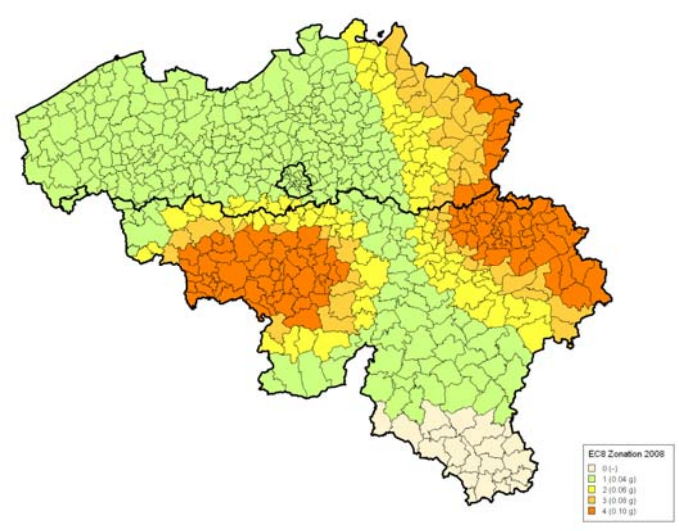


Valenciennes – 23 septembre 2009



La gestion du risque sismique en Belgique

Thierry CAMELBEECK

Président ANB Eurocode 8 « Action Sismique »

Observatoire Royal de Belgique

Alain SABBE

Faculté Polytechnique de Mons

André PLUMIER

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
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 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 km² de la ville de Liège.

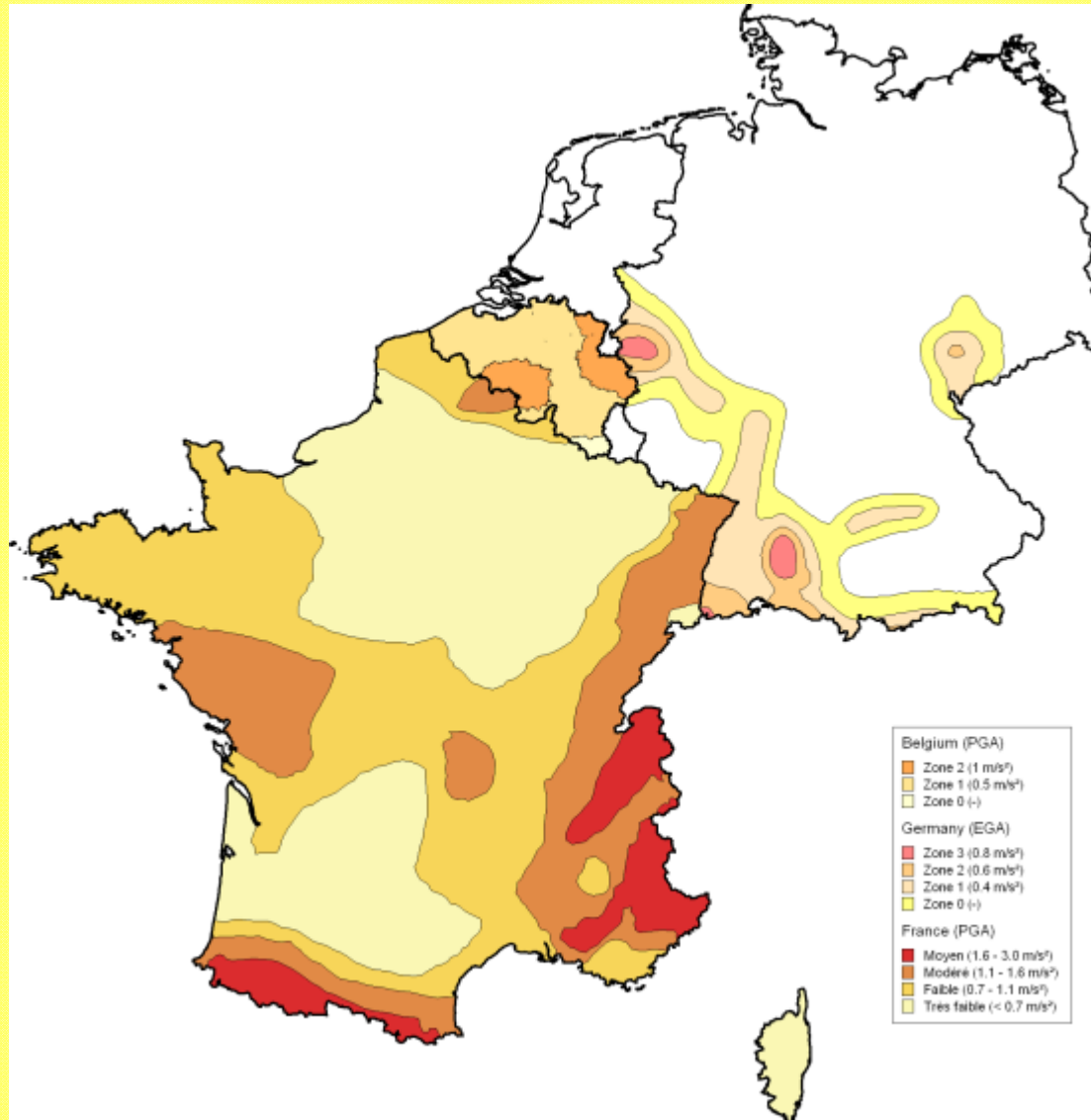
Gestion de la crise.

Thierry Camelbeek:	Organisation des secours pour le jour du séisme.
---------------------------	---

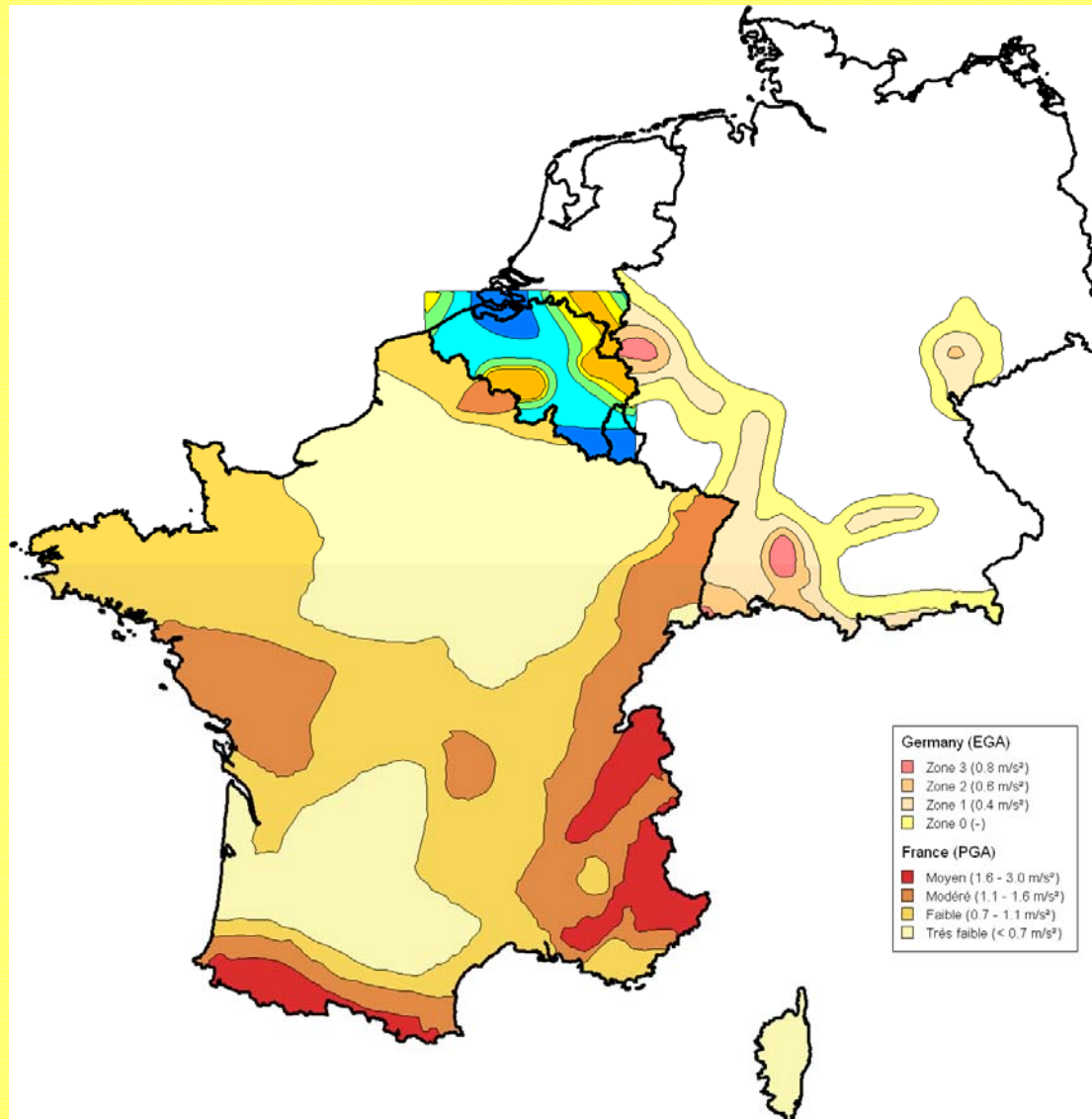
Zonage sismique

- 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;

Observatoire Royal de Belgique / Koninklijke
Sterrenwacht van België

Colbeaux J.-P. & Tesnière C.

Parc Naturel Régional Scarpe-Escaut, France

Vandycke S.

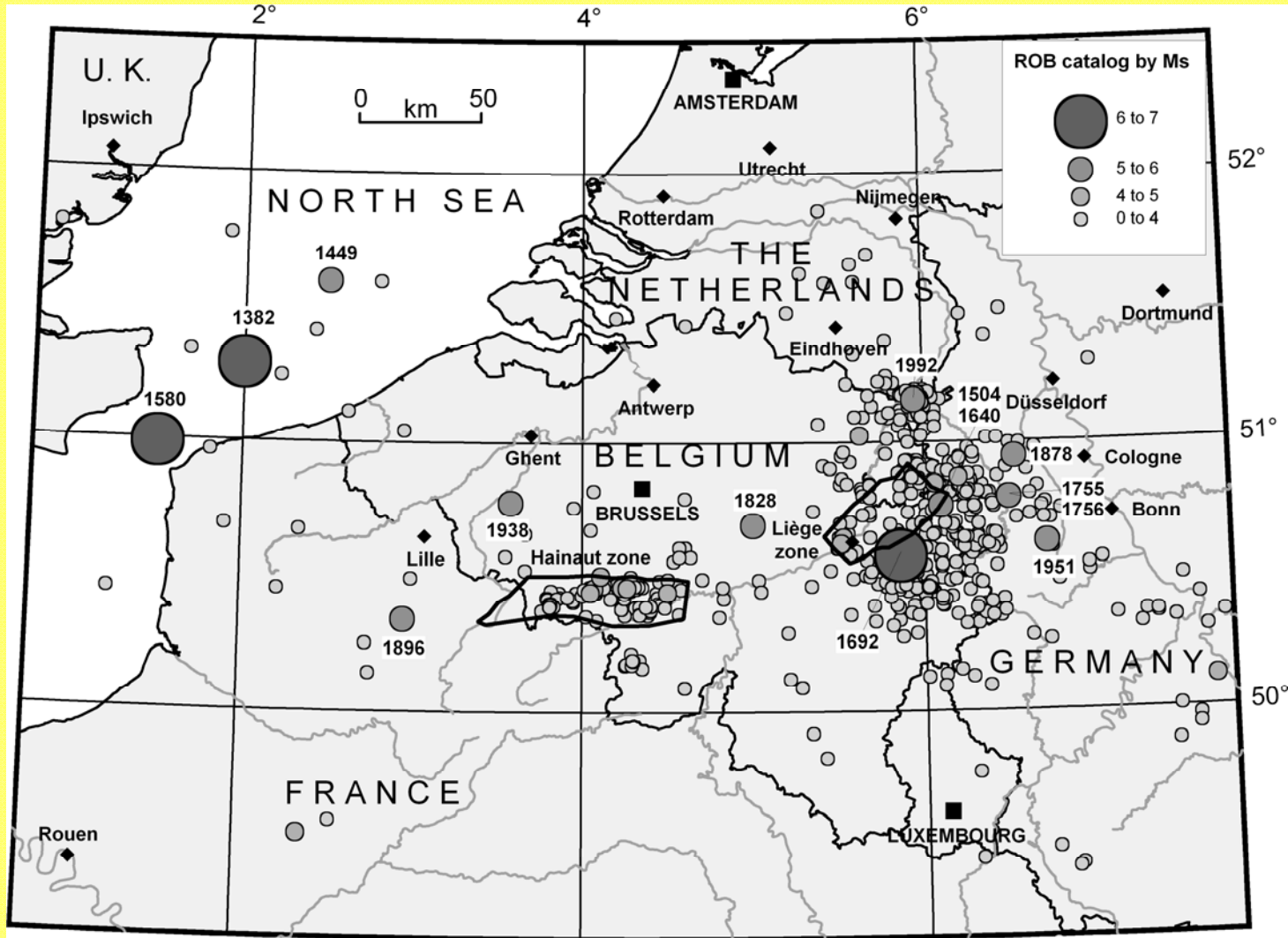
Faculté Polytechnique de Mons, Belgium

Sébrier M. & Bergerat F.

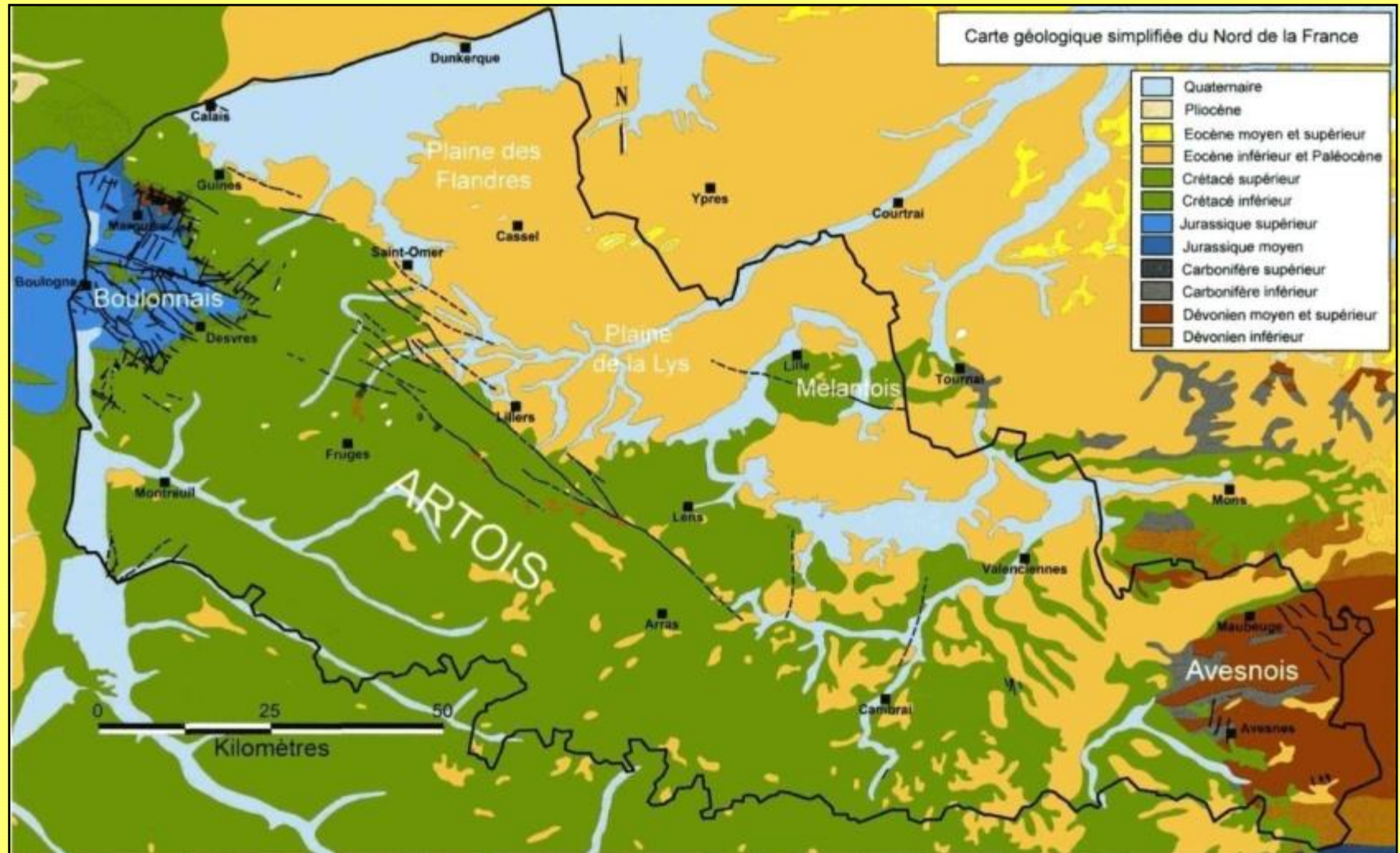
Université Pierre-et-Marie-Curie ,Paris 6, France

+ Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Paris)

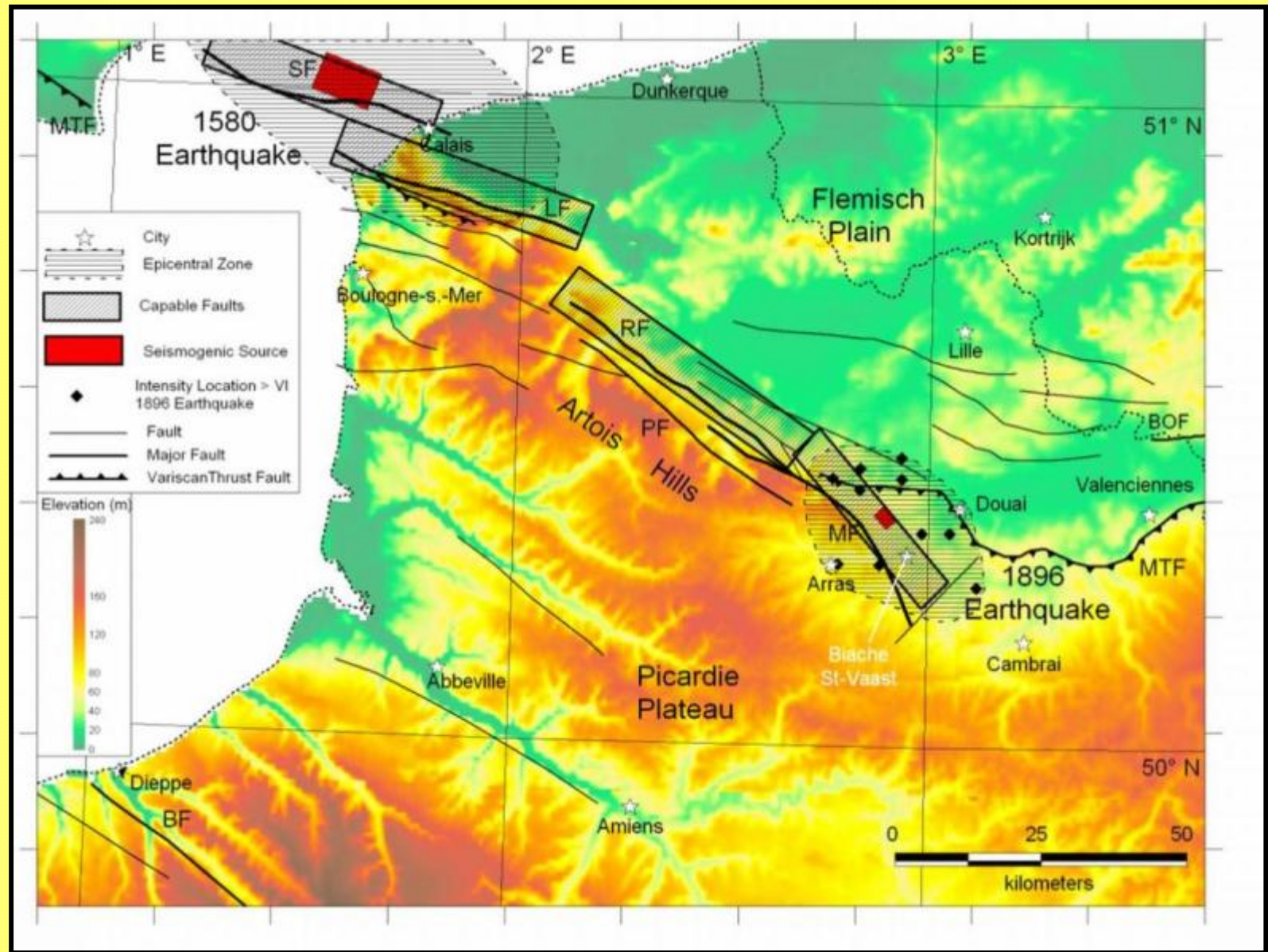
Sismicité historique (depuis 1350)



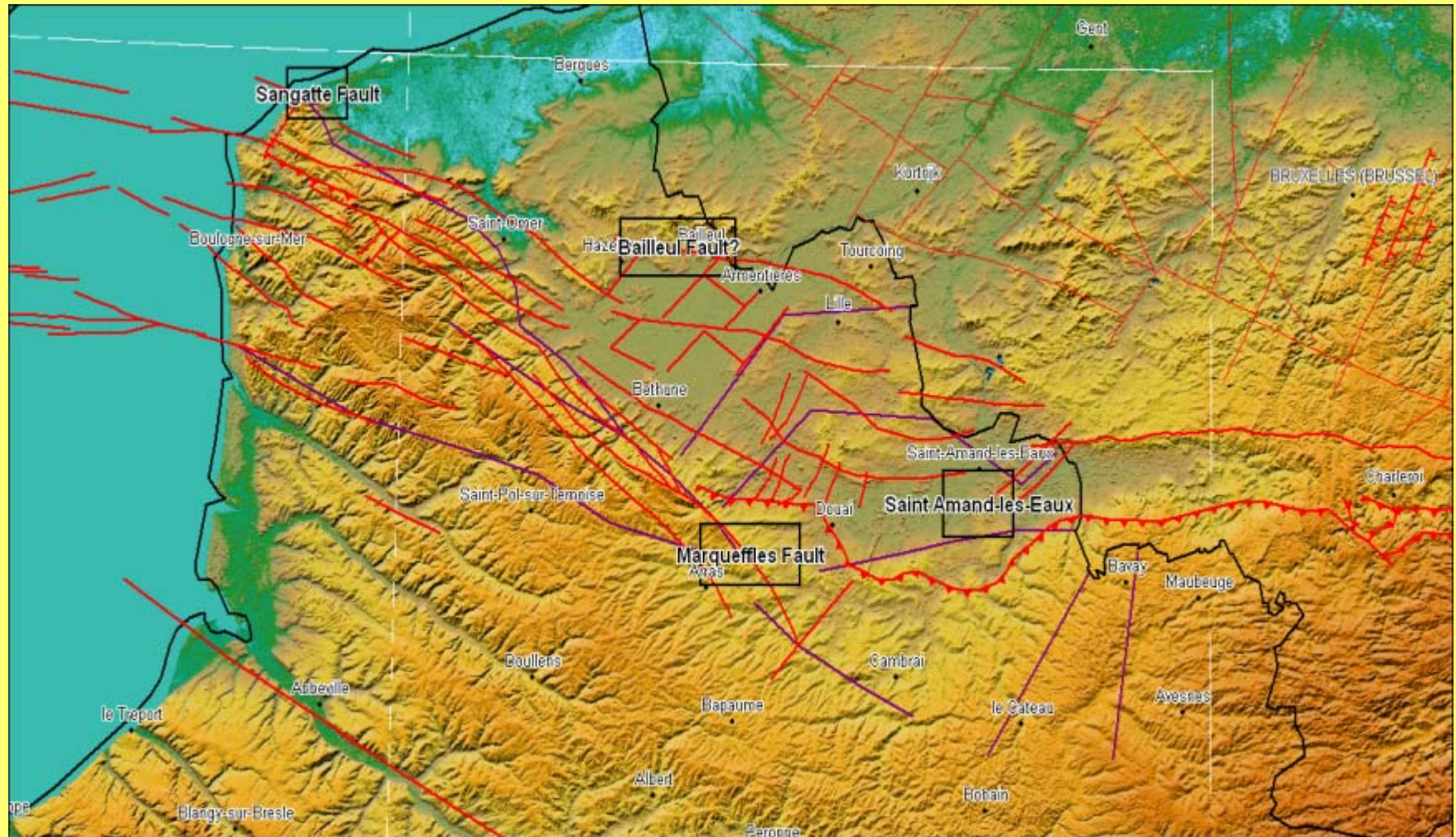
Contexte géologique



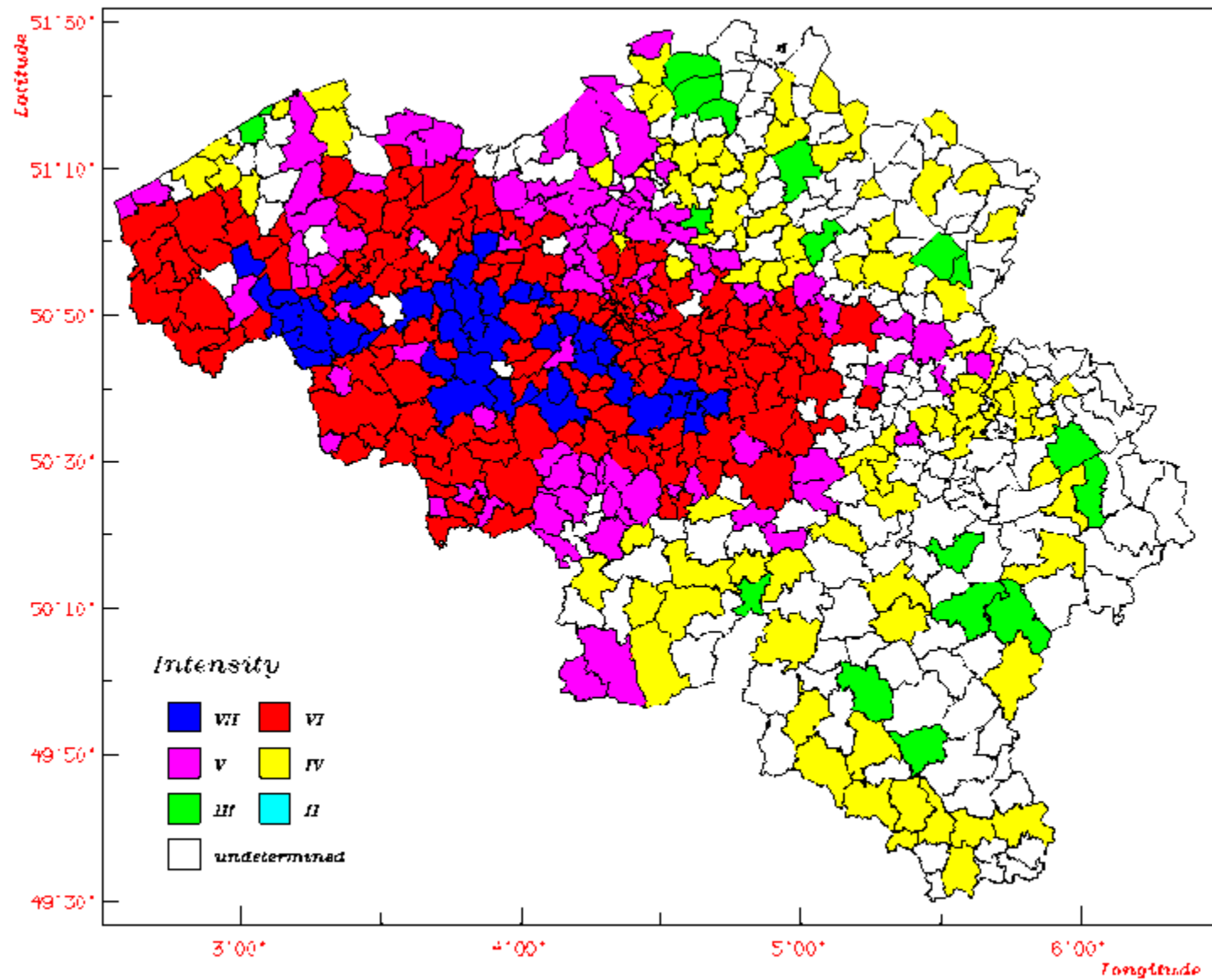
Failles capables et les séismes de 1580 et 1896



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.

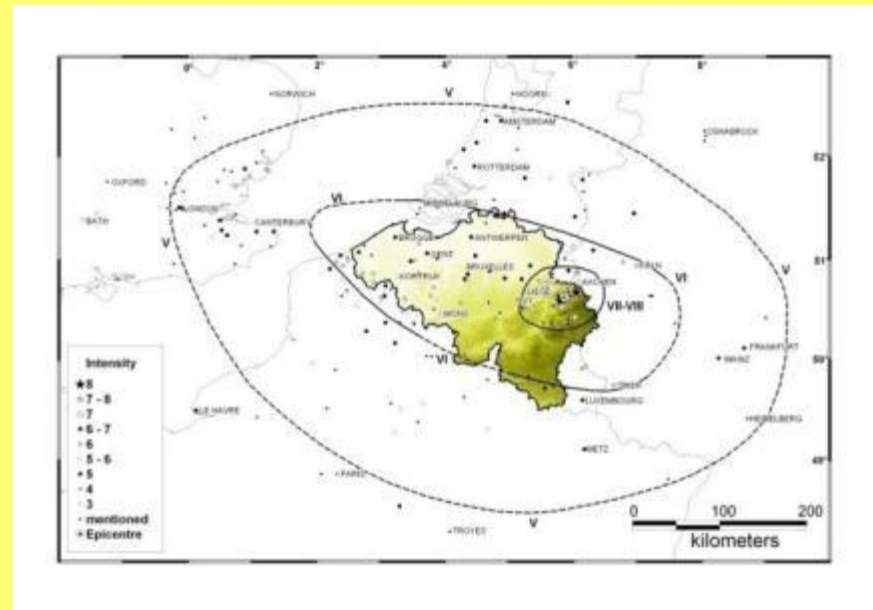
Aussitôt les maisons se sont mises à trembler, des plafonds se sont écroulés, pendant qu'à l'intérieur des maisons, la vaisselle et les étagères se brisaient, les suspensions se détachèrent et tombaient, et que les horloges s'arrêtaient subitement ... »

La Tribune, n°36, dimanche 6 septembre 1896

Le séisme du 18 septembre 1692 - Valenciennes

Je crois estre obligé de me donner l'honneur de vous rendre compte d'un tremblement de terre qui s'est fait sentir aujourd'hui 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 Magalotty 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

OSERVATOIRE ROYAL DE BELGIQUE
SECTION DE SEISMOLOGIE

2009-02-02 08:00:01 T.M.

Accueil
La section de sismologie
Sismologie en Belgique
Sismologie dans le monde
Recherche Scientifique
Publications
Projets internationaux et coopérations
Bases de données en ligne
Sismogrammes en temps réel
Flux RSS
Rassemblements
Séismologues
Liens
Plan du site

Rechercher sur le site :

Un des instruments pour l'étude de la sismologie

Diagnostiquez sur la page de la section de sismologie de l'Observatoire Royal de Belgique :

- TREMBLEMENTS DE TERRE RÉCENTS (EN BELGIQUE) :**
 - 2 mars 2009 à 05:25 T.U. ML 2.0 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 2 mars 2009 à 06:47 T.U. ML 0.6 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 28 fév. 2009 à 03:55 T.U. ML 3.0 AUBOIS (BE)
 - 28 fév. 2009 à 03:24 T.U. ML 3.7 AUBOIS (BE)
 - 27 fév. 2009 à 15:31 T.U. ML 0.3 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 25 fév. 2009 à 07:24 T.U. ML 1.5 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 24 fév. 2009 à 00:45 T.U. ML 3.2 ROULLEME-LE-POINT (BE)
 - 22 fév. 2009 à 10:31 T.U. ML 1.2 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 21 fév. 2009 à 13:21 T.U. ML 2.0 COURT-SAINT-ETIENNE (BE)
 - 19 fév. 2009 à 20:26 T.U. ML 0.7 ZWETEN (BE)
 - ATTacher tous les séismes récents
- ÉVÉNEMENTS NON TECTONIQUES (EN BELGIQUE) :**
 - 2 mars 2009 à 14:34 T.U. ML 0.9 SAMBREVOUX (BE)
 - 5 fév. 2009 à 13:02 T.U. ML 0.8 (BE)
 - 28 fév. 2009 à 00:36 T.U. ML 1.2 JUCHEN (BE)
 - 23 fév. 2009 à 00:50 T.U. DUISSEL (BE)
 - 8 fév. 2009 à 11:04 T.U. ML 3.3 JUCHEN (BE)
- SÉISMOGRAPHES EN TEMPS RÉEL :**
 - Station d'ULLE (VGG) Région de Bruxelles-Capitale
 - Station de MIMPACH (HEB) Province de Liège

AVEZ-VOUS RESENTI UN TREMBLEMENT DE TERRE ?

ENQUÊTES PUBLIQUES SUR INTERNET [2/3]

Enquêtes Macro-sismiques en cours

- Tremblement de terre du 2 mars 2009 à 05h25 T.U. COURT-SAINT-ETIENNE (BE) (2009-03-03 04:23 Heure belge)
- Tremblement de terre du 2 mars 2009 à 06h47 T.U. COURT-SAINT-ETIENNE (BE) (2009-03-02 09:47 Heure belge)
- Tremblement de terre du 27 février 2009 à 15h31 T.U. COURT-SAINT-ETIENNE (BE) (2009-02-27 16:21 Heure belge)
- Tremblement de terre du 24 février 2009 à 07h24 T.U. COURT-SAINT-ETIENNE (BE) (2009-02-25 08:26 Heure belge)
- Tremblement de terre du 23 février 2009 à 13h21 T.U. COURT-SAINT-ETIENNE (BE) (2009-02-23 20:31 Heure belge)

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

[Tremblement de terre ressenti](#)

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

Vous pouvez nous aider en nous permettant de définir l'intensité de la zone de perception et de dommages des tremblements de terre en Belgique et nous pourrions vous fournir des détails spécifiques, qui nous permettent de prévoir la façon dont votre région sera affectée par le futur tremblement de terre.

Les sismologues de l'Observatoire Royal de Belgique utilisent ces informations pour des publications futures et pour donner de façon qualitative, quantitative ou graphique les dommages observés. Les informations personnelles ne seront pas diffusées. Si vous nous contactez à cet effet, nous vous remercions de nous adresser vos questions.

Votre Code postal est obligatoire pour pouvoir identifier l'intensité du tremblement de terre dans votre localité. Toutes les autres données (nom, adresse, téléphone et adresse e-mail) sont facultatives, mais pourraient s'avérer importantes pour une évaluation plus précise de l'intensité.

Si vous avez des commentaires sur la manière dont le tremblement de terre a affecté d'autres lieux que celui où vous vous trouvez, remplissez un autre questionnaire pour chaque nouvelle localisation.

QUESTIONNAIRE POUR LE TREMBLEMENT DE TERRE SUIVANT :

COURT-SAINT-ETIENNE (BE)

2009-03-03 04:23 (UTC)

(Si vous voulez de l'aide à remplir le questionnaire, cliquez sur le lien ci-dessous.)

Nom :

E-mail :

Si vous voulez de l'aide à remplir le questionnaire :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal :

Pays :

Profession :

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

Si vous avez ressenti le tremblement de terre ?

Si vous êtes à l'intérieur, précisez le type de construction ou de structure :

Si vous connaissez l'usage où vous vous trouvez, précisez-le :

Si vous connaissez l'usage où vous vous trouvez, précisez-le :

Si vous connaissez l'usage où vous vous trouvez, précisez-le :

Si vous connaissez l'usage où vous vous trouvez, précisez-le :

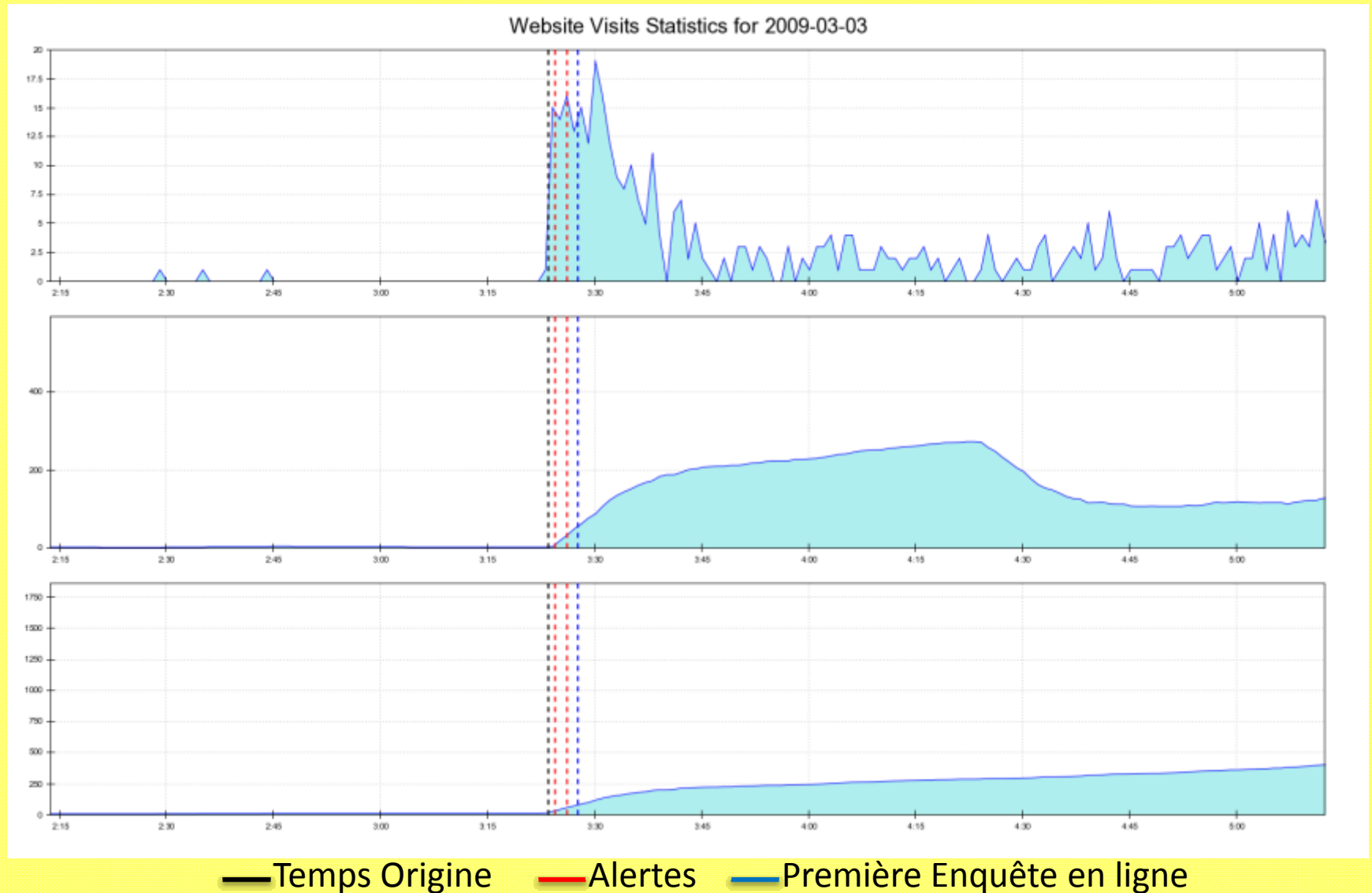
Si vous connaissez l'usage où vous vous trouvez, précisez-le :

Votre expérience du tremblement de terre :

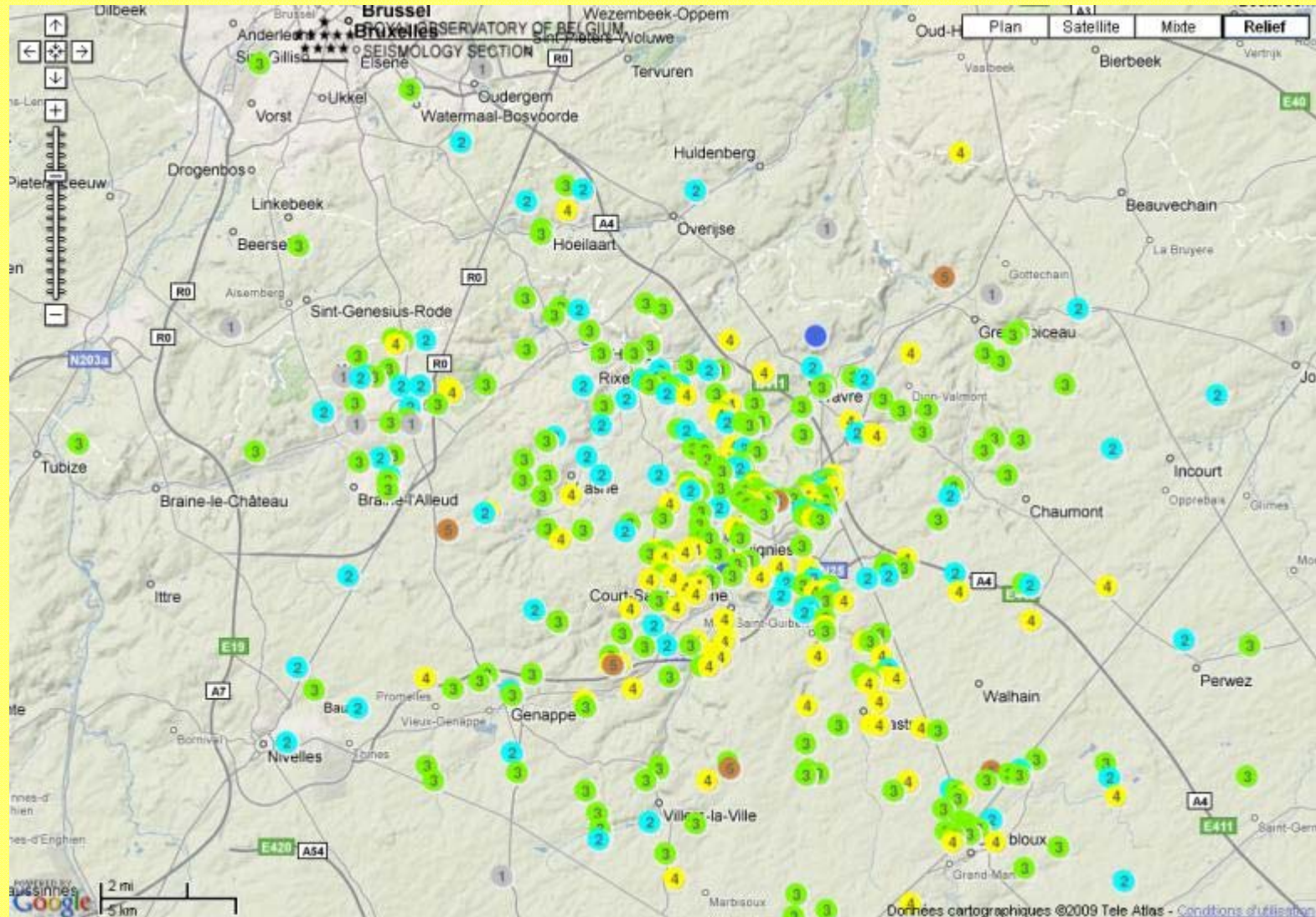
Comment décririez-vous la secousse ?

Page de description

Statistiques de connexion



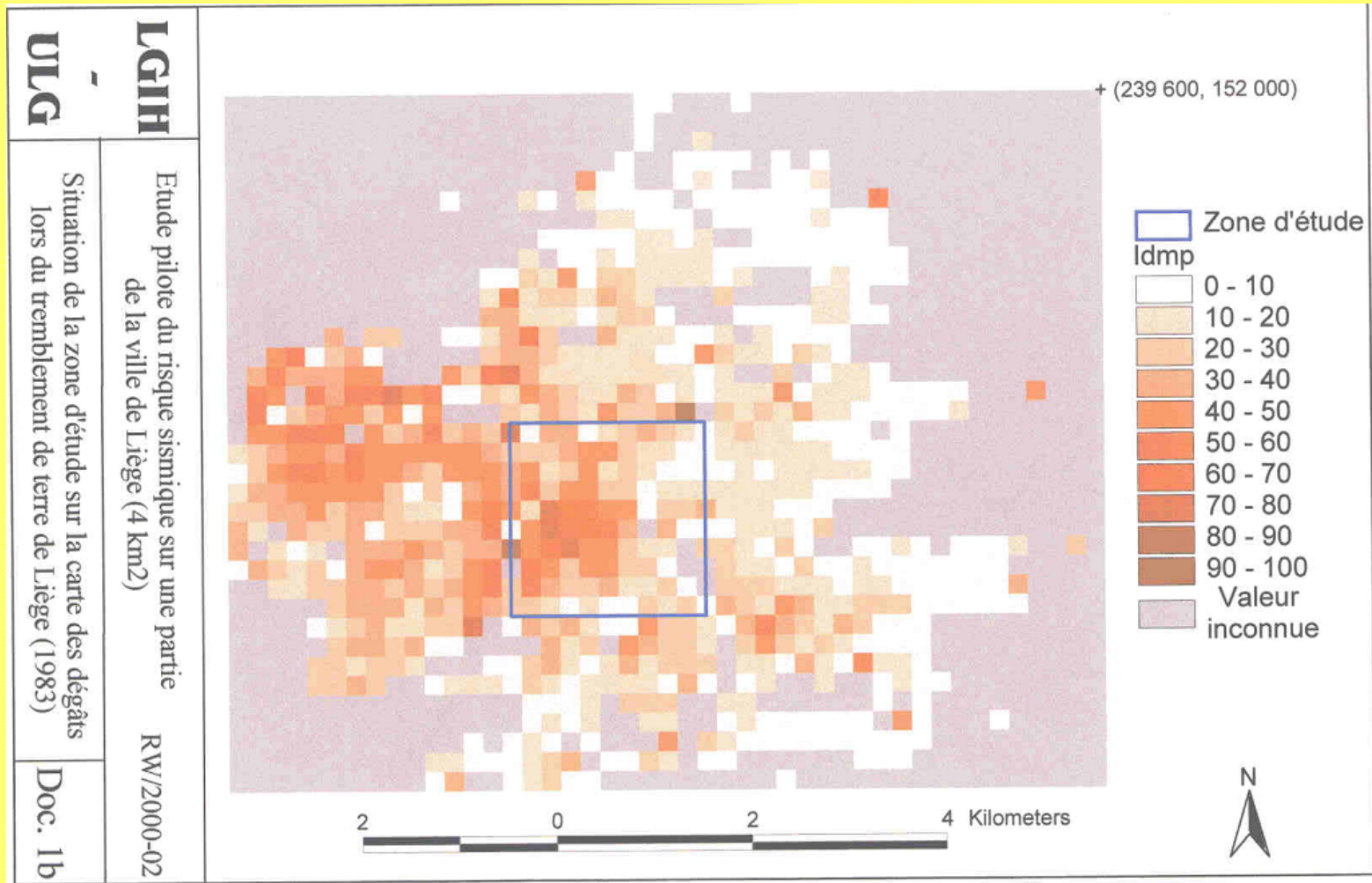
Enquêtes Macroséismiques



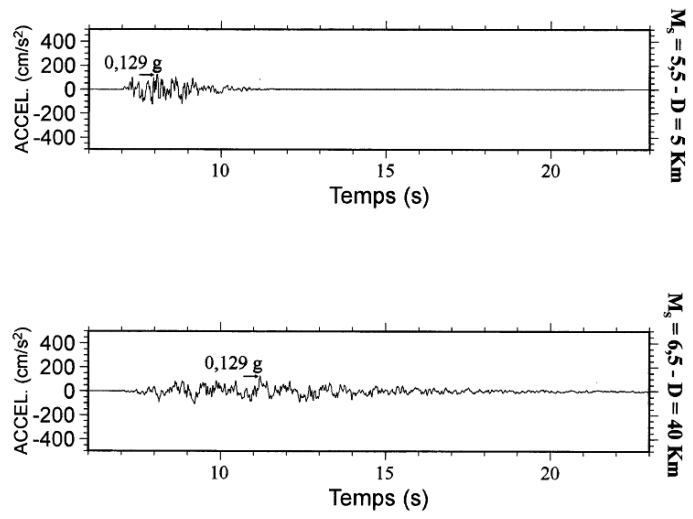
Etude pilote du risque sismique sur Liège

Risque = Alea x Vulnérabilité

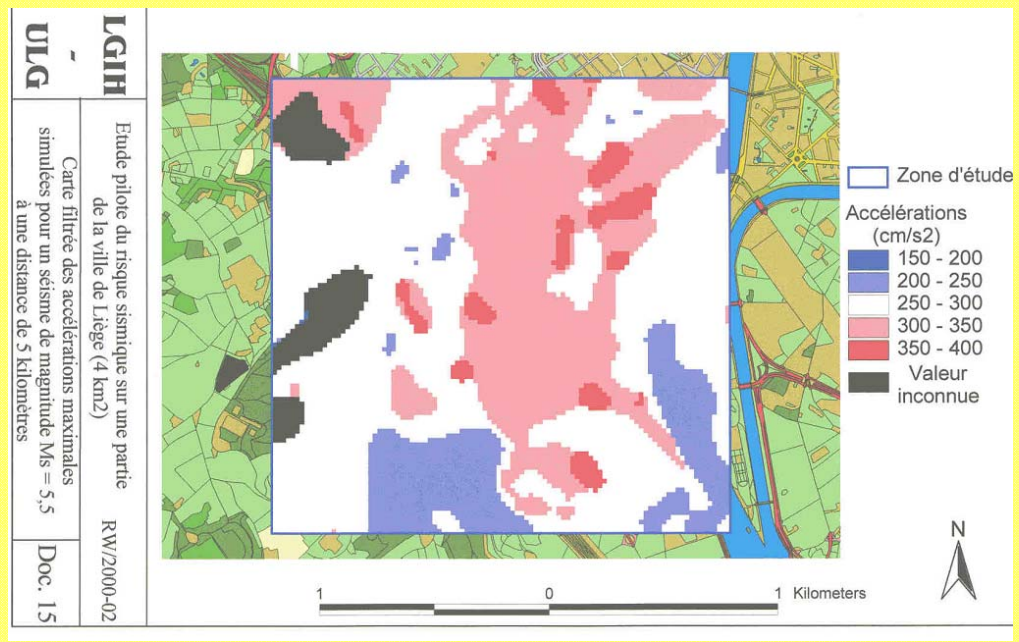
Phase 1: 4 km²



Accélérogrammes considérés



Carte d'alea



INDEX DE VULNERABILITE DE BASE:

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

Paramètres "modificateurs" des I_v 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 adjacentes

4 tableaux => l'enquêteur de terrain attribue directement à chaque un indice I_v 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)



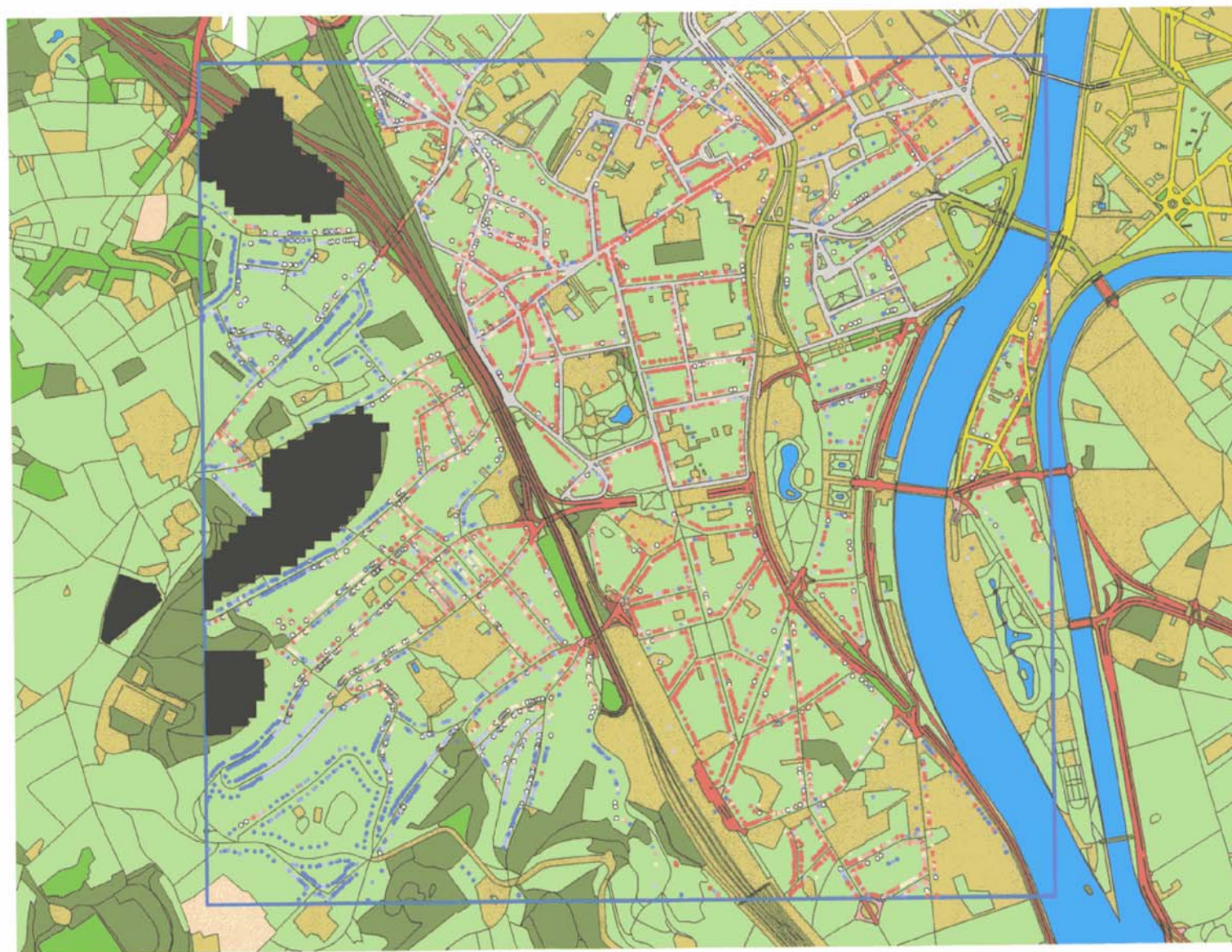


**Type 3: Batiment de +
de 5 étages en B.A. ou
Mixtes B.A.-maçonnerie**

Photo
aérienne



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



Masque
■ No Data

Dommage D
• 0 %
• 0 - 10 %
• 10 - 20 %
• 20 - 30 %
• 30 - 40 %
• 40 - 50 %
• 50 - 60 %
• 60 - 70 %
• 70 - 80 %
• 80 - 90 %
• 90 - 100 %
• 100 %

□ Zone d'étude



Conclusions

- **Des incertitudes:** PGA
évaluation de l'indice de vulnérabilité I_v
relations PGA- I_v - dommage D.
=> tendances, pas de certitude quantitative .
- **Dégats significatifs sous le séisme de période de retour 475 ans**
($M_s = 5,5$ champ proche ou $M_s = 6,5$ champ lointain)
 - 45% des bâtiments: coût de réparation > reconstruction.
 - 20% coût de réparation < 60% nouveau
 - 7% coût de réparation < 40% nouveau
- **Conclusions non surprenantes**
 - action sismique
 - bâti existant:
 - Beaucoup de maçonnerie avec diaphragme faible
 - Immeubles à appartement avec rez transparent
 - Structures affaiblies par rez rendu transparent
 - sans calcul de structure
- **Coherent** avec Liege 1983 EQ ($M_s = 4,5-5$ champ proche)

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 \approx Risque incendie
 Coût parasismique \approx 0 - 5% coût construction
 séisme et vent de tempête \approx 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 Communauté 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 O: 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, mats , cheminées

Les EuroNormes EN: en vigueur en // aux NBN en 2005
seules Normes au + tard en 2010

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

«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 : $0 \leq a_g \leq 4 \text{ m/s}^2$

γ_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 $v_{s30} \text{ (m/s)} < 180$ sur sol + dur $\Rightarrow S= 1,8$

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

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: jusqu'à 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

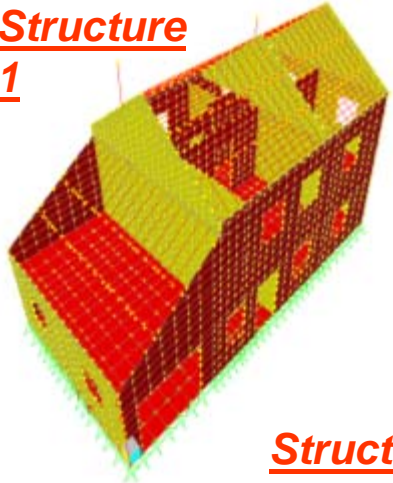
Rupture d'éléments non structurels



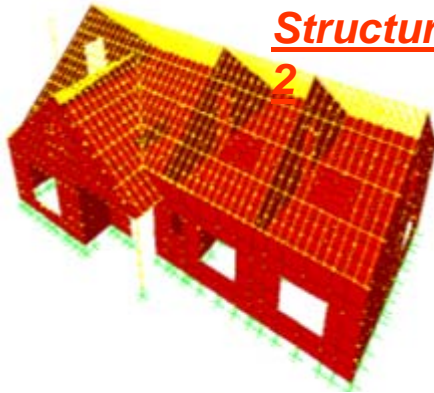
Etudes préalables au Guide parasismique

- Analyses numériques

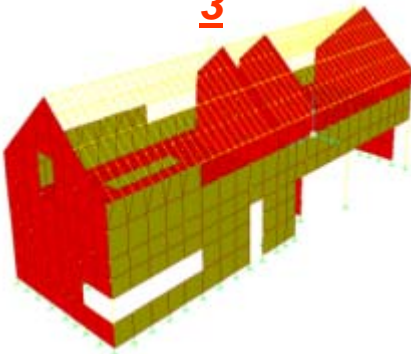
Structure
1



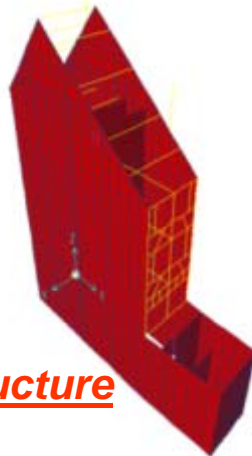
Structure
2



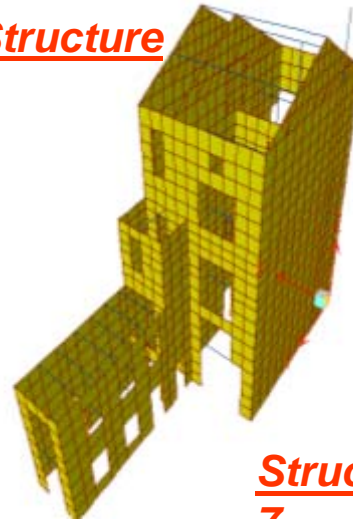
Structure
3



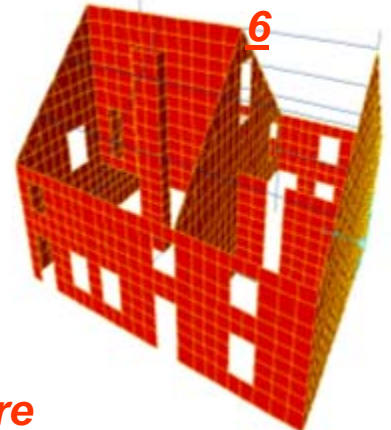
Structure
4



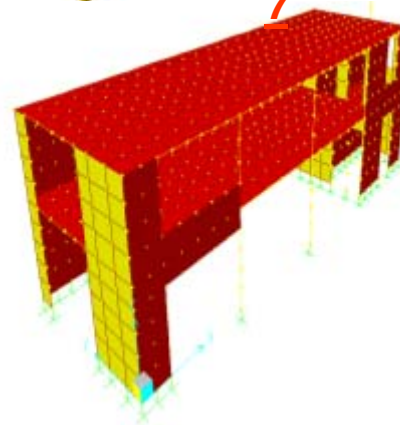
Structure
5



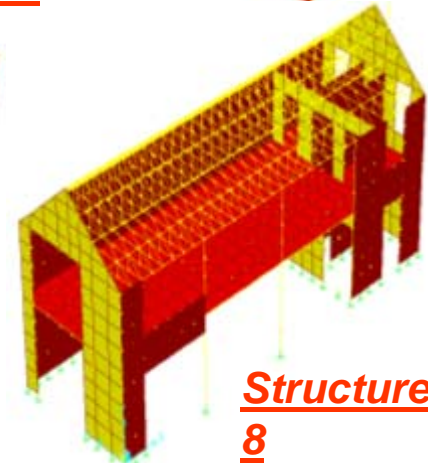
Structure
6



Structure
7



Structure
8

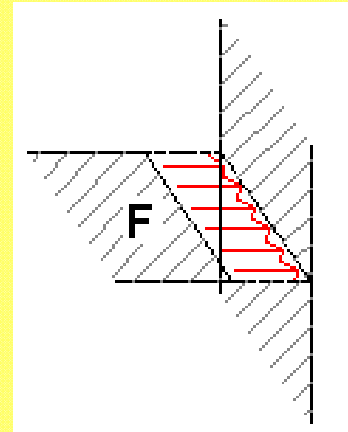


Etudes préalables au Guide parasismique

- 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)

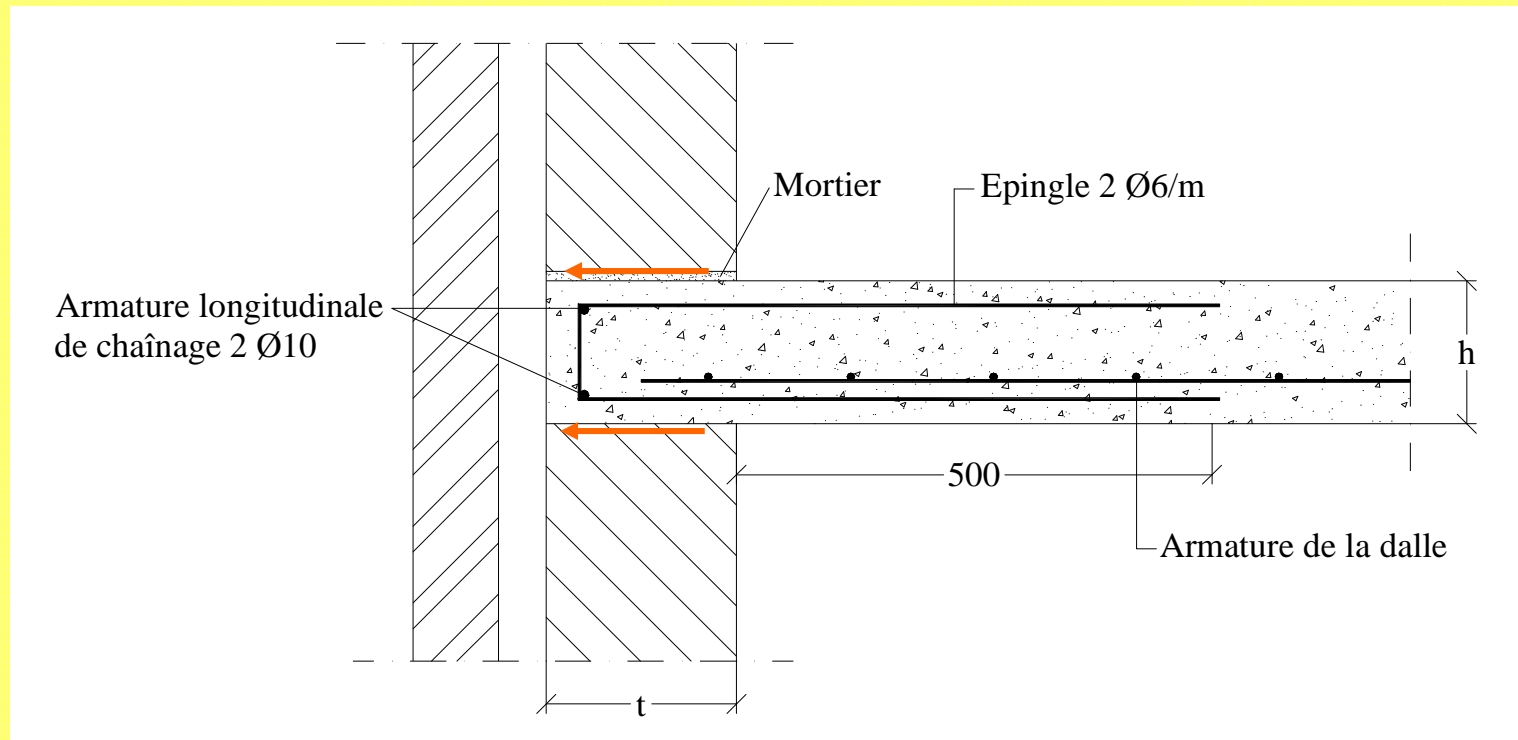
Aux extrémités de l'appui

Etudes préalables au Guide parasismique

- Analyses numériques

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

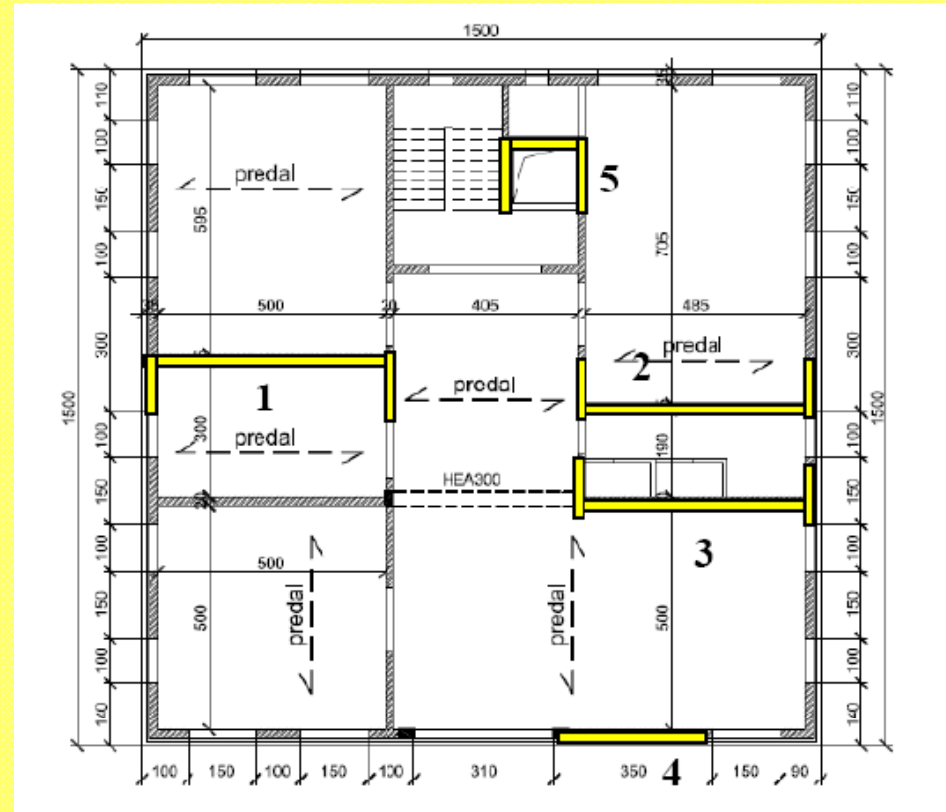
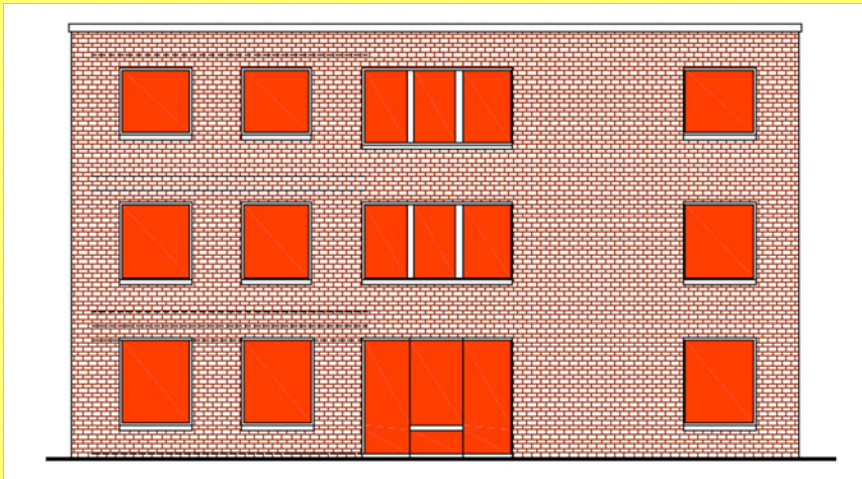
→ solutions technologiques pour assurer ces liaisons (Guide)



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 parasismique

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