événement prévisible à présent ? (Si oui, alors) :

Votre expérience du tremblement de terre :  
Comment décrivez-vous la secousse ?  
Prix de description : \_\_\_\_\_

# Statistiques de connexion



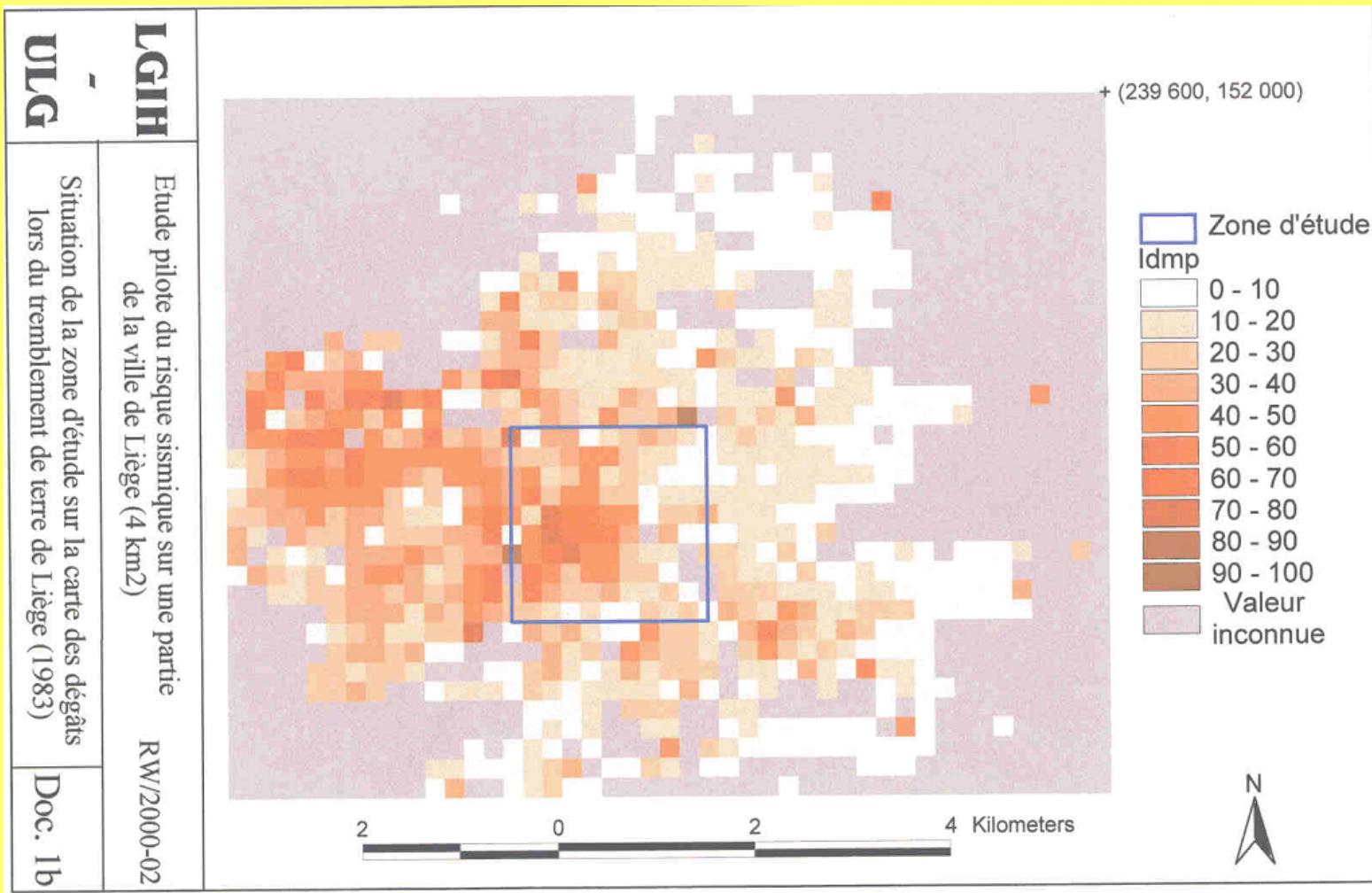
# Enquêtes Macroséismiques

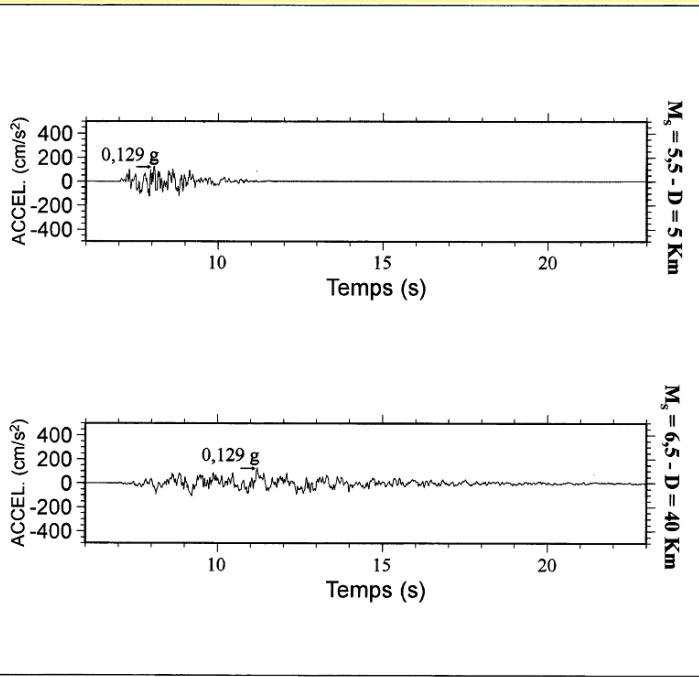


# Etude pilote du risque sismique sur Liège

Risque = Alea x Vulnérabilité

Phase 1: 4 km<sup>2</sup>

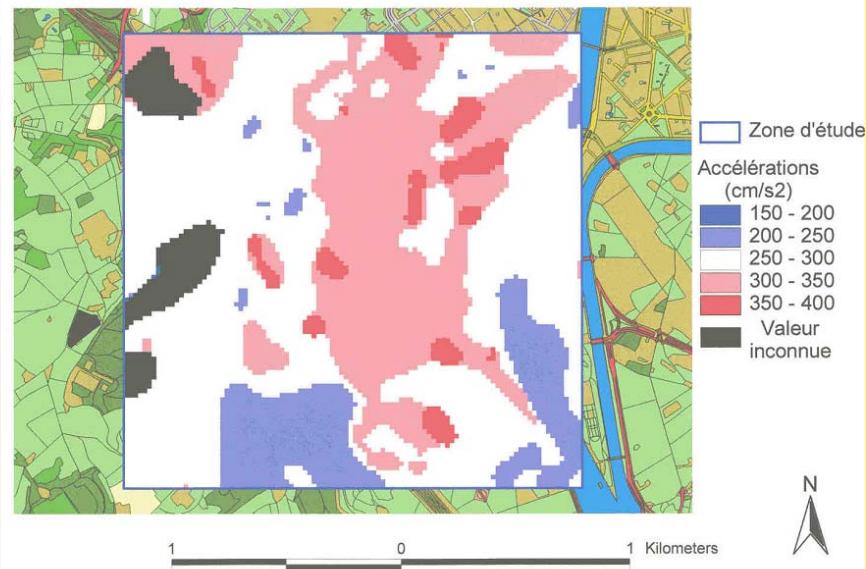




## Accélérogrammes considérés

### Carte d'alea

LGIH	Etude pilote du risque sismique sur une partie de la ville de Liège (4 km <sup>2</sup> )	RW/2000-02
ULG	Carte filtrée des accélérations maximales simulées pour un séisme de magnitude $M_s = 5,5$ à une distance de 5 kilomètres	Doc. 15



## **INDEX DE VULNERABILITE DE BASE:**

1. maisons en maçonnerie avec plancher en bois (avant 1940, pas de diaphragme efficace); angle, fin d'une série : Iv = 42
2. idem, dans une série ou isolée Iv = 52
3. immeubles de plus de 5 étages en construction mixte béton armé-maçonnerie. angle, fin d'une série : Iv = -5
4. idem, dans une série ou isolée Iv = -20
5. immeubles historiques; isolé: Iv = 42

## **Paramètres "modificateurs" des Iv de base**

Influence des circonstances modifiant la vulnérabilité :

- pourcentage d'ouverture
- rez de chaussée faible par suite d'ouvertures importantes
- balcons lourds
- irrégularité en plan, en élévation
- risque de martèlement entre constructions adjacente

**4 tableaux => l'enquêteur de terrain attribue directement à chaque un indice Iv somme de la valeur de base et des modificateurs**



**Type 1**  
**Bâtiments en maçonnerie**  
**avec plancher en bois**  
**(= avant 1940)**





**Soft storey's**

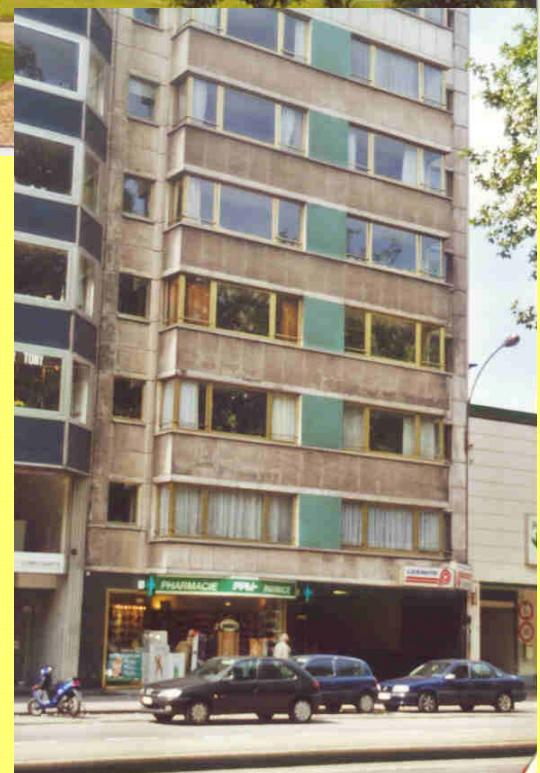


**Balcon lourd & larges ouvertures**



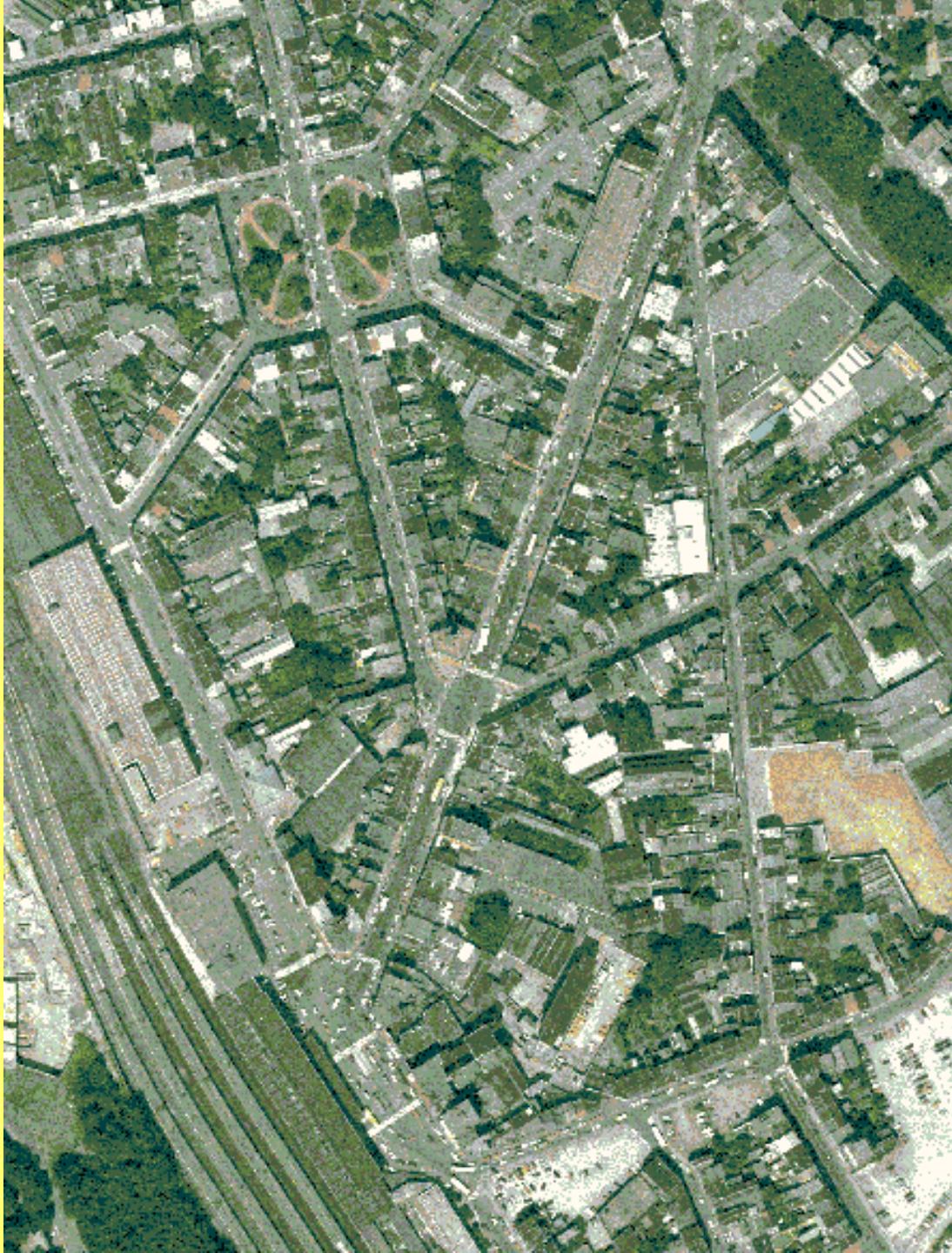
Type 2:  
Batiment en  
maçonnerie  
Avec plancher en  
béton armé  
(après 1940)



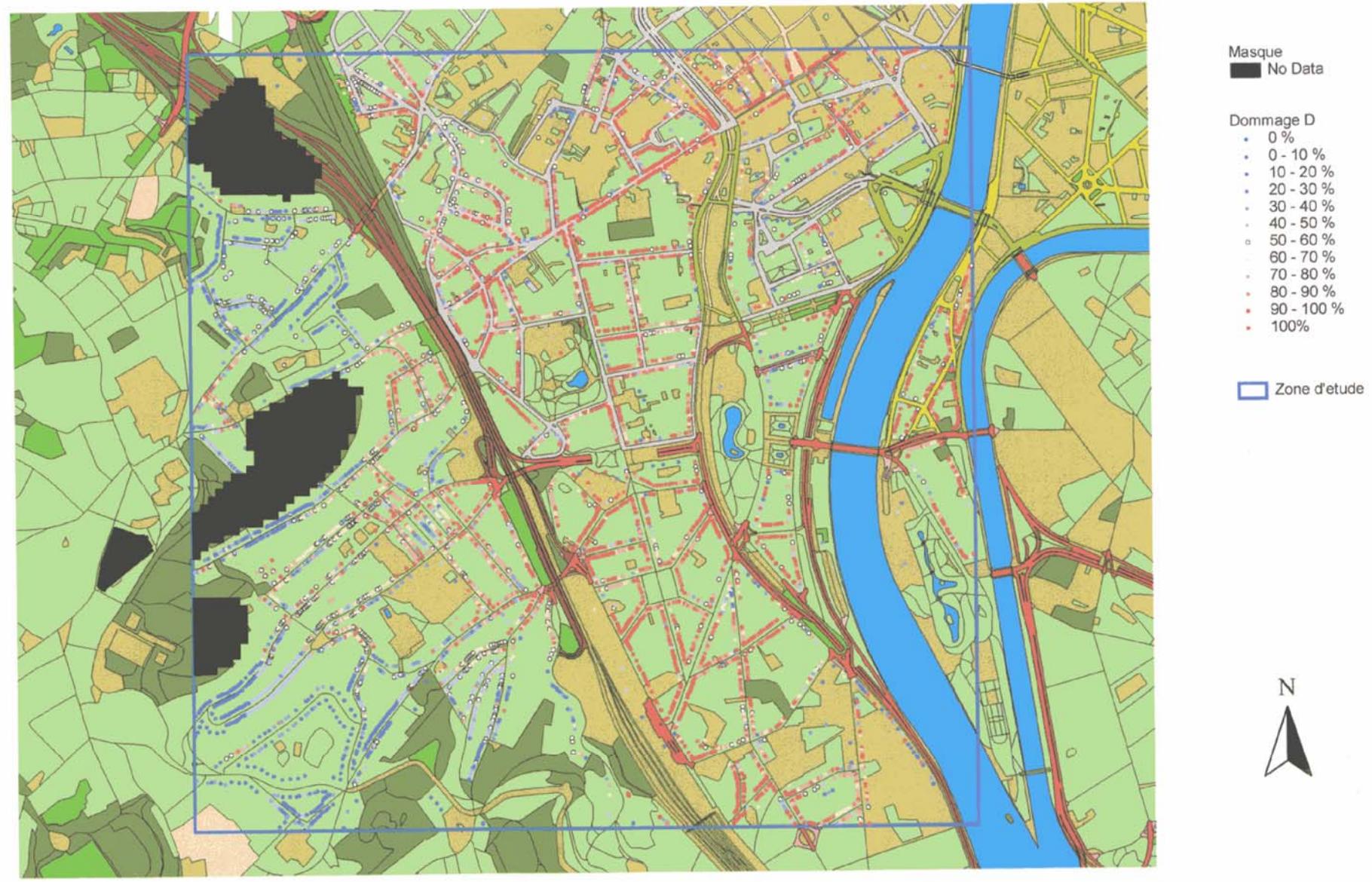


**Type 3: Batiment de +  
de 5 étages en B.A. ou  
Mixtes B.A.-maçonnerie**

Photo  
aérienne



Carte 6 - Dommage D pour un seisme lointain de periode de retour 475 ans.



# Conclusions

## Un peu de philosophie pour la construction nouvelle...

Pour réaliser une prévention ou réduction d'un risque, il faut:

**Du savoir**      Pour comprendre les problèmes et définir les solutions  
                    Pour évaluer      le risque  
                                    le coût de la prévention  
**OR**              Risque sismique ≈ Risque incendie  
                    Coût parasismique ≈ 0 - 5% coût construction  
                                    séisme et vent de tempête ≈ idem  
**DONC**              on peut penser à agir...

Pour agir, il faut:

**- Des règles de projet**

Pour permettre une application convenable  
                                    homogène du savoir

**- De la formation**

Pour permettre l'application du savoir et des règles

**- Des incitants**

Pour motiver l'application du savoir et des règles

# Les Eurocodes Structuraux, des « EuroNormes » ou EN.

1975. La Commission des Communautés Européennes lance une action dans le domaine de la construction

Objectifs: - éliminer les obstacles aux échanges  
- harmoniser les règles de projet, dimensionnement, produits

Moyen: - les Eurocodes

EN 1990 - Eurocode 0: Bases de calcul des structures

EN 1991 - Eurocode 1 : Actions sur les structures

EN 1992 - Eurocode 2 : Calcul des structures en béton

EN 1993 - Eurocode 3 : Calcul des structures en acier

EN 1994 - Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes acier-béton

EN 1995 - Eurocode 5 : Calcul des structures en bois

EN 1996 - Eurocode 6 : Calcul des structures en maçonnerie

EN 1997 - Eurocode 7 : Calcul géotechnique

**EN 1998 - Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes**

EN 1999 - Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium

Date cible: 2010, les Eurocodes seuls règlements en vigueur en Europe  
(Belgique, pour Eurocode 8: Janvier 2011)

**EUROCODE 8 Euronorme EN1998 version définitive**

**Existe depuis 2004 – 2006**

# Comporte 6 Parties

# **EN1998-1 Règles générales, actions sismiques Bâtiments béton, acier, maçonnerie, bois**

**EN1998-2**      **Ponts**

**EN1998-3 Renforcements et réparations**

**EN1998-4**      **Réservoirs, silos, pipelines**

**EN1998-5 Fondations, soutènements, aspects géotechniques**

**EN1998-6**      **Tours, murs, cheminées**

**Les EuroNormes EN:** en vigueur en // aux NBN en 2005

**Annexes Nationales B:** en préparation  
« ANB » finalisation 2009

# EN1998- 1 Règles générales, actions sismiques, bâtiments

## Exigences fondamentales

### - Non effondrement sous séisme « de projet »

« de projet » = probabilité d'être dépassé = 10% sur 50 ans  
période de retour moyenne = 475 ans

### - Limitations des dégâts sous séisme « fréquent »

« fréquent »=probabilité d'être dépassé = 10% sur 10 ans  
période de retour moyenne = 95 ans

## Critères à respecter

Si possible, structures de formes simples en plan et élévation

Critères

Sinon pénalisation: résistance, prix + élevés

## Choix de base

- aucune déformation plastique: constructions « non dissipatives »  
(zones de sismicité faible)

- déformations plastiques acceptées = constructions« dissipatives »  
« dissipatives »= Pas de ruine locale. Pas de ruine fragile.

Zones les + sollicitées: résistance stable sous cycles plastiques

- $\gamma_I \ a_g \ S < 0,6 \text{ m/s}^2$	« très basse séismicité »	pas de vérification
- $\gamma_I \ a_g \ S \leq 1,0 \text{ m/s}^2$	« basse séismicité »	règles simplifiées
- $\gamma_I \ a_g \ S > 1,0 \text{ m/s}^2$		règles complètes

«l'action sismique »:  $\gamma_I \ a_g \ S$

$a_g$  accélération de pic

Belgique:	$0 \leq a_g \leq 1 \text{ m/s}^2$
France:	$0 \leq a_g \leq 2 \text{ m/s}^2$
Grèce, Turquie :	$0 \leq a_g \leq 4 \text{ m/s}^2$

$\gamma_I$  coefficient d'importance du bâtiment:  $\gamma_I = 0,8 - 1,4$

S sols & site. 5 types

$S = 1 - 1,8$

A, B, C, D, E (+ S1, S2)  $\Leftrightarrow$  propriétés géotechniques

A = rocher  $\Rightarrow S=1$

E= alluvions vs30 (m/s)  $< 180$  sur sol + dur  $\Rightarrow S= 1,8$

Au max, en Belgique:  $\gamma_I \ a_g \ S = 1,4 \times 1,8 \times 1 = 2,52 \text{ m/s}^2 >> 1,0 \text{ m/s}^2$

## Règles associées aux matériaux de construction

**Aspect général commun:**

**Classes de ductilité des structures      DCL, DCM, DCH**

**DCL = basse ductilité**

**q = 1,5**

**Action sismique:**

**Eurocode 8**

**Vérifications:**

**Pas Eurocode 8**

**uniquement Eurocodes 2, 3, 4, 5, 6**

**Recommandé seulement en zone de faible séismicité**

**( $q$  = facteur de comportement → réduction du spectre de calcul)**

**DCM = Ductilité Moyenne**

**q > 2,5**

**Vérifications:**

**Eurocode 8 + Eurocodes 2, 3, 4, 5, 6**

**DCH = Haute ductilité**

**q > 3,5**

**Vérifications:**

**Eurocode 8 + Eurocodes 2, 3, 4, 5, 6**

## **« Annexe Nationale » ou ANB. Définition.**

Pour chaque EN, une Annexe: EN1998-1 => ANB EN1998-1  
EN1998-2 => ANB EN1998-2 ...

## Contenu d'une ANB.

- Choix des valeurs des « Paramètres Déterminés au niveau National » coefficients partiels γ...
  - Données physiques nationales Ex.: carte zonation sismique
  - Informations complémentaires non contradictoires
    - aide à l'application d' EC8
    - règles spécifiques au contexte constructif national en fonction de la séismicité belge
  - Décisions sur l'usage des annexes informatives
  - Valeurs à utiliser lorsque seul un symbole est donné dans l'EC8
  - Procédure à utiliser si alternatives proposées dans EC8

## « Annexe Nationale » ou ANB.

### Procédure d'élaboration.

Le texte d'une ANB est: établi par un comité  
envoyé à l'IBN  
soumis par l'IBN à enquête nationale  
publié comme norme homologuée

### Organisation du comité ANB - EC8.

1. Coordination générale                    1 Président « Commission Miroir »
2. 1 Président par Annexe Nationale Belge
  - Responsabilité: développer l'ANB
  - Méthode: - écrire un 1er projet
    - transmettre au Comité pour lecture
    - réunir le comité, discuter, modifier
    - interagir avec les comités d'autres ANB  
(de EC8 ou autres)
    - conclure, finaliser le document et  
transmettre à IBN

# « Annexe Nationale » ou ANB.

## Stade actuel

Projet approuvé par le Comité (mars 2009)

## Principales décisions nationales

- Approbation de la zonation
- Extension des moyens de caractérisation des sols
- Autorisation de l'utilisation des méthodes non linéaires
- BA: Définition des sections de chaînages et longrines en infrastructure
- CM: Informations complémentaires sur les assemblages
- Maçonnerie:
  - Travail important de concertation avec les acteurs industriels
  - Objectif: garantir la résistance au séisme sans modifier radicalement les pratiques actuelles

## Aspects "maçonnerie" dans l'ANB-EC8

- Sélection des matériaux
- Définition des facteurs de comportement
- Règles de construction
- Vérification de sécurité:
  - Calcul explicite selon EC8/EC6
  - Bâtiments simples au sens EC8 (maisons – ANF: jusque R+1)
  - Pour bâtiments de catégorie 1 ou 2, développement d'un "Guide parasismique" spécifique
    - basé sur les règles ANB-EC8/EC6
    - sans calcul explicite (règles constructives)
    - plus de souplesse que par les règles "simples" EC8
    - en cours de développement

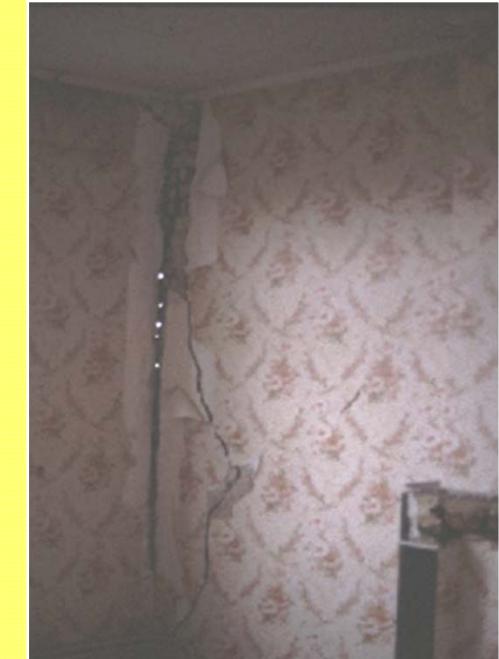
## Etudes préalables au Guide parasismique

- Observations post-sismique

- Absence ou faiblesse des diaphragmes/liaisons

- Faiblesse des murs

- Rupture d'éléments non structurels

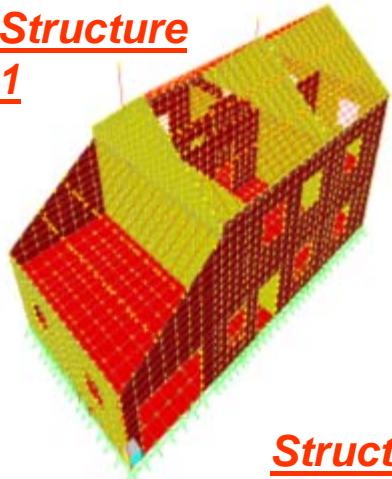


## Etudes préalables au Guide parasismique

- Analyses numériques

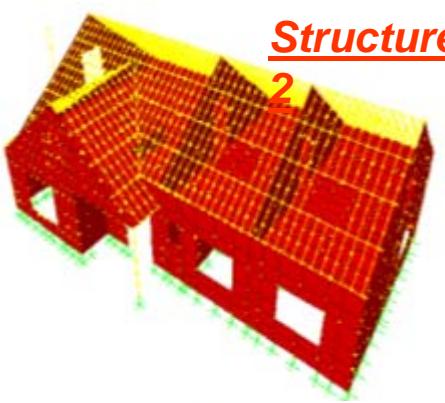
Structure

1



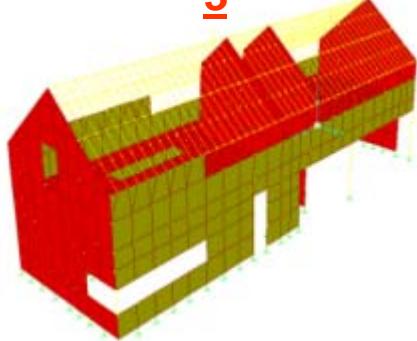
Structure

2



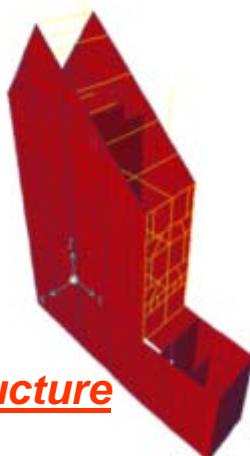
Structure

3



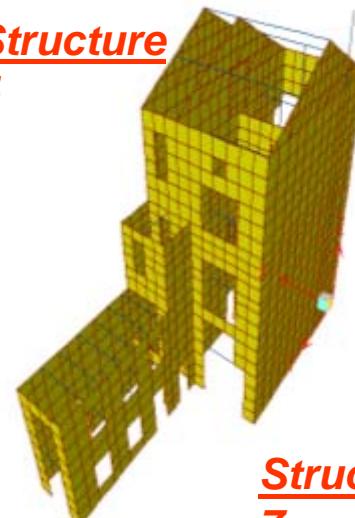
Structure

4



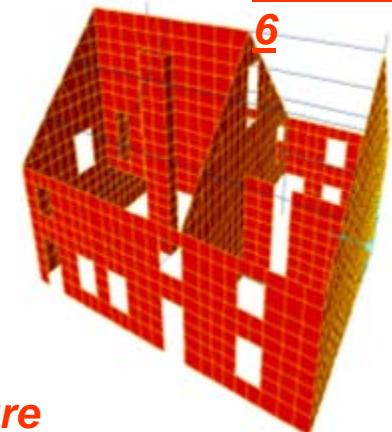
Structure

5



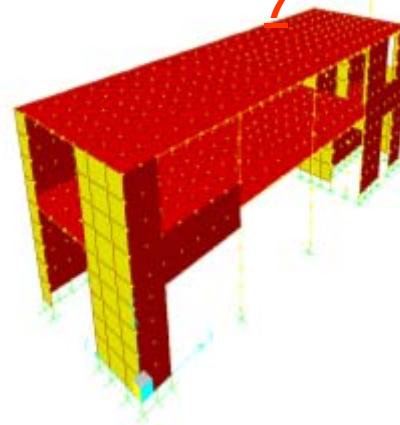
Structure

6



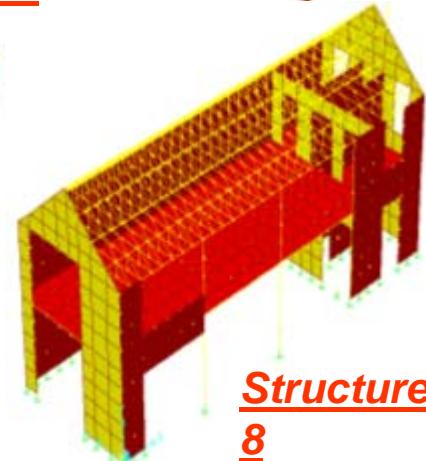
Structure

7



Structure

8

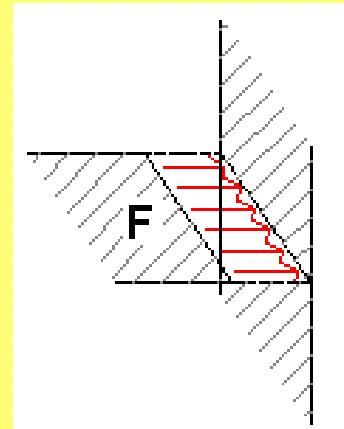


## Etudes préalables au Guide parasismique

- Analyses numériques

→ résultats: valeurs d'efforts à transmettre au liaisons (dans ANB-EC8)

Type de plancher	$F_{pm}$ moyenne [kN/m]	$F_{pm}$ pic [kN/m]
Planchers diaphragmes liaisonnés sur les 4 côtés	10  20 kN/m partout	30
Planchers diaphragmes liaisonnés sur 2 côtés	20	110
Systèmes de plancher à maîtresses poutres dans une direction, sans diaphragme		25



Près des discontinuités (ouvertures)

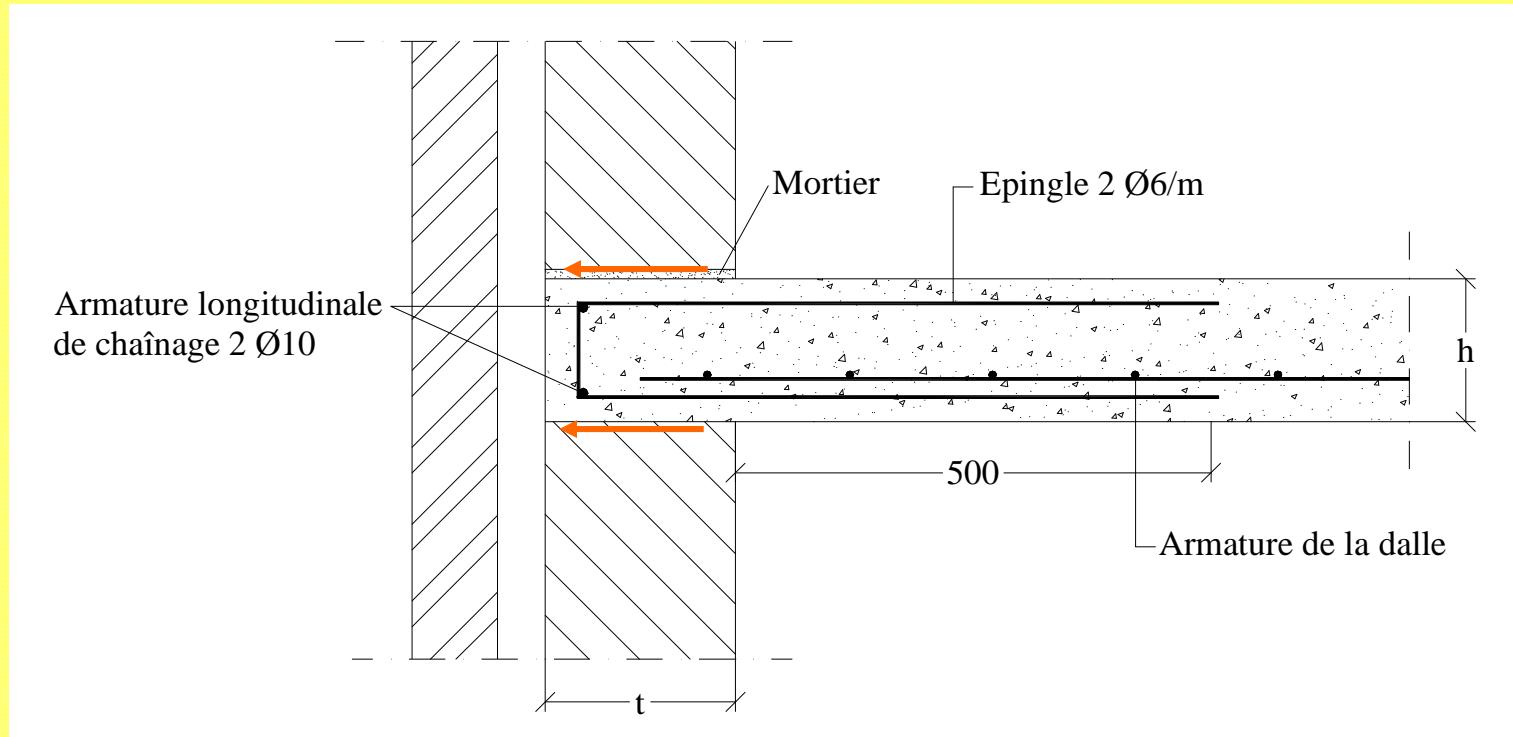
Aux extrémités de l'appui

## Etudes préalables au Guide parasismique

- Analyses numériques

→ résultats: valeurs d'efforts à transmettre au liaisons (dans ANB-EC8)

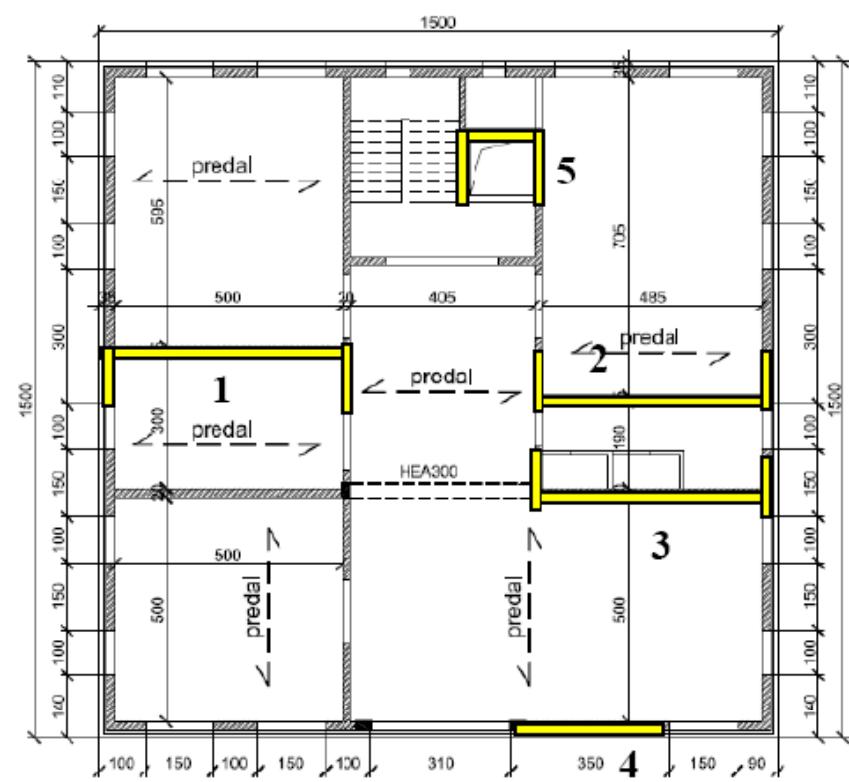
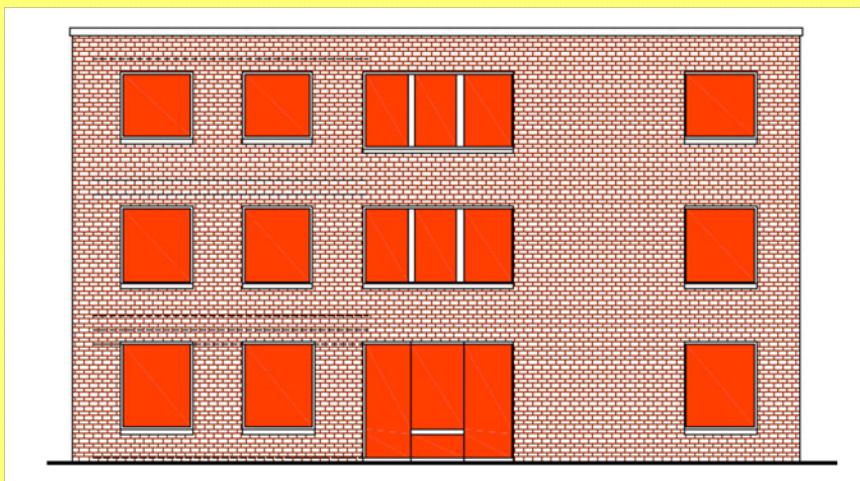
→ solutions technologiques pour assurer ces liaisons (Guide)



Transfert d'effort par **CISAILLEMENT** ←  
+ **FROTTEMENT** si mur chargé verticalement

## Etudes préalables au Guide parasismique

- En cours: étude de cas pour définir des critères de stabilité sous séisme
  - Nécessité ou non de chaînages verticaux + définition de la section des chaînages
  - Nombre et dimensions des murs résistants aux charges horizontales



## Etudes préalables au Guide parasismique

- Validations expérimentales



## Sur l'obligation d'appliquer l'Eurocode 8 (Situation belge)...

Comme toute Norme NBN ou autre  
Eurocode 8 définit un « état de l'art »

Tout technicien compétent devrait le connaître et l'appliquer.  
**Application non obligatoire, sauf si explicite:** - cahier des charges  
- règlement d'urbanisme

L'auteur de projet qui néglige la résistance sismique  
n'a pas de problème

sauf si un tremblement de terre survient et cause des dégâts  
Alors: - on pourra lui reprocher d'avoir ignoré l'état des connaissances  
au moment de la construction  
- ce n'est pas admis d'un technicien compétent.  
- l'auteur de projet pourrait être contraint d'indemniser le client.

# Incitants à l'application de règles parasismique aux constructions nouvelles ?

En Belgique, il n'est pas courant de donner force de loi aux normes techniques.

## Méthodes réalistes

### 1. Règlement d'urbanisme de la Région Wallonne

Et formation des auteurs de projet & contrôleurs  
Contrôle spécifique? Cfr réception protection incendie  
installation électrique

### 2. Demande des assureurs, pour minimiser leur risque financier

=>certificat parasismique

si attribué à un bâtiment:                    bonus

si non attribué:                                malus

Modalités pratiques?

Compétence de l'auteur de projet : Certificat  
Certification de la construction par un Organisme

### 3. Le Maître d'Œuvre est demandeur de sécurité

=> information des propriétaires

## Sur les moyens d'appliquer la norme parasismique au bâti existant.

Majorité du risque sismique: bâti existant

### Mise à niveau systématique des construction existantes ?

- Techniquement possible: Partie 3 de l'Eurocode 8
- Impensable de façon systématique:
  - problème économique énorme
  - surcoût du parasismique a posteriori très élevé
  - peut être exagéré pour le risque sismique

### Autres possibilités de mise à niveau des construction existantes

#### 1. Propriétaire

Initiative d'une évaluation & réalisation de renforcement

#### 2. Autorité publique

Constructions existantes en transformation structurale

=> exigence d'une étude de stabilité pour

- éviter de réduire la résistance sismique      pas le cas actuellement
  - relever la résistance sismique
- Modalité: règlement d'urbanisme

## Sur les moyens d'appliquer la norme parasismique au bâti existant.

### 3. Autorité publique

Combiner études de risque sismique  
application de mesures préventives.

Si le risque sismique est significatif:

- l'information aux propriétaires et à la commune
- proposition d'incitants financiers

### 4. Autorité publique

Réduction du danger présenté par les chutes parements de façades  
cheminées  
frontons

L'autorité publique devrait s'attaquer à ce problème:

- Danger le plus immédiat
- Peu coûteux à résoudre

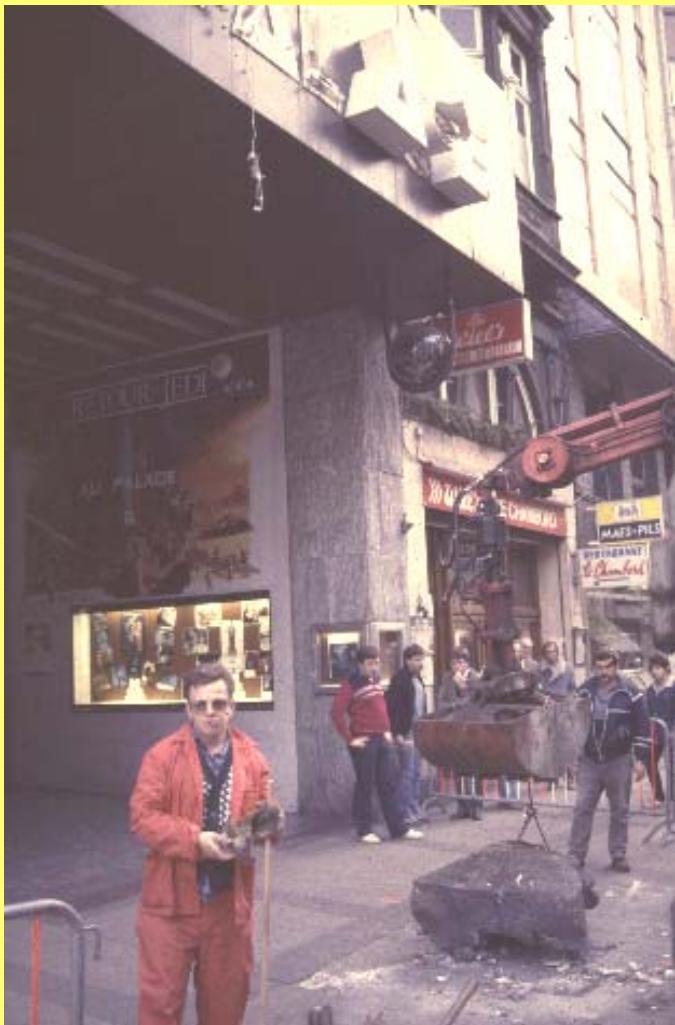
Actions:

- un examen systématique de la stabilité des éléments
- l'imposition d'améliorations dans un délai donné.



Liège 1883

## Chute d'éléments décoratifs



À l'entrée d'un cinéma



**En attente...**



**Une condition nécessaire à l'application des règles parasismiques : la formation.**

# **La formation au projet parasismique:**

**absente du programme des cours  
dans la majorité des écoles d'ingénieurs  
des écoles d'architectes**

**Situation aberrante alors qu'on parle de « construction durable »!!!**

## Actions

**futurs diplômés** => adaptation du programme des cours

**praticiens** => certificats  
cfr « Sécurité & Hygiène du Travail »

# Les bénéfices du parasisme

## Constructions durables

### Réduction de l'importance

des crises  
des pertes humaines  
des pertes d'activité économique  
des remboursements

### Augmentation de la compétence

favorable

à la qualité  
aux exportations de projets  
aux exportations de produits  
à l'aide au développement  
à l'assistance après séisme ailleurs  
à l'image

# Conclusions.

**Pour réaliser la prévention/réduction du risque sismique,  
on dispose:**

## D'un savoir adéquat les problèmes/ leurs solutions

**De règles de projet Eurocode 8, Annexe Nationale Belge**

## Il manque:

## Une prise de conscience

# De la formation

# **permettant l'application du savoir et des règles Architectes, Ingénieurs, entrepreneurs Urbanisme, Agents des Communes**

## Des incitants

# **motivant l'application des règles Règlements d'urbanisme bonus – malus Assurances**