

LE RISQUE SISMIQUE

Séismes et leurs effets – construction parasismique

Groupe de travail :

Bernard Collet, Stéphane Hédouin, Jacky Mazars (réfèrent), Patrick Nataf, Kathy Rabaud

SOMMAIRE

Document de présentation

Introduction	p 3
Thème 1 : LES SEISMES (origines et effets)	p 3
Thème 2 : SEISME et REPONSE DES CONSTRUCTIONS	p 4
Thème 3 : VULNERABILITE SISMIQUE et CONSTRUCTION PARASISMIQUE	p 4
Documents élaborés	p 5

Document général : Les séismes et leurs effets – La construction parasismique

1. Les séismes : origine et effets	p 1
1.1 Origine des séismes	p 1
1.2 Magnitude et intensité sismique	p 2
1.3 Les ondes sismiques, les effets de site	p 4
1.4 Le risque sismique en France	p 5
1.5 Les règles parasismiques	p 6
2. Les séismes et la réponse des constructions	p 6
2.1 Pendule direct – pendule inversé	p 7
2.2 Séismes et mouvement des constructions	p 9
3. Vulnérabilité sismique et construction parasismique	p 11
3.1 Le génie parasismique	p 11
3.2 La sismicité de la région et la nature du sol	p 12
3.3 La qualité des matériaux	p 12
3.4 Les points clés d'une conception parasismique	p 12
3.5 Le respect de la réglementation parasismique et la bonne exécution des travaux	p 13
3.6 Les formes de bâtiments en plan	p 13
3.7 Les formes de bâtiments en élévation	p 13
3.8 Les fondations	p 14
4. Pistes pour réduire la vulnérabilité	p 15
4.1 Isolation sismique	p 15
4.2 Amortisseur introduit au sein des structures	p 15
4.3 Système de masse accordée	p 15
4.4 Renforcement de structures existantes	p 15
5. Conclusions : ce qu'il est nécessaire d'éviter	p 17
6. Références	p 17

SOMMAIRE

Document 1.1: Comment naissent les séismes ?	p 1
Activités proposées	p 2
Document 1.2 : Comment se développent les séismes ?	p 3
Activités proposées	p 7
Les séismes dans le monde	p 8
Les séismes en France	p 9
Document 2.1 : Comment tient un bâtiment ?	
Problématique	p 1
Comment est constituée une construction ?	p 1
Comment tient un bâtiment en général ?	p 2
Comment se détermine cette structure ?	p 2
Comment cheminent ces charges ?	p 2
Quelle est la réaction d'un bâtiment face à un phénomène naturel ?	p 3
Fiche technique : aide pour réaliser ces expériences	p 4
Proposition de tableau récapitulatif	p 5
Document 2.2 : Comment réagit un bâtiment aux séismes ?	
Lien avec le programme de technologie	p 1
Préambule	p 2
Analogies des problèmes ondulatoires	p 3
Activités	p 8
Fiches manipulation pour l'enseignant	p 10
Pourquoi existe-t-il des déformations ? Qu'est-ce que la rigidité d'un élément ?	p 10
En quoi les masses des éléments constituant un ouvrage sont-elles importantes ?	p 11
Pourquoi la hauteur et les masses d'un ouvrage sont-elles importantes ?	p 13
Comment se comporte une structure sur un sol liquéfiable ?	p 15
Document 3 : Comment limiter les efforts dus aux séismes ?	
Lien avec le programme de technologie	p 1
Comment se comporte une structure verticale...face à une action horizontale ?	p 2
Comment se comporte une structure verticale de grande hauteur... ?	p 5
Comment absorber et diminuer les effets liés aux actions du séisme... ?	p 7

Introduction : Cette problématique n'est pas à proprement parlé dans l'environnement immédiat des collégiens. Cependant les effets destructeurs des séismes sont régulièrement présentés dans les médias. Dans ce contexte l'objectif visé est de satisfaire leur curiosité sur le sujet (genèse des séismes (en lien avec d'autres cours), risque sismique en France,...) et de profiter du domaine pour avancer un peu plus sur des aspects liés au fonctionnement des matériaux et des structures soumis aux vibrations sismiques afin de comprendre qu'il n'y a pas de fatalité et que la technologie permet de faire face aux situations à risques.

Dans la présentation des enseignements de cette partie il sera d'ailleurs bon d'indiquer que les risques sont multiples (risques gravitaires : glissements de terrain, avalanches, éboulements – liés à l'excès d'eau : inondations, torrents – ou à la sécheresse - de nature tellurique : volcans, séismes – de nature technologique : rupture de barrage, explosion,...) et que les séismes sont choisis comme support à cette série de cours de technologie.

En début il sera distribué un mini-glossaire pour traiter du vocabulaire qui sera utilisé dans la suite.

Trois grands thèmes sont traités :

- 1/ Les séismes (origines et effets)
- 2/ Séismes et réponses des constructions
- 3/ Vulnérabilité sismique – Construction parasismique

On présente ci-après l'organisation générale proposée.

Thème 1 : LES SEISMES (origines et effets)

<u>Chapitres</u>	<u>Commentaires</u>
<p>1- La tectonique des plaques</p> <p>Le but est de faire comprendre que ces mécanismes sont à l'origine des volcans et des séismes et donc que la localisation des zones sismiques est à priori connue.</p> <p>2- Les séismes :</p> <p>A partir de l'acquis sur la tectonique on expose le mécanisme des séismes, la notion de propagation d'ondes et la mise en vibration du sol en surface qui transmet son mouvement aux structures...</p> <p>En profiter pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> - parler de magnitude sismique - déboucher sur la présentation du zonage sismique sur le territoire Français 	<p>Cette partie sera traitée en partenariat avec l'enseignant de SVT qui aborde cette question dans le programme de 4^{ème}.</p> <p>Un travail à proposer aux élèves, recherche documentaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - liste de séismes en indiquant, date, lieu, magnitude - positionner ces lieux sur des cartes (interaction avec l'enseignant de géographie) - constituer une banque d'images de catastrophes sismiques notamment sur des dégâts de structure

Thème 2 : SEISME et REPONSE DES CONSTRUCTIONS

<u>Chapitres</u>	<u>Commentaires</u>
<p>1- Etude « architecturale » des structures de Génie Civil</p> <p>2- Comportement des constructions : Etude de cas, relation force – déformation, effet des actions sismiques.</p> <ul style="list-style-type: none">- présenter le concept de rigidité ($K=F/d$)- à partir de l'exemple du pendule, introduire la notion de période propre- traiter de cette notion sur des exemples de structure (masse sur support : pendule inversé) et introduire la situation de résonance- notion de résistance : les déformations ont une limite qui provoque la rupture- analyse de dommages sismiques à partir de documents pris après séismes <p>L'arsenal ainsi constitué doit faire comprendre que les vibrations appliquées à une structure génèrent des déformations « cycliques », que certaines situations sont critiques (résonance) et que ces déformations ont une limite qu'il faut essayer de ne pas dépasser (cf. images de dommages créés) : c'est tout l'enjeu auquel doivent faire face les architectes les techniciens et les ingénieurs de la construction ;</p>	<ul style="list-style-type: none">- On analyse très schématiquement la structure porteuse des bâtiments, la façon dont sont reprises les charges et la particularité des actions sismiques (principalement horizontales)- une manip. de table pourra être utilisée : poids appliqué à l'extrémité d'une poutre dont on mesure la déformation (sont étudiés différents matériaux, différentes longueurs différentes sections) ; on peut aussi s'intéresser au portique (élément de base d'un bâtiment). Ces résultats sont utilisables pour d'autres thèmes technologiques qui relèvent de la mécanique- l'usage de vidéos d'expériences de laboratoire et/ou de situations réelles sera recommandée (l'aide de manips issues de celle décrite plus haut et de logiciels spécialisés mais très ergonomiques pour que les collégiens puissent appréhender le phénomène est en cours d'étude)- l'usage de documents issus de retour d'expérience (mission post sismiques AFPS par exemple...) et/ou de la banque d'image constitué dans le thème 1 servira de base à cette partie.

Thème 3 : VULNERABILITE SISMIQUE et CONSTRUCTION PARASISMIQUE

<u>Chapitres</u>	<u>Commentaires</u>
<p>2- Quelques concepts pour concevoir parasismique (contreventement de portique, isolateur en interface sol – structure, éléments dissipateurs....)</p> <p>3- Systèmes technologiques réducteurs de « vulnérabilité » des structures existantes par exemple par ajout de matière (doublages de murs en béton, renforcement des maçonneries, collage de matériaux en surface (acier, composites...)) ou encore par incorporation à la structure de « systèmes dissipatifs ».</p>	<ul style="list-style-type: none">- cette étude est basique, on reste sur une structure simple par exemple celle du portique (image simplifiée de la maison et du bâtiment en général)- comme dans le thème 2 l'usage d'images de vidéos de manips ou l'utilisation de logiciels simple doit permettre de mieux faire comprendre le propos.

Documents élaborés

Deux familles de documents ont été réalisées:

- Un document général livrant les bases scientifiques de l'ensemble du domaine (accessible par tout non spécialiste). Il reprend la trame des 3 thèmes tel que présenté ci-dessus.
- 3 documents à destination des enseignants pouvant servir de support pour préparer les séances de technologie. Le sujet est introduit en présentant les centres d'intérêt visés et les capacités concernées par le document concerné, ils comportent un résumé de la matière traitée (cohérent avec le document général) et des activités à proposer aux élèves.

1- Document général réalisé par Jacky Mazars

« LE RISQUE SISMIQUE : séismes et leurs effets – construction parasismique »

2- Documents 1-2-3 :

Thème 1 :

- Document 1 (Patrick Nataf) : Comment naissent et se développent les séismes ?

Dans lequel on explique des séismes et comment du choc sismique on passe au mouvement du sol, pour lequel on définit les concepts d'intensité et de magnitude sismique et où l'on présente la carte sismique nationale. L'activité proposée est principalement de nature documentaire.

Thème 2 :

- Document 2.1 (Katy Rabaud) : Comment tient un bâtiment ?

Dans lequel on présente la dorsale (structure porteuse) du bâtiment conçue principalement pour supporter les charges de plancher et où l'on peut faire ressentir la difficulté de reprendre des charges horizontales (celles issues d'un séisme).

- Document 2.2 (Stéphane Hédouin) : Comment réagit un bâtiment aux séismes ?

Dans lequel, à partir d'exemples issus de retours d'expériences (bâtiments endommagés en zone sismique) on suggère la mise au point d'expériences pour appréhender le fonctionnement de structures très simples sous efforts statiques et dynamiques.

Thème 3 :

- Document 3 (Stéphane Hédouin) : Comment limiter les effets dus aux séismes ?

Dans lequel on expose quelques concepts pour construire parasismique et pour réduire la vulnérabilité de structures non conçues parasismique (d'où une nécessaire relation avec les documents 2.1 et 2.2).

Ce travail a été terminé en Janvier 2011
Prof. Jacky Mazars
Institut Polytechnique de Grenoble