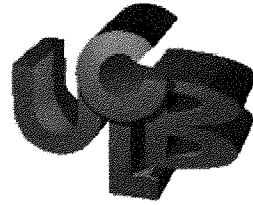




enssib

Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques



Université Claude Bernard Lyon 1
43, boulevard du 11 Novembre 1918
69622 VILLEURBANNE CEDEX

DESS en Ingénierie Documentaire
Rapport de recherche bibliographique

L'ARCHITECTURE PARASISMIQUE

Battendier sandrine

sous la direction de

Monsieur François FLEURY

Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau
Maison Levrot Rue du Lac
BP 53 VILLEFONTAINE cedex

Année 1999-2000

BIBLIOTHEQUE DE L'ENSSIB



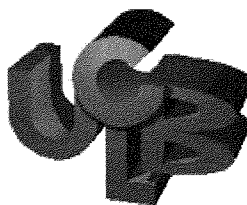
814163G

M 2000 ID 03



enssib

Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques



Université Claude Bernard Lyon 1
43, boulevard du 11 Novembre 1918
69622 VILLEURBANNE CEDEX



DESS en Ingénierie Documentaire

Rapport de recherche bibliographique

L'ARCHITECTURE PARASISMIQUE

Battendier sandrine

sous la direction de

Monsieur François FLEURY

Les Grands Ateliers
de l'Isle d'Abegu
Maison Levrat rue du Lac
Villefontaine

Année 1999-2000

L'architecture parasismique

Résumé

Construire parasismique est plus que nécessaire dans certaines zones de la planète. La construction parasismique ne se limite pas à l'édification de bâtiments dépourvus de charme. De fait, nombreuses sont les constructions modernes qui sont, sur le plan architectural, de très belles œuvres et respectent les règles de construction parasismique. Le génie parasismique étudie les moyens à mettre en œuvre pour construire des bâtiments résistant aux séismes et s'intéresse aussi à la rénovation et au confortement des constructions plus anciennes.

Descripteurs

Architecture séisme Tremblement de terre Protection parasismique Construction parasismique Ingénierie parasismique Conception architecturale Résistance au séismes

Earthquake-proof architecture

Abstract

The earthquake-proof buildings are compulsory in some areas of our planet. The construction is not restricted to plain buildings. Indeed several modern constructions are architectural masterpieces which respect the regulations. Earthquake engineering looks for means to implement earthquake-proof buildings and is also concerned with the restoration of previous constructions

Keywords

Architecture Seism Quake Earthquake Seismic protection Earthquakeproof construction Earthquake resistant construction seismic structure earthquake resistant structure earthquake engineering architectural design earthquake resistance

Préambule

« A peine ont-ils mis le pied dans la ville, en pleurant la mort de leur bienfaiteur, qu'ils sentent la terre trembler sous leurs pas, la mer s'élève en bouillonnant dans le port, et brise les vaisseaux qui sont à l'ancre. Des tourbillons de flammes et de cendres couvrent les rues et les places publiques ; les maisons s'écroulent, les toits sont renversés sur les fondements, et les fondements se dispersent ; trente mille habitants de tout âge et de tout sexe sont écrasés sous des ruines. »¹ Pour conjurer le sort et empêcher les tremblements de terre, les « sages [donnent] au peuple un bel auto-da-fé »². Certes nous ne sommes plus à l'époque de Candide : les sages ne font plus forcément appel aux dieux pour préserver les hommes des séismes, mais l'on déplore encore de nombreux morts lors de certains tremblements de terre. Les constructions non plus ne sont pas épargnées ; c'est même souvent leur chute qui entraîne la mort... Pourtant suivre quelques principes fondamentaux de construction parasismique suffirait quelquefois à éviter des destructions massives de bâtiments et des morts inutiles. Loin de brider la créativité des architectes, la prise en compte des quelques évidences techniques permettrait à beaucoup de bâtiments de ne pas s'effondrer lors de séisme d'intensité moyenne.

¹ VOLTAIRE. *Candide*. Marabout. Paris.1995. Chapitre cinquième : Tempête, tremblement de terre, et ce qui advint du Docteur Pangloss, de Candide, et de l'Anabaptiste Jacques. p 26.

² VOLTAIRE. *Candide*. Marabout. Paris.1995. Chapitre sixième : Comment on fit un bel auto-da-fé pour empêcher les tremblements de terre, et comment Candide fut fessé. p 29.

Méthode de recherche



1 Introduction

Qu'est-ce que l'architecture parasismique ? Quelles sont les termes simples qui pourraient définir cette expression ? Nous avons, M Fleury et moi abordé la question de cette manière afin de définir le sujet et ses mots clés. L'expression architecture parasismique telle que la conçoit M Fleury englobe à la fois l'aspect technique lié à l'ingénierie parasismique et le côté artistique lié à l'architecture. Le but de la recherche est de montrer que l'utile : le parasismique n'est pas forcément dépourvu de toute considération esthétique et peut même s'avérer "beau" sur le plan architectural...

Le fait de lier à la fois une notion très technique et une nettement plus artistique a pu quelquefois poser des problèmes. En effet beaucoup de références trouvées sur les sites internet entre autres sont des normes et des textes de lois. Comme ce type de référence n'intéresse que très modérément M Fleury, je ne les ai pas reprises dans ma bibliographie et de fait le taux de pertinence de la recherche sur internet n'est pas toujours extrêmement élevé. J'ai, en premier lieu travaillé sur l'internet et différentes bases de données puis je suis passée à la documentation papier et aux CDROM. Le fait d'aborder la question au travers de l'internet m'a permis de visiter différents sites afin de voir comment les écoles et les cabinets d'architectes traitent le problème. J'ai aussi pu faire une sorte de délimitation géographique des zones dans lesquelles on a tenu compte ou non des principes de protection contre les séismes et les conséquences que cela a engendré. L'internet m'a aussi beaucoup aidé pour interroger des catalogues de bibliothèques. L'interrogation de bases de données sous Dialog m'a ensuite permis de trouver des articles précis que j'ai pu consulter par la suite. Je tiens à remercier vivement Mme Chantal Salson qui, travaillant à L'ENTPE, a mis à ma disposition une source très précieuse de bases de données liées à l'architecture. Je me suis ensuite rendu dans différentes bibliothèques afin d'obtenir des ressources papier qui avaient été sélectionnées auparavant, et ai pu y compléter mes recherches.

2 les mots clé utilisés

Les interrogation se faisant surtout en français et en anglais, je me suis limitée à ces deux langues pour mes différentes interrogations. J'ai utilisé les mots de base définis avec M Fleury puis ai élargi ce vocabulaire avec les termes d'indexation des documents les plus pertinents.

VOCABULAIRE DE BASE--MOTS CLES	
Termes français	termes anglais
Architecture	Architecture
Séisme	Seism quake
Tremblement de terre	Earthquake
Protection parasismique	seismic protection
Construction parasismique	Earthquakeproof construction earthquake resistant construction seismic structure earthquake resistant structure
Ingénierie parasismique	earthquake engineering
Conception architecturale	architectural design
Résistance au séismes	earthquake resistance

3 Les ressources informatiques

1 La recherche sur l'internet : Moteurs de recherche utilisés

J'ai utilisé les moteurs de recherche Yahoo.com, Yahoo .fr, Altavista et Google. Les mots clé ont donné des résultats intéressants sur Yahoo et Google mais nettement moins sur Altavista. En effet Altavista référence un très grand nombre de données et toutes ne sont pas d'égale qualité. Les sites internet m'ont grandement servi pour ce qui est des contacts qu'ils ont permis d'établir. J'ai pu, notamment grâce aux sites trouvés par Yahoo, entrer en contact avec des architectes de plusieurs bureaux d'études ou des enseignants d'école d'architecture

Battendier Sandrine

Rapport de recherche bibliographique : *L'architecture parasismique*

qui m'ont donné des références fort intéressantes. MM Davidovici Victor et Zacek Milan, deux grands noms du génie parasismique et de l'architecture ont ainsi pu me conseiller des ouvrages faisant référence en la matière.

Certains sites visités sont moins intéressants par ce qu'ils exposent que par les liens qu'ils proposent. C'est le cas du site du bureau d'études Hauss : <http://www.hauss.net/> et de l'agence d'architecture et d'environnement <http://www.cyberarchi.com/a-e/>. Le bureau d'études Hauss est certainement très intéressant pour les architectes et dispose en plus d'une spécialité dans le domaine parasismique mais comme tout bureau d'étude, il s'adresse à des professionnels. Nous le retiendrons donc plus pour les liens qu'il propose que pour ses offres en matière d'évaluation de plan...

2. Tableaux d'analyse des moteurs de recherche

avertissement : la colonne Résultats pertinents ne tient pas compte des doublons. Un même résultats proposé par deux moteurs de recherche différents sera donc jugé deux fois comme "pertinent". Par défaut nous prendrons toujours le symbole * pour troncature.

YAHOO.FR		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
Parasismique	4	2
+construction +parasismique	35 Inktomi	6 *remarque
+architecture +parasismique	12 Inktomi	5

Le moteur de recherche Yahoo.fr n'ayant pas trouvé de sites indexés avec les mots architecture et parasismique il a fait appel à un autre moteur de recherche Inktomi.

***remarque** Le nombre de résultats pertinents peut paraître faible mais beaucoup de sites recensés sont en réalité des sites d'écoles d'architecture, de formation pour architectes dans lesquels la préoccupation pour le domaine de la construction parasismique est assez réduite.

YAHOO .COM		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
+earthquake +construction	25	2 *remarque a
+earthquake + structure	18	3
+architecture +earthquake	3	1*remarque b

*remarque a Seuls deux résultats sont pertinents car les sites recensés sont en général des bureaux d'études.

*remarque b On obtient trois fois la même adresse, un projet de reconstruction de Constantinople http://www.princeton.edu/~asce/const_95_const.html

ALTA VISTA		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
Architecture AND parasismi*	84	12
Earthquake AND construction	22880	(2)*remarque
Earthquake AND structure	107425	(5)*remarque
Architect* AND earthquake* AND construction* AND "seismic protection"	70	9

*remarque Il est intéressant de remarquer que des équations de recherche qui fonctionnent très bien dans différentes ressources que propose l'internet sont ici totalement inefficaces (cf le nombre de réponses)...toutefois j'ai, pour ces deux résultats, regardé les quatre premières pages de résultats ce qui explique qu'il y ait quand des résultats pertinents proposés mais ils ne sont ici guère significatifs par rapport au nombre de réponse proposées !

GOOGLE		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
Architecture parasismique	26	15

Google est sans conteste le moteur de recherche qui donne les meilleurs résultats. Outre les sites des écoles d'architecture comme celle de Marseille-Luminy que l'on a retrouvé dans les réponses de tous les moteurs de recherche : <http://www.marseille.archi.fr> , Google

précise aussi les sites de certaines conférences de Génie parasismique comme celle de Toronto (1999) : http://www.seismo.nrcan.gc.ca/historic_eq/wquref_e.html .

EXCITE		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
Architecture parasismique résultats en anglais	3	1
Architecture parasismique résultats en français	10	3
Earthquake engineering	10	3

Excite a été interrogé car il était cité comme donnant des réponses correctes dans la partie sites internet du CDRom : "Séminaire des Grands Ateliers". De fait, les résultats sont assez intéressants. On peut noter que ce moteur de recherche propose beaucoup d'adresses de sites des laboratoires de différentes universités.

3 La recherche sur l'internet : Copernic 2000 : tableau d'analyse

COPERNIC 2000		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
Architecture AND parasismique	60	20

Copernic 2000 donne des résultats très intéressants... On y trouve notamment beaucoup de chose sur l'école d'architecture de Marseille-Luminy et les programmes de différents séminaires : le séminaire des Grands Ateliers du 18 et 19 Novembre 1999 : Rencontre enseignants/chercheurs sur le thème de la construction parasismique (L'Isle d'Abeau) : <http://www.les-grands-ateliers.archi.fr/Poles/paras/prog99.html>, celui de la Onzième Conférence Européenne de Génie Parasismique de Septembre 1998 (Paris la Défense) : <http://dfc2.enpc.fr/ecee11/ecee11fr.htm> ...J'ai aussi pu, grâce à Copernic, trouver un numéro en ligne de Technologie France qui regroupe des articles très intéressants sur le domaine de l'ingénierie parasismique : <http://212.208.0.201/Produits/TF/Anciens/TF26.htm> .

4 Les catalogues de bibliothèque en ligne

Les catalogues de bibliothèque en ligne m'ont été de manière générale très utiles. En effet, les ouvrages qu'ils proposaient ont, pour la majorité d'entre eux, été jugés pertinents. Les monographies mises de côté sont souvent celles qui font références uniquement à des textes de lois, des normalisations, des textes purement techniques car M Fleury ne désirait pas aborder le sujet sous cet angle. Le fait que les notices de ces bibliothèques soient en lignes m'a fait gagner un temps considérable et m'a surtout éviter beaucoup de déplacements. J'ai pu, grâce à l'internet interroger les catalogues de la bibliothèque municipale de Lyon, de la bibliothèque nationale de France, la bibliothèque de l'école d'architecte de Lyon, le centre de documentation de l'INSA, les bibliothèques de différentes écoles d'architecture...

Avec l'équation de recherche « architecture et parasismique » ou « construction et parasismique », en mot du sujet, j'ai obtenu des résultats très satisfaisants.

5. Tableaux d'analyse des résultats

Bibliothèque	Nombre de résultats	Résultats pertinents
Bibliothèque municipale De Lyon	5	2
Bibliothèque nationale De France	28	7 *remarque
Ecole d'Architecte De Lyon	17	10
Ecole D'Architecture De Strasbourg	12	4
Ecole D'Architecture de versailles	5	2
Doc INSA	10	4
Bibliothèque du Congrès	17	4

*remarque Le nombre de références pertinentes n'est pas très élevé car beaucoup de monographies sont des textes très scientifiques ou des rapports de commission d'experts sur des points précis de l'ingénierie parasismique.

On notera dès maintenant l'importance de MM Davidovici Victor et Zacek Milan que l'on retrouve à chaque feuille de résultats...

Les bibliothèques qui mettent en ligne leur catalogue m'ont permis de trouver des références très intéressantes. Les bibliothèques des différentes Ecoles d'Architecture présentent aussi dans leurs références en ligne les mémoires de TPFE (Travaux de Projet de Fin d'Etudes) de leurs élèves. Ces travaux sont souvent très intéressants, ils sont consultables dans les centres de documentation des différentes écoles.

J'ai complété ces interrogations de catalogue, quand je l'ai pu, par des visites de bibliothèques et j'ai pu remarquer que tout le fond documentaire n'était pas forcément en ligne.

Certaines bibliothèques proposent aussi des références de site. La bnf propose un lien vers le ministère de la culture qui s'avère très intéressant : <http://www.culture.fr/autserv/archi.htm> . Cette page dédiée à l'architecture donne des adresses électroniques de site ou de bases de données dont certaines sont pertinentes. On peut noter cependant que l'architecture ici est plus traitée sous un aspect artistique que technique.

6. Les bases de données

Certaines bases de données ont été interrogées via des CDROM et d'autres via l'internet.

J'ai pu interroger certaines bases avec Dialog, dialog@site depuis l'enssib et l'INSA. L'INSA permet aussi d'interroger un groupe de bases de données : FirstSearch qui regroupe les documents par support : article ou site internet et donne des résultats assez intéressants. Enfin, grâce à Mme Chantal Salson, j'ai pu avoir accès aux bases de données disponibles à l'ENTPE (Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat). Il m'a alors été possible d'interroger les bases Pascal Francis et l'Aménagement, Francis et Ubadisc. Dans l'ensemble les recherches menées sur les bases de données se sont révélées très concluantes.

Dialog

En interrogeant Dialog par l'intermédiaire de l'internet, on peut avoir accès à des groupes de bases de données. J'ai pu ainsi interroger les bases de données du groupe Architecture et celles du groupe Civil engineering. Les bases que regroupent les termes architecture sont: The McGraw-Hill Companies Publications Online (File 624), ARTbibliographies Modern (File 56), Architecture Database (File 179), Art Abstracts (File 435), Art Literature International (RILA) (File 191), Arts & Humanities Search® (File 439), Dissertation Abstracts Online (File 35), Ei Compendex® (File 8), Gale Group Business A.R.T.S. (SM) (File 88), Gale Group Magazine Database(TM) (File 47). Celles que regroupe le terme civil engineering sont : Ei Compendex® (File 8), Energy Science and Technology (File 103), FLUIDEX (Fluid Engineering Abstracts) (File 96), ICONDA - International Construction Database (File 118), JICST-EPlus - Japanese Science & Technology (File 94), NTIS - National Technical Information Service (File 6), PASCAL (File 144), Transportation Research Information Services (TRIS) (File 63), Wilson Applied Science & Technology Abstracts (File 99). On remarquera dès maintenant que certaines bases sont présentes dans les deux groupes. Les bases de données du groupe architecture sont assez orientées vers l'art. Cependant le nombre de résultats pertinents est supérieur à celui obtenu en interrogeant seulement la base Architecture (File 179), j'ai donc trouvé utile de garder l'interrogation sur ce groupe de bases même si la majeure partie des résultats provient de la base Architecture.

Tableau d'analyse de Dialog

<u>Dialog@site</u>		
Equation de recherche	Résultats	Résultats pertinents
<i>Groupe Architecture</i>		
Architecture* AND Erthquake	18	7 *remarque
Construction * AND Parasismique	28	6
<i>Civil engineering</i>		
Construction* AND (parasismique OR earthquake OR seism*) AND architecture*	56	20

Architecture AND Parasismque AND (pont* OR immeuble* OR monument*)	11	4
<i>Pascal</i>		
Architecture AND Architecture	13	7

*remarque Je n'ai retenu ici que 7 résultats non pas que les autres résultats n'aient pas été pertinents mais ils étaient un peu vieux.

On peut remarquer que la base de données Dialog donne des résultats très intéressants pour la recherche envisagée. J'ai obtenu beaucoup de références d'articles qui seront localisés géographiquement par la suite.

FirstSearch

FirstSearch est un regroupement de bases de données scientifiques que j'ai pu interroger depuis doc'INSA. Ces bases de données nous ont été présentées lors de la journée de bibliographie spécialisée. Elles m'ont donné des résultats exploitables.

Tableau d'analyse de FirstSearch

FirstSearch	Résultats	Résultats pertinents
<i>Equation de recherche</i>		
<i>ArticleFirst</i>		
Architecture* AND seism* OR earthquake*	16	3
<i>NetFirst</i>		
Architecture* AND earthquake* OR seism*	13	5

Ces bases recensent des articles pour ArticleFirst et des sites internet pour NetFirst ; elles donnent beaucoup de résultats pertinents.

De plus NetFirst présente l'avantage de décrire le contenu des sites qu'elle propose.

Les bases de données disponibles à l'ENTPE

J'ai eu la chance de pouvoir accéder au poste de travail d'une documentaliste à l'ENTPE. Grâce à cela il m'a été possible de consulter les bases de données Francis, Pascal Francis et l'aménagement et Urbanet (par l'intermédiaire de Urbadisc).

Urbanet est une banque de données bibliographiques française sur l'aménagement, les villes, l'habitat et le logement, l'architecture, les équipements collectifs, les transports, les collectivités locales etc., qui propose aujourd'hui plus de 200 000 références de documents. Elle est réalisée depuis 1978 par le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement / Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction, et par la Région Ile-de-France/ Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile-de-France et couvre principalement la France et l'Europe, les grandes métropoles mondiales et les pays en développement. Le fonds documentaire d'URBAMET est très varié (périodiques, thèses, ouvrages notamment) et contient une importante collection de rapports d'études et de recherches.

Tableau d'analyse des bases données disponibles à l'ENTPE

Bases de données disponibles à l'ENTPE	Résultats	Résultats pertinents
Equation de recherche		
Pascal Francis et l'aménagement		
Construction* AND Parasismique*	13	2
Séisme* AND Construction	20	3
<i>Francis</i>		
Séisme* AND Construction*	4	2
Séisme* AND Architecture*	1	1
Earthquake* AND Structure	6	1 *remarque
<i>Urbadisc</i>		
Construction* AND Parasismique*	68	20
Architecture* AND Parasismique*	5	2
Architecture* AND séisme*	18	3

***remarque** Les références obtenues sont intéressantes de part leur résumé mais elles sont en russe donc je ne peux pas les lire et les analyser !

Ces bases donnent des résultats intéressants ; les articles sont un peu plus axés sur la recherche que dans les autres bases.

C'est en interrogeant toutes ces bases de données que j'ai trouvé le plus de résultats pertinents, excepté pour les monographies. L'interrogation des bases de données m'a donné plutôt plus de travail que les autres interrogations ; élaboration d'équation de recherche avant d'accéder aux bases, mais le rapport temps passer à interroger – obtention de réponses pertinentes est très largement supérieur à celui obtenu sur les moteurs de recherche par exemple. Cela est parfaitement normal car les bases de données sont plutôt réservées à des professionnels ce qui n'est pas le cas de tous les sites internet. De plus étant donnée le coût des interrogations on est en droit d'attendre des résultats pertinents.

7 les "contacts "

Grâce à la messagerie électronique, j'ai pu obtenir des références intéressantes. MM Zacek et Davidovici, deux personnalités du parasismique en France. Ces deux personnes m'ont donné des références que j'ai pu utiliser pour ma synthèse. Certaines de ces références ont été retrouvées en interrogeant les bases de données. Le centre de documentation du journal Le Moniteur m'a été d'un grand secours puisque, après que je lui ai envoyé une équation de recherche, le documentaliste du journal a interrogé sa base d'articles et m'a donné tous les titres d'articles ayant trait à l'architecture parasismique parus depuis une dizaine d'années. Cela m'a été très utile car la base de données des articles de ce journal n'est pas accessible au public.

En règle générale les chercheurs et les centres de documentation ont répondu à mes questions mais il n'en n'est pas de même pour les bureaux d'études. j'ai écrit à deux d'entre eux il a plus de trois mois et j'attends toujours une réponse à ce jour. Les informations données par les chercheurs et les centres de documentation m'ont été très utiles surtout au début de ma recherche. Cela m'a aussi permis de remarquer que la recherche sur l'architecture parasismique en France, la prise en compte des contraintes de protection aux séismes lors de

la conception architecturale est quelque chose de relativement nouveau et qui ne touche pas tous les professionnels...

4 Les bibliothèques

C'est en allant dans les bibliothèques que j'ai commencé et terminé ma recherche. Une fois mon sujet déterminé je me suis rendue à la bibliothèque de la Part Dieu et au centre de documentation de l'INSA. j'ai alors recherché des ouvrages avec des mots-clés simples et très proches du sujet afin de trouver des pistes de recherche. J'ai regarder les descripteurs qui figuraient sur les documents trouvés et ai ainsi pu proposer à M Fleury un plus grand champ de descripteurs. J'ai également consulté des revues telles que Le Moniteur et L'Architecture d'Aujourd'hui et Techniques et Architecture. J'ai ainsi pu voir quel genre d'articles proposaient ces revues : très technique, grand public, événementiel...M Fleury m'a donné un livre : Construire parasismique de M Zacek afin que je délimite mieux le sujet. C'est seulement après que je me suis intéressée à l'internet et à ses ressources.

Après avoir obtenu toutes mes références, je suis retournée dans les différentes bibliothèques. J'ai interrogé le CDRom Myriade, depuis l'ENSSIB, afin de savoir où je pourrai trouver les titres correspondants à mes articles. Comme les références donnent toujours les numéros ISSN des revues, cela ne m'a pas posé trop de problème ; la recherche par titre de revus donne en effet de moins bon résultats (les titres de revues sont quelquefois un peu changés dans les bases de données ; absence de majuscule...). . J'ai pu ainsi savoir quelles revues étaient trouvables sur Lyon et me suis rendue dans différentes bibliothèques afin d'obtenir les articles que j'avais jugés pertinents. C'est ainsi que je suis allée une nouvelle fois à la bibliothèque de la Part Dieu et au centre de documentation de l'INSA. Par la suite je me suis rendue à la bibliothèque de l'ENTPE et à celle de l'école d'architecture de Lyon. J'ai ré-interrogé les catalogues et ai ainsi pu compléter mes recherches. C'est dans ces bibliothèques que j'ai pu faire des recherches sur les monographies.

5 Etablir la bibliographie...

Une fois rassemblées toutes mes références, j'ai éliminé les doublons et ai regroupé les références par support comme me l'avait conseillé mon commanditaire. J'ai ensuite analysé plus en détails les références qu'il m'a été possible d'obtenir : les sites internet, les ouvrages et les articles qui se trouvent dans des périodiques accessibles. En effet selon Myriade certains périodiques ne sont disponibles qu'à la bibliothèque du centre scientifique et technique du bâtiment ou aux Etats-Unis.

Comme la plupart des sites et des articles trouvés sont en anglais, il m'a fallu un certain temps pour les analyser. J'ai ensuite pu établir la bibliographie et établir une synthèse.

6 coûts approximatifs et durée de la recherche

Estimation du temps de recherche :

Sur l'internet ~ interrogation des moteurs de recherche et visualisation de sites : 20 heures.

Sur les bases de données ~3 heures sur Dialog, 3 heures sur les bases accessibles à l'ENTPE (Francis, Urbanet..), 3 heures sur les bases de FirstSearch accessibles depuis Doc'INSA. En tout 9 heures sur les bases de données.

Sur les recherches en bibliothèques, les documents papiers 15 heures.

Sur les CDROM ~Myriade et les CDROM de séminaires 6 heures.

Nous arrivons à un total de 50 heures environ pour la recherche. A ces 50 heures s'ajoutent l'analyse de certains documents (lecture de monographies qui ont été empruntées aux différentes bibliothèques), la mise en formes des informations recueillies, la rédaction du rapport de recherche.

Estimation du coût de la recherche :

Les bases de données interrogées depuis l'INSA et l'ENTPE ne permettent pas d'avoir accès à la fonction coût de la recherche. Ces deux établissements ont en effet des conventions avec les organisations qui produisent ces bases et ne paient pas à la recherche mais ont un abonnement forfaitaire. Il n'est donc possible d'établir une estimation des coûts de recherche que pour les recherches qui ont été faites sur Dialog. Le coût de l'interrogation de Dialog a été de 19 \$.

Synthèse

Ces dernières années la terre a tremblé à divers points du globe. Malheureusement, les pertes dues à ces tremblements de terre n'ont pas toujours été que matérielles.. Quelques tristes événements se rappellent à nous lorsque l'on évoque le terme séisme : 1985 Mexique, 10000 morts, 1988 Arménie, plus de 25000 morts, 1989 Iran, 40000 morts, 1993 Inde, 15000 morts... Beaucoup plus près de nous dans le temps, en 1995, Kobe avec 5500 morts et la Turquie en août dernier. Plusieurs de ces morts auraient pu être évitées. Quelques règles de prévention en matière de construction peuvent, en effet, éviter l'effondrement des bâtiments lors des tremblements de terre. La France qui, il y a encore peu de temps, ne se préoccupait presque pas de la question, s'intéresse maintenant à l'étude des tremblements de terre, au génie parasismique. Dans ce domaine, la communauté scientifique française est même très active. Pour que les recommandations mises au point par ces chercheurs soient respectées sans que cela n'entraîne de trop lourdes contraintes tant sur le plan matériel que financier, il est nécessaire que les différents acteurs de la construction travaillent ensemble. En travaillant avec des ingénieurs, les architectes ne sont pas forcément brimés... Certaines constructions modernes prouvent qu'ils peuvent même laisser libre cours à leur créativité ! Ces recommandations sont relativement suivies pour des constructions modernes mais que faire lorsque les bâtiments sont anciens, voire très anciens et que, lors de leur conception, le génie parasismique n'était pas de rigueur ?

La naissance du génie parasismique en France.

Jusqu'à la fin des années 70, le génie parasismique français était assez morcelé et d'une importance relativement faible. Se faisaient alors face des intervenants de prévention parasismique appliquée aux ouvrages et bâtiments courants et des responsables de protection parasismique. Les règles des intervenants de protection parasismique appliquées aux ouvrages et bâtiments courants n'avaient pas trop de logique d'ensemble et les textes réglementaires d'application avaient souvent été établis au cas par cas. Les responsables de la protection s'occupaient, eux, des ouvrages qui présentent un risque majeur pour la population et l'environnement : centrales nucléaires, barrages, usines de chimie... Faute de recherche très avancée sur le domaine, ces derniers s'inspiraient souvent des critères américains en vigueur. Il n'y avait alors que peu de contact entre ces groupes d'individus. Au début des années 80 le secrétariat d'Etat aux risques majeurs se crée et est placé sous l'autorité de M. Haroun

Tazieff. Le but de cette organisation est de « doter le France d'un arsenal législatif exhaustif et cohérent »³ concernant les risques naturels, notamment les tremblements de terre. Parallèlement, et au départ pour des raisons purement administratives, on assiste à la formation de l'AFPS (Association Française de génie ParaSismique). Cette association se met très rapidement à la rédaction des "Recommandation AFPS 1990" afin d'être en mesure de fournir « des éléments de base pour la mise au point des normes techniques traitant de sujets sismiques »⁴. Ce vaste projet se poursuit encore aujourd'hui. Grâce entre autres au secrétariat d'Etat aux risques majeurs, des études approfondies ont pu être menées. Il a été possible d'étudier les tremblement de terre et leurs conséquences...

Séismes et suites de séismes.

Schématiquement les tremblements de terre peuvent produire trois groupes d'effets : les effets directs, les effets induits et l'apparition en surface de la face sismogène.

Les effets directs sont produits par les mouvements vibratoires du sol d'une amplitude de quelques millimètres à un mètre. Ils entraînent des modifications du terrain, la mise en oscillations de certaines constructions.

Les effets induits sont de grands mouvements de sols ou de l'eau. le séisme y joue alors le rôle de déclic. Pour les ouvrages, les effets sont en général plus désastreux que ceux dus aux vibrations du sol. De plus certains effets comme les glissements de terrain peuvent parfois se produire quelques jours voire quelques semaines après le séisme. Face à un glissement de terrain, une construction parasismique ou non n'a guère de chance de résister. Il faut donc tenir compte de la géographie des sols, repérer les zones potentiellement dangereuses avant d'y implanter diverses constructions. Les principaux effets induits sont : la liquéfaction des sols, les glissements, éboulements, affaissements voire effondrements de terrains, les ruptures de surplomb rocheux, le décrochement et éboulement de bancs rocheux...

L'apparition de la faille sismogène, la faille qui est à l'origine du séisme, entraîne quant à elle plusieurs phénomènes : un rejet vertical et un déplacement horizontal. Elle n'apparaît en

³ DAVIDOVICI Victor. La construction en zone sismique approche réglementaire, modèle d'analyse des structures, diagnostics de bâtiments existants, règles de calcul. Paris : Le Moniteur. 1999. 330p.

⁴DAVIDOVICI Victor. La construction en zone sismique approche réglementaire, modèle d'analyse des structures, diagnostics de bâtiments existants, règles de calcul. Paris : Le Moniteur. 1999. 330p.

général pas si la magnitude du séisme est inférieure à 6 et provoque des déplacements auxquels aucun bâtiments ne résiste.

Lors des tremblements de terre, les constructions doivent subir des oscillations. Plus la construction est proche de l'épicentre, plus l'oscillation verticale qu'elle subit est importante. Mais ces oscillations ne sont pas les plus dangereuses. Les oscillations horizontales entraînent plus de dégâts car la rigidité latérale des bâtiments est souvent plus faible que leur rigidité verticale. Les déplacements horizontaux du sol produisent des oscillations de torsion. Les effets dus à ces oscillations de torsion sont importants si les bâtiments sont de forme irrégulière ou possèdent un contreventement excentré (fait que le centre de gravité du bâtiment ne corresponde pas avec le centre de rigidité). Même les bâtiments simples subissent des oscillations de torsion ; elles sont dues à des déplacements différentiels des sols et à un déplacement du centre de gravité ou du centre de rigidité. Le déplacement du centre de rigidité peut être entraîné par la variation des charges temporaires : matériaux stockés, machines...

Ces différentes oscillations produisent des dégâts sur les constructions. Cependant, on remarque que les bâtiments produits depuis une trentaine d'années résistent relativement bien. Ce sont souvent les modifications structurelles des bâtiments plus anciens qui entraînent les dégâts⁵. IL faut préciser que ces bâtiments anciens ont souvent subi de nombreuses modifications et qu'ils ne possèdent souvent pas de chaînage ni de tirants. En effet pour bien se comporter un bâtiments doit avoir des chaînages et/ou tirants disposés suivant les trois directions de l'espace ; leur absence entraîne souvent d'importante dégradations voire l'effondrement des constructions. Les ouvrages réagissent, selon leur conception, de manière différentes à ces oscillations.

L'importance d'une conception architecturale « parasismique ».

Les constructions amplifient les oscillations qui leur ont été communiquées par le sol. Selon la conception des ouvrages, l'amplification peut être importante, faible ou négative (elle est alors atténuée). Le choix des matériaux, celui du système porteur et du contreventement font partie intégrante de la conception architecturale. Les bâtiments doivent si possible être compacts. La symétrie du plan selon au moins deux axes tend à réduire la torsion d'axe

⁵ DAVIDOVICI Victor. Parasismique Un premier bilan après le séisme d'Annecy. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 2.03.1997, n°4870, p 59.

vertical des constructions. On note alors un avantage certains d'un plan carré ou circulaire. Si l'on désire une configuration de volumes dissymétrique, on peut alors fractionner les bâtiments par des joints(joints dits parasismiques ou de séparation). Ces joints désolidarisent mécaniquement les divers blocs de constitution ou de géométrie différentes et permettent ainsi l'oscillation libre de chacun des blocs⁶. Cette solution reste cependant assez coûteuse⁷ et valable seulement pour les constructions basses. Pour les constructions hautes, il est préférable de bannir les formes complexes. De même si le rapport de la longueur à la largeur dépasse trois, il est conseillé de fractionner les bâtiments par des joints parasismiques.

Contraignante ou pas, la construction parasismique, c'est à dire l'art de construire de manière telle que les bâtiments même endommagés ne s'effondrent pas lors de séisme, reste la seule prévention valable en zones à risques sismiques. Pour les bâtiments plus anciens il est nécessaire d'avoir recourt au confortement préventif. L'art de construire parasismique peut s'articuler autour de trois pôles : la conception, le calcul et la réalisation. Les architectes, pour peu qu'ils respectent quelques règles de base et qu'ils instaurent entre eux et les ingénieurs chargés des calculs et de la réalisation un dialogue, peuvent alors proposer des constructions originales. Construire parasismique ne signifie pas élaborer des blocs de béton carré !

Des règles à suivre à toutes les étapes de la construction

Le dialogue entre architectes et ingénieurs est indispensable, mais il ne sert à rien si certaines règles établies ne sont pas respectées dans les phases suivantes de la construction. Une approche globale du bâtiment est nécessaire⁸ : fondations, structure porteuse, façades, formes architecturales mais aussi structures secondaires : conduites d'eau ou de gaz... En effet, il est aussi indispensable de tenir compte du comportement de ces dernières. Beaucoup de problèmes survenus après les séismes ne sont pas dus à des déficiences de la structure principale mais à celle des structures secondaires. Ainsi lors du tremblement de terre de Los-Angeles en 1994, plusieurs hôpitaux durent être évacués non pas à cause de dommages dans la structure principale mais à cause d'inondations. Ces inondations étaient le résultat de la

⁶ ZACEK Milan. Construire parasismique. Risques sismiques, conception parasismique des bâtiments, réglementation. Marseille : Editions Parenthèses. 1996. 339p

⁷ DAJ/FNB (Direction des Affaires techniques de la Fédération Nationale du Bâtiment). La réglementation parasismique. 1998, n° 1, pp 5-10.

⁸ DAVIDOVICI Victor. La construction en zone sismique approche réglementaire, modèle d'analyse des structures, diagnostics de bâtiments existants, règles de calcul. Paris : Le Moniteur. 1999. 330p.

rupture de conduite d'eau. cette rupture avait entraîné des inondations et le non-approvisionnement de certains réservoirs en eau⁹. Il faut donc aussi tenir compte des structures secondaires. Cela est d'autant plus vrai que certaines de ces structures secondaires de part leur propre composition et les points où elles sont ancrées aux structures principales, peuvent faire varier le comportement de ces dernières. Il est alors nécessaire de se lancer dans des calculs savants pour connaître la réponse de cet ensemble à une éventuelle secousse¹⁰.

En tenant compte de ces diverses contraintes et les différents calculs auxquels les ingénieurs doivent se livrer, il est possible de construire des bâtiments aux allures variées et esthétiques.

Conceptions architecturales

On trouve maintenant des constructions modernes de facture parasismique et aux partis architecturaux illustres à différents points de la planète. Il est très intéressant de noter que l'on pense les constructions en fonction de l'environnement, des us et coutumes locaux. Ainsi l'ambassade de Suède au Japon est une réalisation à la limite de deux cultures. Le bâtiment développe une superficie de plus de 11 000 m² avec une hauteur variant de deux à neuf niveaux suivant une morphologie en gradins et en terrasses aménagés en jardins. La structure parasismique en acier est enrobée de béton suivant la technique japonaise. La résidence de l'ambassadeur a été implantée sur la grande terrasse Nord et conçue comme une maison individuelle. Elle est reliée par un pont en bois au jardin japonais situé au-dessus de l'auditorium¹¹. Cette construction paraît très recherchée sur le plan architectural. Il en est de

⁹ VILLAVERDE R. Seismic design of secondary structures : state of the art. Journal of Structural Engineering. 09.1997, vol 123 n° 8, pp 1011-1019.

¹⁰ VILLAVERDE R. Seismic design of secondary structures : state of the art. Journal: General response characteristics of Structural Engineering. 09.1997, vol 123 n° 8, pp 1011-1019.

¹¹ LATINA C. L'ambasciata svedese a Tokyo. Industria delle Costruzioni, 1997 , vol 31, n° 306, pp 34-49.

¹⁰ MEGNA A. La nuova sede della Empresas Publicas de Michelin- EPM in Colombia. Industria Italiana del Cimento. 1998, vol 68, n° 733, pp 494-511.

¹¹ SANTUCCIO S, ZORUTI P. Immagini e commenti : Stazione per autobus a Huelva, Spagna. Colorado Convention Center a Denver. Banca Popolare della Costa Azzura. Industria del cemento. 1997, vol 67, n° 727, pp979-987.

même pour le siège Fondo di Cultura Economica¹² à Mexico. Cette construction de Teodoro Gozales de Léon comprend une tour de 45m de hauteur, de plan triangulaire, flanquée de deux volumes bas définissant ainsi la piazza avec l'entrée sur le coté restant. A gauche on trouve la librairie et à droite les services. Aucun des cotés de la cour n'est rectiligne, deux sont convexes et le troisième est creusé pour abriter une paroi vitrée sur toute sa hauteur.

Les constructions parasismiques peuvent être des bâtiments très divers; résidence d'ambassadeur, Gare routière à Huelva¹³, siège de la banque populaire de la cote d'Azur à Nice¹⁴... Ces constructions peuvent être aussi très imposantes. Ainsi l'agence municipale de Medellin, en Colombie, offre une superficie de 120000m²; 3100 employés y travaillent¹⁵.

La France n'est pas en reste en ce qui concerne ce genre de construction. Le dernier prestigieux ouvrage de facture parasismique est peut-être le Parlement Européen de Strasbourg. Situé au coeur de la ville, cet ouvrage est assez impressionnant du point de vue architectural. Ce bâtiment unique se compose d'espaces multiples symbolisant la diversité d'une Europe ouverte sur le monde. Deux corps principaux : au centre l'hémicycle de 72 m de haut et 94 m de diamètre, entouré de jardins, de circulations et d'une trentaine de salles de réunion et devant, un bâtiment vitré de 400 m de long et de 43 m de haut abritant les bureaux, un centre de communication, un espace visiteurs, des restaurants et les services techniques. Le parlement est construit en béton de haute densité sans aucun joint de dilatation, incrusté de quartz et de billes d'innox. c'est une structure parasismique composée de planchers précontraints¹⁶. Ce bâtiment construit par Architecture studio est décrit de manière assez poétique dans la revue Techniques et Architecture: "douceur des courbes qui épousent les rives pour le bâtiment de l'assemblée contre la rigueur géométrique d'une tour de bureau posée sur une ellipse, chaleur des parements en bois contre face des colonnes en acier... le parlement multiplie les contrastes... équilibre entre modernité et monumentalité¹⁷.

¹² SANTUCCIO S, ZORUTI P. Imagini e commenti : Stazione per autobus a Huelva, Spagna. Colorado Convention Center a Denver. Banca Popolare della Costa Azzura. Industria del cemento. 1997, vol 67, n° 727, pp979-987.

¹³ MEGNA A. La nuova sede della Empresas Publicas de Michelin- EPM in Colombia. Industria Italiana del Cimento. 1998, vol 68, n° 733, pp 494-511.

¹⁶ PISANI M. Il Parlamento d'Europa a Strasburgo. Industria delle Costruzioni, 1999, vol 33, n° 328, pp 24-33.

¹⁵ Dans le paysage : mise en œuvre. Techniques et Architecture. 03.1999, n° 441, p 84.

¹⁶ SHIOYAMA T. Repair of historically and culturally valuable Lighthouse. Report on the XIVth IALA (International Association of Lighthouse Authorities conference) : Hamburg, 9-19 June 1998. IALA, 1998, 8p.

Ces bâtiments sont tous superbes certes, mais que faire lorsque des ouvrages pour lesquels les normes de construction parasismique n'ont pas été respectées (parfois car elles n'existaient alors pas) s'écroulent ou sont endommagés à la suite de séismes ? Que faire également pour prévenir ces bâtiments de tels dommages ?

Reconstruction et rénovation.

Pendant l'ère de Meiji, au Japon, quelques cent trente deux phares furent construits. Soixante-sept de ces vestiges d'une époque révolue sont encore en état de marche aujourd'hui et continuent à guider les bateaux. Il est évidemment hors de question de les raser pour en construire de nouveaux car ces phares sont tout un symbole pour le patrimoine japonais. Cependant ces constructions auraient besoin d'être sérieusement renforcées. La conférence de IALA (International Association of Lighthouse Authorities conference) a examiné les différentes possibilités de renforcement et en a retenu deux qu'elle propose aux japonais: "joint remplacement méthode" et "carbon fiber renforcement", une méthode originale qui implique l'utilisation de nouveaux matériaux¹⁸.

En général, le renforcement des constructions peut s'opérer: - à l'aide d'une nouvelle construction

au joint entre deux blocs)

- par brélage (liaison droit

remplissage

- par voile en béton armé

- par panneaux de

poteaux et des poutres

- par chemisage des

tirants

- par chainages et/ou

- par isolateur.¹⁹

Aux Etats-Unis, les rénovations mises en œuvre ont permis de découvrir de nouveaux moyens de gagner de l'espace. Il est désormais possible d'étendre des bâtiments par le haut.

¹⁹ DAVIDOVICI Victor. La construction en zone sismique approche réglementaire, modèle d'analyse des structures, diagnostics de bâtiments existants, règles de calcul. Paris : Le Moniteur. 1999. 330p.

En effet, les immeubles construits il y a quelques années étaient surdimensionnés, maintenant que le matériel est moins lourd on peut alléger les constructions. Les précisions des calculs diminuent les marges d'erreur, les projets stricts sont alors plus facilement concevables²⁰. Les renforcement de constructions devient de plus en plus fréquent et accessible grâce aux progrès en matière de génie parasismique. Reste à pouvoir agir dans l'urgence : une fois que les maisons se sont écroulées que faire ?

On attend aussi des architectes un devoir d'imagination : bricoler dans la précarité, inventer des abris...

Shigeru Ban, architecte japonais spécialiste du carton tubulaire, propose une solution : « la maison en carton »²¹. Au départ c'est une question de moyen : on remplace le bois par du carton. Puis le carton révèle d'autres avantages : facile à monter, résistant... Le concept de base est une maison dans laquelle élément porteur et séparation seraient constitués par le mobilier, le tout posé sur une dalle de béton. Le mobilier boulonné au sol deviendrait alors support d'une charpente en bois qui recevrait un toit en contre-plaqué. Le tout est économique, rapide à monter et d'une excellente tenue sismique. Ban pense qu'avant de reconstruire du solide du dur, il faut faire quelque chose de tous les réfugiés sans abris après le séisme de Kobe. Dans le quartier rose, après le séisme de 1995, Shigeru Ban a relevé le défi : ses maisons sont construites sur des casiers de bière remplis de sacs de sable, les murs faits de carton simple et la charpente soutient une toile de téflon. Résultat, une pièce qui peut accueillir quatre ou cinq personnes.

²⁰ HART S. Without the aid of sky hooks, New York City architects and engineers find innovative solutions to vertical expansion. Nowhere to go but up.(adding structures on rooftops). Architecture. 06.1999, vol 88, n°6.

²¹ FROMONOT Françoise, EGO Renaud. Titre Shigeru Ban "l'élégance et l'urgence". L'architecture d'aujourd'hui. 09.1996, n° 306, pp 40-47.

Conclusion

Les études menées sur les tremblements de terre, le déplacement des plaques.. ont permis de localiser de manière relativement précise certaines les zones à risque de la planète. Il est également prouvé que la protection sismique réglementaire des bâtiments contre les séismes n'entraîne pas un surcoût très important : environ 4% du montant des travaux²². De plus, à travers diverses constructions nous avons pu remarquer que concevoir parasismique ne signifiait pas réaliser des blocs de béton massifs et dépourvus d'originalité²³. La sécurité sismique des constructions fait intervenir une chaîne d'acteurs, dont l'architecte est identifié comme un maillon essentiel et parfois comme l'un des plus faibles. Pourtant, les architectes, pour peu qu'ils respectent quelques règles et entretiennent un dialogue avec les ingénieurs chargés des calculs, peuvent laisser libre court à leur imagination.

En France et dans la plupart des pays européens, la construction parasismique est obligatoire pour la quasi totalité des constructions, et sauf exception, la conception parasismique n'est pas enseignée dans les écoles d'architecture françaises²⁴. Pour faciliter ce dialogue entre architectes et ingénieurs, il serait peut-être opportun de donner dans les écoles d'architecture des notions de génie parasismique aux étudiants.

²² ZACEK Milan. Construire parasismique. Risques sismiques, conception parasismique des bâtiments, réglementation. Marseille : Editions Parenthèses. 1996. 339p

²³ ZACEK Milan. Construire parasismique. Risques sismiques, conception parasismique des bâtiments, réglementation. Marseille : Editions Parenthèses. 1996. 339p

²⁴ FLEURY François in Présentation du Séminaire parasismique des 19 et 20 novembre 1998 : conception parasismique pour la construction neuve et ancienne FLEURY François. Séminaire parasismique des 19 et 20 novembre 1998 : Conception parasismique pour la construction neuve et ancienne. [CDRom]Villefontaine : Les Grand Ateliers de l'Isle d'Abeau- Pôle d'enseignement, de recherche et d'expérimentation de la construction.1998.

Bibliographie

Les ouvrages

1. BETBEDER-MATIBET titre [On-line]. [Consulté le 25 février] A commander sur internet Technique de l'ingénieur. [On-line]. URL :< <http://www.techniques-ingenieur.fr>>.
2. Catalogue bibliographique : Monuments en zones sismiques. Paris : Icomos. 1989. 19p.
3. COMMISSION DE NORMALISATION PARASISMIQUE- FRANCE. Règles de construction parasismique : règles PS applicables aux bâtiments– PS 92 : normes NF P 06-013.Paris : Eyrolles. 1996. 283p.
4. DAVIDOVICI Victor. Génie parasismique. Paris : Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées . 1985.
5. DAVIDOVICI Victor. La construction en zone sismique approche réglementaire, modèle d'analyse des structures, diagnostics de bâtiments existants, règles de calcul. Paris : Le Moniteur. 1999. 330p.
6. DUNNING Glenna. Reinforcing Los Angeles, bringing buildings up to earthquake-safety standards : an annotated bibliography. Vance Bibliographies. 1987. 29 p.
7. IZARD Jean-Louis, VERCELLINO Guy, STAMBOMLI Ali et Zacek Milan. Rapport de recherche : Architecture et climats. Paris : Ministère de l'équipement, du logement et des transports.1993. 152p. rapport de recherche n°152.III.
8. FLEURY François. Prédiction du comportement des structures en béton armé sous sollicitation sismiques : Proposition d'un modèle global de nœud d'ossature intégrant le comportement de la liaison acier/béton. Thèse Génie Civil : Laboratoire URGC Structures- INSA Lyon. 1996. 412p.

9. FUENTES Albert. Bâtiments en zone sismique : conception des bâtiments en maçonnerie et en béton armé... Paris : Presses de l'École nationale des ponts et chaussées. 1998.218p.
10. HADFIELD Peter. Tokyo séisme : 60 secondes qui vont changer le monde. Paris : Autrement. 1992. 149p.
11. MAISONNEUVE Patrick De. Le temps les hommes et l'architecture, connaissance du bâtiment ancien en région sismique. Paris : Cégibot. 1998. 145p.
12. ZACEK Milan. Construire parasismique. Risques sismiques, conception parasismique des bâtiments, réglementation. Marseille : Editions Parenthèses. 1996. 339p .

TPFE mémoire des Travaux Projet de Fin d'Etude.

Ces références sont des travaux des élèves de différentes écoles d'architecture. Ils sont disponibles dans les bibliothèques des écoles.

13. BOUVARD Xavier , GENDELIN Denis, PAULIN Michel. Reconstruction en Guadeloupe , le logement social à Sainte Rose. Evolutivité et flexibilité dans le logement social. Vaulx en Velin : Ecole d'architecture de Lyon. 1990.
14. BOUVARD Xavier, GANDELIN Denis, PAULIN Michel. Reconstruction post-cyclonique en Guadeloupe, savoir faire local appliqué au logement social. Vaulx en Velin : Ecole d'architecture de Lyon. 1990.
15. DALMAIS Renaud, PIATON Claudine, PAULIN Michel. Reconstruction en Guadeloupe, deux écoles primaires sur Grande Terre. Ecole de Jabrun Saint Cyr à Morne à l'Eau. Vaulx en Velin : Ecole d'architecture de Lyon. 1990.
16. DALMAIS Renaud, PIATON Claudine, PAULIN Michel. Reconstruction en Guadeloupe, deux écoles primaires sur Grande Terre.Ecole primaire mixte de bourg à Petit Caud. Vaulx en Velin : Ecole d'architecture de Lyon. 1990.

17. LUCAS Michel, PARISOT Georges, DREYSE Dietrich Wihlem. Quand la terre tremble ! Quels systèmes adopter et comment concevoir en zone sismique ? Projet d'un équipement d'urgence en Colombie : l'hôpital au cœur d'une future ville. Strasbourg : Ecole d'Architecture de Strasbourg. 1990.

CDRom

18. Earth Quake Compagny. 12 W CEE 2000 (twelf world conference on earthquake engineering). Oakland: EQC. 2000.
19. FLEURY François. Séminaire parasismique des 19 et 20 novembre 1998 : Conception parasismique pour la construction neuve et ancienne. [CDRom]Villefontaine : Les Grand Ateliers de l'Isle d'Abeau- Pôle d'enseignement, de recherche et d'expérimentation de la construction.1998.

Sites internet

Les articles de revue en ligne

20. CSTB. La lente évolution du Génie Parasismique. Technologie France. [On-line]. 1998, n°26. [dernière modification le 21.09.1998, consulté le 12.12.1999.]. URL : <http://212.208.0.201/Produits/TF/Anciens/TF26.htm> .
21. BERNARD Pascal. Des précurseurs sous haute surveillance. Technologie France. [On-line]. 1998, n°26. [dernière modification le 21.09.1998, consulté le 12.12.1999.]. URL:<<http://212.208.0.201/Produits/TF/Anciens/TF26.htm>> .
22. SOLLOGOUB Pierre. Tamaris : des vibrations riches d'enseignements. Technologie France. [On-line]. 1998, n°26. [dernière modification le 21.09.1998, consulté le 12.12.1999.]. URL:<<http://212.208.0.201/Produits/TF/Anciens/TF26.htm>> ,

Les écoles et laboratoires d'université

23. Andruet Patrick, Autran Jacques, Barthélémy Jacqueline et al. Créé le 10.04.1998, consulté le 15.01.2000. . Laboratoire de recherche sur l'Architecture Bioclimatique et la Construction parasismique. [On-line]. URL : < http://www.marseille.archi.fr/~abc/Le_lab0.htm>.
24. Andruet Patrick, Autran Jacques, Barthélémy Jacqueline et al. Consulté le 15.01.2000. Architecture parasismique. [On-line]. URL :< <http://www.marseille.archi.fr/~abc/parasism.htm>>.
25. Andruet Patrick, Autran Jacques, Barthélémy Jacqueline et al. Consulté le 15.01.2000. laboratoire climatique.[On-line]. URL :<<http://www.marseille.archi.fr/~abc/ParasismClim.htm>>. (suite avec en plus une condition climatique) .
26. Ecole architecture athenaeum. Modifié le 29.02.2000, consulté le 29.02.2000. Ecole architecture athenaeum Lausanne. [On-line] URL :<<http://www.athenaeum.ch/>>.
27. Service Communication de l'école d'Architecture de Lyon. Modifié le 26.01.2000, consulté le 29.02.2000. Ecole d'Architecture de Lyon. [On-line]. URL :<<http://www.lyon.archi.fr/>> .
28. Ecole Supérieure d'Architecture de Paris. Créé en 1999, consulté le 15.01.2000. ESA net [On-line] URL :<<http://www.esa-paris.fr/>> .
29. Kobe University. Consulté le 12.12.1999. Kobe University Digital Library. [On-line]. URL :<<http://www.lib.kob-u.ac.jp/directory/eqb/nonj.html#fre>> .
30. INIST-CNRS. Créé le 25.03.1999, consulté le 12.12.1999. Présentation Ecole de Nancy 1999. [On-line]. URL :< <http://www.inist.fr/ecolenancy/>> .

31. MARTIN Béatrice de. Consulté le 12.12.1999. Verre et architecture : architecture contemporaine. [On-line]. URL : <<http://www.inist.fr/ecolenancy/ascv/theme2/archcont/tech2.htm>>.
32. Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. Modifié le 15.02.2000, consulté le 15.01.2000. Les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. [On-line]. URL : <<http://www.les-grands-ateliers.archi.fr/Poles/paras/prog99.html>>.
33. Ecole d'architecture de Bordeaux. Consulté le 12.12.1999. Ecole d'Architecture de Bordeaux. [On-line]. URL : <<http://archi210.bordeaux.archi.fr/>>.
34. ENTPE. Modifié le 11.08.1999. Consulté le 20.02.2000. ENTPE Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat. [On-line]. URL : <<http://www.entpe.fr/>>.

Ceux qui proposent des liens très intéressants

35. Astrolab. Consulté le 12.01.2000. Maison d'Architecture de l'Isère. maison d'architecture de l'isère. [On-line]. URL : <<http://www.ma38.org/>>.
36. e-com electronic communication. Créé en 1998, consulté le 15.01.2000. cyberarchi . [On-line]. URL : <<http://www.cyberarchi.com/a-e/>>.
37. Mercier et associés. Consulté le 15.01.2000. Architecture et environnement. [On-line]. URL : <<http://www.nrc.ca/irc/library/guiddef..html>>.
38. HAUSS. Modifié le 07.01.2000, consulté le 15.01.2000. Bureau d'études HAUSS. [On-line]. URL : <<http://www.hauss.net/>> .

Les incontournables

39. GAMSAU Unite Mixte de Recherche CNRS 694 MAP. Créé en 04.1997, consulté le 15.01.2000. Le réseau @archi.fr. [On-line]. URL : <<http://www.archi.fr/>>.

40. CEBTP. Créée en 1999, consulté le 03.03.2000. CEBTP : Centre TITRE. [On-line].
URL :< <http://www.csbtp.fr> >.
41. CSTB. Créée en 1999, consulté le 15.01.2000. Centre Scientifique et Technique du
Bâtiment. [On-line]. URL :<<http://www.cstb.fr/> >.
42. CDU. Consulté le 27.02.2000. Centre de documentation de l'Urbanisme (CDU). [On-
line]. URL :< <http://www.equipement.gouv.fr/urbanisme/cdu/> >.
43. Ministère de la culture. Mission de la recherche et de la technologie : Martine Tayeb
Consulté le 12.12.1999. Architecture. [On-line]. URL :<
<http://www.culture.fr/culture/autserv/archi.htm> >.

Les cabinets d'architectes et bureaux d'études

44. ERAU. Créée le 8.03.1999, consulté le 15.01.2000. ERAU étude de recherche et
d'architecture : parce que l'architecture n'est que l'aboutissement des rêves. [On-line].
URL:< <http://erau.citeweb.net/> >.
45. BERTULI Roger. Modifié en 08.1999, consulté le 27.02.2000. Bureau d'études de
structures. [On-line]. URL :<<http://www.babet.fr> > .
46. Jonathan Cohen and Associates. Modifié le 08.11.1999, consulté le 15.01.2000. Jonathan
Cohen and Associates Architects and Planners. [On-line].
URL :<<http://www.dnai.com/~kvetcher/>>.
47. Service info de l'IRC. Modifié en 10.1998, consulté le 15.12.2000. Éclaireur: Évaluation
parasismique des bâtiments. [On-line]. URL : <
<http://www.cisti.nrc.ca/irc/library/pf06f.html>> .
48. Eyrolles. Modifié le 07.10.1999, consulté le 15.12.1999. Editions Eyrolles livres BTP
bâtiment et travaux publics. [On-line]. URL : < www.editions-eyrolles.com/btp.asp >.

Les conférences

49. ENPC. Créé en 1999, consulté le 15.12.1999. 11 conférence de génie parasismique de école nationale des ponts et chaussées. 6-11 septembre 98 . [On-line]. URL :< <http://dfc2.enpc.fr/ecee11/ecee11fr.htm> >.
50. LAMONTAGNE Maurice. Créé en 04.1999, consulté le 20.02.2000. Conférence canadienne de Génie parasismique : References on the Western Quebec Seismic Zones. [On-line]. URL :< http://www.seismo.nrcan.gc.ca/historic_eq/wquref_e.html >.
51. Dirk H. R. Spennemann. Consulté le 15.12.1999. Management of Natural Disaster Mitigation and Response Programs for Historic Sites : The Government's Responsibilities For the Preservation of Private and Public Cultural Resources at Federal, State and Local Levels. [On-line]. URL : < http://life.csu.edu.au/~dspennem/Disaster_SFO/SFO_Widell.html >.
52. Dirk H. R. Spennemann Consulté le 15.12.1999. Management of Natural Disaster Mitigation and Response Programs for Historic Sites : Case Study : Earthquakes. [On-line]. URL :< http://life.csu.edu.au/~dspennem/Disaster_SFO/SFO_CraigEQ.htm >.

La reconstruction

53. DELMARTER Matthew. Consulté le 15.12.1999. Art Deco Napier. [On-line]. URL :<<http://WWW.ramhb.co.nz/artdeco/>>.
54. Université de Berkeley. Consulté le 15.12.1999. University of California. [On-line]. URL :<<http://www.barkeley.edu/mip/collections.html>>.

Articles

CONFERENCES

conference on structural studies repairs and maintenance of historical buildings, 5 .

55. CHARLESON, SANCHEZ-BEITA, TAYLOR. Structural studies repairs and maintenance of historical buildings : San Sebastian, June 1997. Advances in architectures series 1997. 1997, 673p.
56. BREBBIA , PAPANTONOPOULOS , SANCHEZ-BEITA. The earthquake resistance of ancient columns: a numerical perspective developed at the classical temple of Apollo Epikourios. Advances in architecture series 1997. 1997, pp 437-446.
57. BREBBIA, CHARLESON, TAYLOR, SANCHEZ-BEITA. Architectural implications of seismic strengthening schemes. Advances in architecture series 1997, pp 477.486.

XIVth IALA (International Association of Lighthouse Authorities conference)

58. SHIOYAMA T. Repair of historically and culturally valuable Lighthouse. Report on the XIVth IALA (International Association of Lighthouse Authorities conference) : Hamburg, 9-19 June 1998. IALA, 1998, 8p.

1999 Structures Congress

59. MOKHA A. Proceedings of the 1999 Structures Congress 'Structural Engineering in the 21st Century Seismic isolation of the first federal building in San Francisco. Structures Congress – proceedings 1999. 1999, pp 578-581.

Results of the International Karakorum Project

60. DAVIS I, MILLER K. Analysis of recovery and reconstruction following the 1974 Patan earthquake. Results of the International Karakorum Project. volume 2. Proceedings. 1984, pp 323-342.

Articles de revues

ACI Structural Journal

61. KATO D, KABEYSAWA T, OTANI S, AOYAMA H. Earthquake -resistant design of shearwalls with one opening. ACI Structural Journal. 07.1995, vol 92 n° 4, pp 495-500.

Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics

62. DAJ/FNB (Direction des Affaires techniques de la Fédération Nationale du Bâtiment). La réglementation parasismique. 1998, n° 1, pp 5-10.

63. ZACEK M. L'architecture parasismique au japon. Annale de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics. 1991, n° 491, pp 100-116.

Architecture

64. HART S. Without the aid of sky hooks, New York City architects and engineers find innovative solutions to vertical expansion. Nowhere to go but up.(adding structures on rooftops). Architecture. 06.1999, vol 88, n°6.
65. San Fransisco opera restored, original architects. Architecture (New York). 10.1997, vol 86, n°10, p 26.

L'architecture d'aujourd'hui

66. FROMONOT Françoise, EGO Renaud. Titre Shigeru Ban "l'élégance et l'urgence". L'architecture d'aujourd'hui. 09.1996, n° 306, pp 40-47.

Cahiers de la recherche architecturale

67. ZACEK M. Incidence des paramètres geometriques sur le resista,ce des ouvrages aux seimes. Cahiers de la recherche architecturale. 1997, n° 2

Cahiers techniques du bâtiment

68. Cahiers techniques du bâtiment. Un immeuble parasismique construit dans la mer. Cahiers techniques du Bâtiment. 1989, n°110, pp 61-63.

69. DAVIDOVICI V. La conception parasismique commence dès le choix de la forme des bâtiments. Cahiers techniques du bâtiment, 1988, n° 97, pp 63-72.

Canadian journal of earth sciences

70. PUGIN A., PULLAN A., SHARPE DR. Quaternary geosciences- Seismic facies and regional. Architecture of the Oak Ridges Moraine area, southern Ontario. Canadian journal of earth sciences. 1999, vol 36, n° 3, p.409.

Civil Engineering

71. JOKERT M. State of the art. Civil Engineering (New York). 11.1995, vol 65, n° 11, pp 38.41.

CSTB Magazine

72. MONACI B. Habitat collectif neuf: le coût de la protection parasismique. CSTB Magazine. 06.1997, n° 105, pp 28-29.

Domus

73. BONUOMO M. Rebuilding Naples (earthquake-retardant architecture). Domus. 1982, n° 631, p 30.

Ekistics

74. Natural hazard and human settlements disasters- problems, prospects and impact assessment. Ekistics. 1984, vol 51, n° 308, pp 395-491.

Industria delle Costruzioni

75. PISANI M. Il Parlamento d'Europa a Strasburgo. Industria delle Costruzioni, 1999, vol 33, n° 328, pp 24-33.

76. LATINA C. L'ambasciata svedese a Tokyo. Industria delle Costruzioni, 1997, vol 31, n° 306, pp 34-49.

Industria Italiana del Cemento

77. MEGNA A. La nuova sede della Empresas Publicas de Michelin- EPM in Colombia. Industria Italiana del Cemento. 1998, vol 68, n° 733, pp 494-511.

Battendier Sandrine

Rapport de recherche bibliographique : L'architecture parasismique

78. SANTUCCIO S, ZORUTI P. Imagini e commenti : Stazione per autobus a Huelva, Spagna. Colorado Convention Center a Denver. Banca Popolare della Costa Azzura. Industria del cemento. 1997, vol 67, n° 727, pp 979-987.

79. PEPPONI L. La sede del Fondo di Cultura a citta del Messico. Industria del Cimento. 1998, vol 68, n° 728, pp 38-49.

Informes de la construccion

80. Arquitectura sismo-resistente : respuesta morfologica. Informes de la construccion. 1994, vol 474, n° 434, pp 65.75.

Inland Architect

81. Earthquake resistant. Inland Architect. 03.1998, vol 115, n° 2, pp 69-73.

Lotus international

82. ISOZAKI A, On ruins ('Fractures', the exhibition in the Japanese pavilion at the Sixth-Venice-Biennale-of-Architecture as lesson to be learned from the 1995 Kobe earthquake). Lotus international. 1997, vol 93, pp 34-45.

Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment

83. DELACROIX Guillaume, ERRARD Dominique. PREVENTION DES RISQUES SISMIQUES La construction parasismique, seul gage de sécurité. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 27.08.1999. n° 4496, p 16.

84. DELACROIX Guillaume. Parasismique Polémique autour de la restauration d'Assise. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 17.10.1997, n° 4899, p 99.

85. COTE D'AZUR Le parasismique a du mal à s'imposer. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 26.09.1997, n° 4896 Edition régionale PACA, Corse, Languedoc-Roussillon, p R05.

86. CONSTRUCTIONS PARASISMIQUES : Un système constructif mixte bois-béton contre le séisme. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 30.05.1997, n° 4879, p
87. CONSTRUCTIONS PARASISMIQUES : Structure indépendante pour un bâtiment complexe. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 30.05.1997, n° 4879, p 81.
88. DAVIDOVICI Victor. Parasismique Un premier bilan après le séisme d'Annecy. Le Moniteur des Travaux Publics et du Bâtiment. 2.03.1997, n°4870, p 59.

PCI Journal

89. NAKAKI D, STANTON JF, SRITHARAN S. An overview of the PRESS five-story test building. PCI Journal. 1999, vol 44, n° 2, pp 26-39.
90. DUFFY T, ROBINSON M. Architectural precast concrete beautifies Shriners Hospital for Children in Sacramento. PCI Journal; 1999, vol 44, n° 2, pp 14-25.
91. GHOSH. Observations on the performance of structures in the Kobe earthquake of jannuary 17. PCI Journal. 1995, vol 40, n° 2, pp 14-22.

Sciences et techniques

92. BOURDON C. Pour une architecture parasismique. Sciences et techniques. 02.1982, n° 84, pp 12-20.

SIA Ingéneieurs et Architectes suisses

93. BOCHMAN, SOMMER. Sécurité sismique des constructions en Suisse. SIA Ingéneieurs et Architectes suisses. 10.03.1999, n° 5, pp 83-85.

Structural Design of Tall Buildings

94. KURUKAWA Y, SAKAMOTO M, YAMADA T et all. Seismic design of a tall building with energy dissipation damper for the attenuation of torsional vibration. Structural Design of Tall Buildings. 03.1998, vol 7, n° 1, pp 21-32.

Structural Engineering

95. VILLAVERDE R. Seismic design of secondary structures : state of the art. Journal of Structural Engineering. 09.1997, vol 123 n° 8, pp 1011-1019.

Structural engineering international

96. CAPRA A, LEVEILLE A. Vasco da Gama bridge, Portugal : Towers for cable-stayed bridges. Structural engineering international. 1998 , vol 8, n° 4, pp 261-262.
97. FERGESTAD S, RAMBJOER S K. Raftsundet bridge in Lofoten, Norway. Structural engineering international. 1999, vol 9, n° 2, pp 96-99.

Techniques et architecture

98. Dans le paysage : mise en œuvre. Techniques et Architecture. 03.1999, n° 441, p 84.

Tectonophysics

99. KORSH Goleby leven drummond. Crustal architecture of central Australia based on deep seismic reflection profiling. Tectonophysics. 1998, vol 288, n°1-4, p 57.

Annexes

De la prévention contre les secousses telluriques à la construction parasismique.

Certains ouvrages comme le temple Appolo Epikourios à Bassai ont remarquablement bien résisté aux séismes²⁵... Peut-on pour autant qualifier ces monuments de constructions parasismiques ? Certes non, pourtant certaines techniques pour lutter contre l'effondrement des constructions sont mises en œuvre depuis bien longtemps.

Parcours photographique dans le temps. Pour toutes ces photos, une autorisation d'utilisation a été demandée.

p 44 : Le couvent St Serge, Maaloula, IVème siècle. Le bois permet de ne pas transmettre toutes les éventuelles secousses à la partie supérieure de la voûte.

p 45 : Eglise St Simeon, Syrie, la manière dont ont été taillées les pierres centrales et leur positionnement en font les éléments centraux de cette voûte. Ces pierres ont bougé lors de séismes mais soutiennent encore une partie de l'édifice.

p 46 : Hôpital psychiatrique, Damas, entre le XIIème et le XVème siècle. Comme précédemment le bois absorbe certaines des éventuelles secousses.

Plus près de nous...

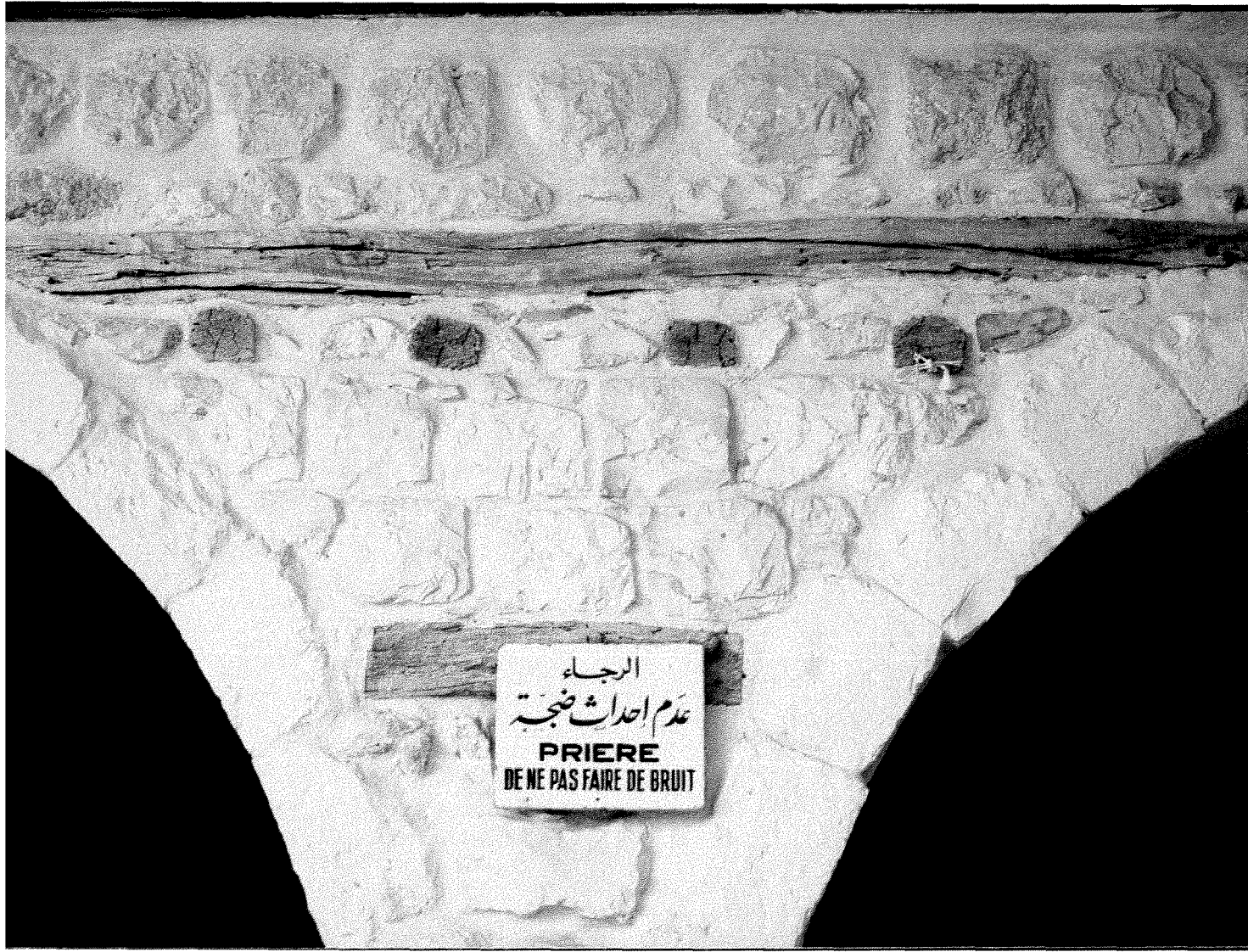
p 47 : La Tour Trans America et un immeuble du quartier Shinjuken. La tour Trans America présente un centre de gravité assez bas ce qui est avantageux du point de vue de la construction parasismique. De même le centre de gravité du deuxième immeuble a aussi été abaissé²⁶

p 48 : Le parlement européen de Strasbourg. Une construction parasismique d'architecture Studio.²⁷

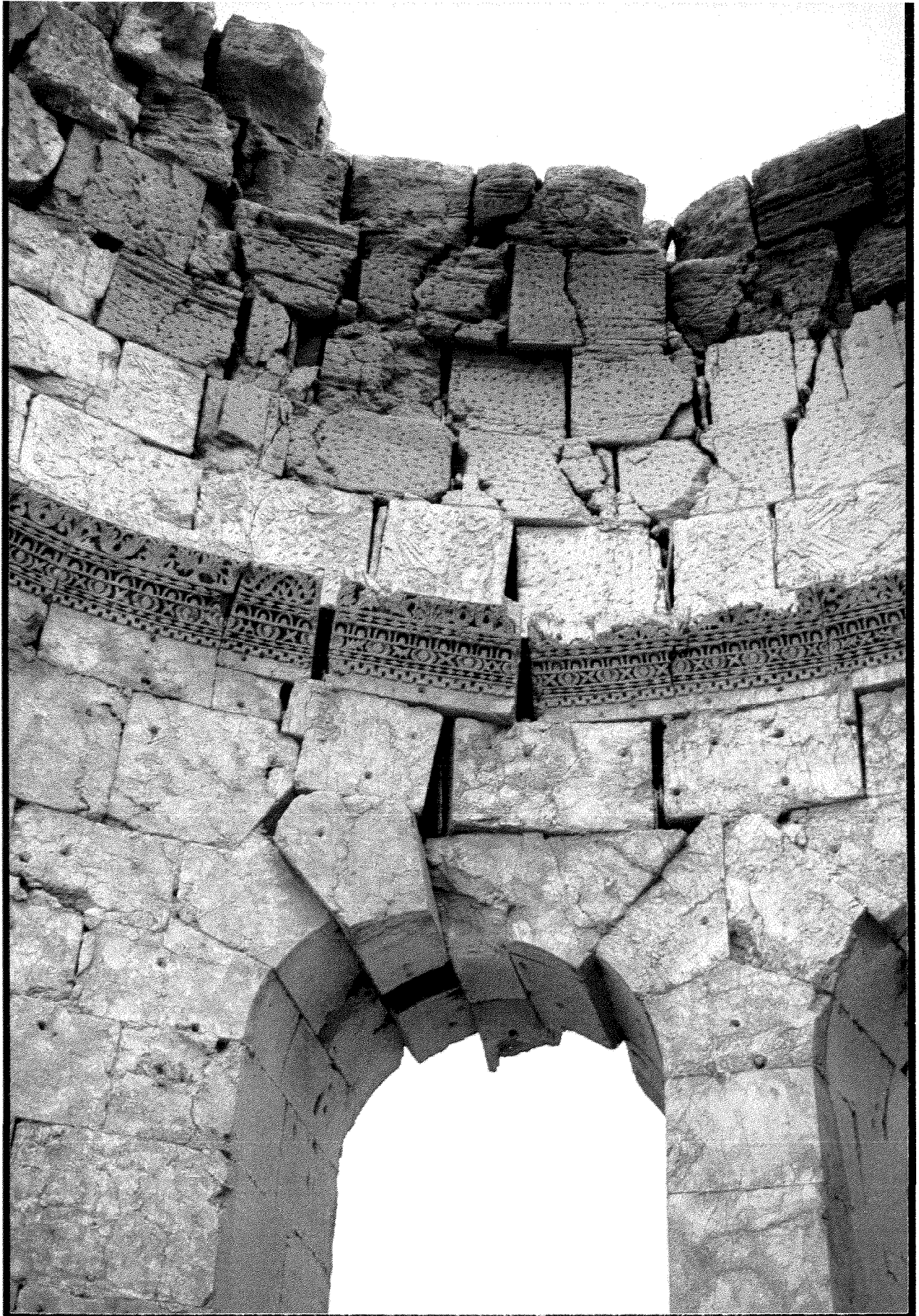
²⁵ BREBBIA , PAPANTONOPOULOS , SANCHEZ-BEITA. The earthquake resistance of ancient columns: a numerical perspective developed at the classical temple of Apollo Epikourios. Advances in architecture series 1997. 1997, pp 437-446.

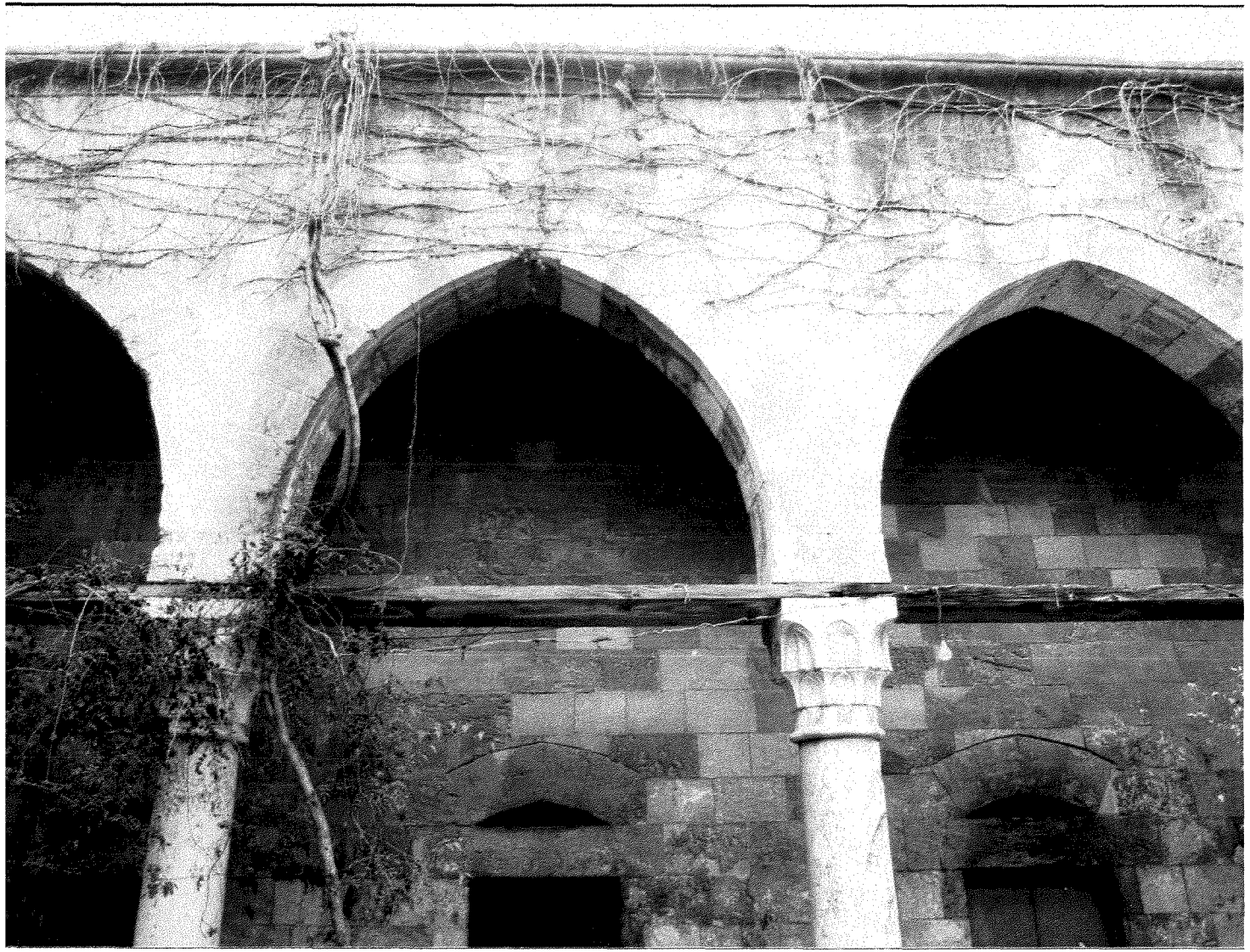
²⁶ Photographies et commentaires ZACEK Milan in séminaire

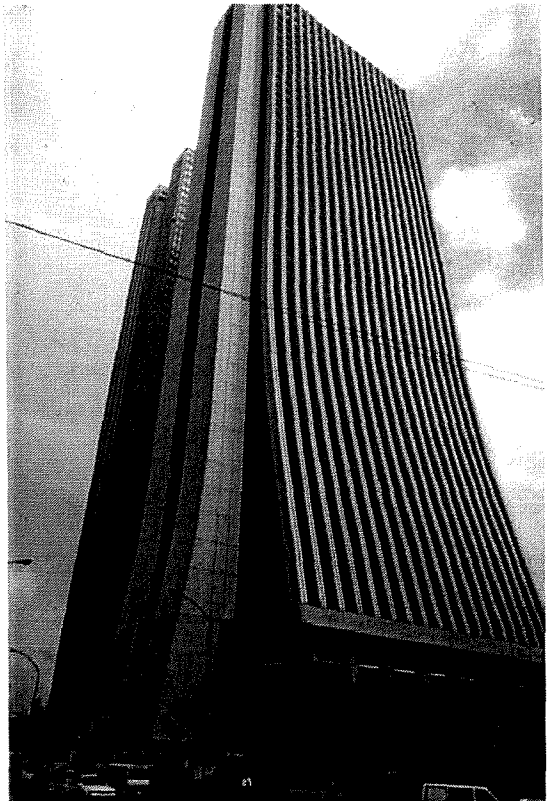
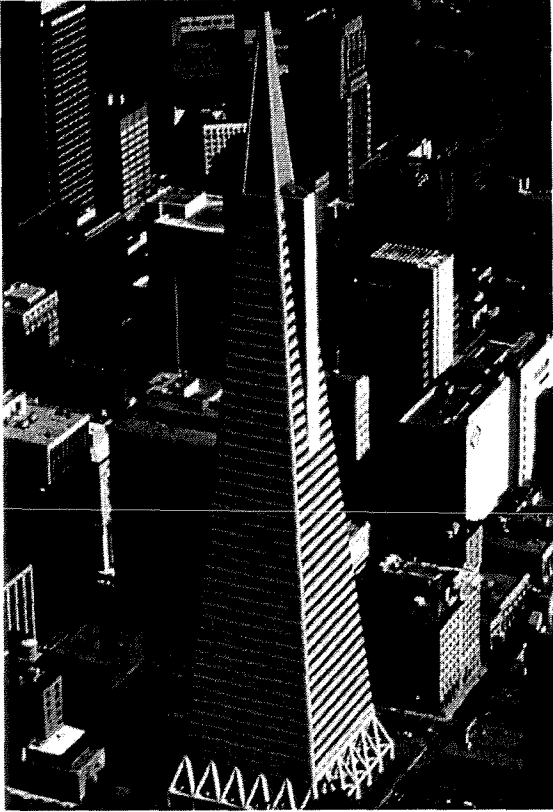
²⁷ Photographies Jean Isenmann in ISSEMAN Jean. Créé en 1999, consulté le 5.03.2000. photographies de Strasbourg et de sa région. [On-line]. URL: <<http://www.multimania.com/foto2/#photo>>.



الرجاء
عدم احداث ضججة
PRIERE
DE NE PAS FAIRE DE BRUIT









Sommaire

Résumé et descripteurs	3
Préambule	4
Méthodologie	5
1 introduction	6
2 les mots clé utilisés	7
3 les ressources informatiques	7
1 la recherche sur l'internet: moteurs de recherches utilisés	7
2 tableau d'analyse des moteurs de recherche	8
3 la recherche sur l'internet: Coopernic 2000 et tableau d'analyse	10
4 les catalogues de bibliothèques en ligne	11
5 tableau d'analyse	11
6 les bases de données	12
Dialog	12
tableau d'analyse de dialog	13
FirstSearch	14
Tableau d'analyse de FirstSearch	14
les bases de données disponibles à l'ENTPE	14
Tableau d'analyse des bases de données disponibles à l'ENTPE	15
7 les "contacts"	16
4 les bibliothèques	17
5 établir la bibliographie	18
6 coûts approximatifs et durée de la recherche	18
Synthèse	19
Naissance du Génie parasismique en France	20
Séismes et suite de séismes	21
l'importance d'une conception architecturale "parasismique"	22
Des règles à suivre à toutes les étapes de la construction	23
Conceptions architecturales	24
Reconstruction et rénovation	26
Conclusion	28
Bibliographie	29
Les ouvrages	30
TPFE (Travaux de Projet de Fin d'Etudes)	31
CDRom	32
Sites internet	32
Articles de revue en ligne	32
les écoles et laboratoires d'université	33
ceux qui proposent des liens très intéressants	34
les incontournables	34
les cabinets d'architectes et les bureaux d'études	35
les conférences	36

Battendier Sandrine

Rapport de recherche bibliographique : L'Architecture parasismique.

la reconstruction	36
Articles	37
Conférences	37
Articles de revues	38
ACI Structural Journal	38
Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics	38
Architectures	38
L'Architecture d'Aujourd'hui	38
Cahiers de la recherche architecturale	38
Cahiers techniques du bâtiment	38
Canadian Journal of Earth Sciences	39
Civil engineering	39
CSTB Magazine	39
Domus	39
Ekistics	39
Industria delle costruzioni	39
Industria italiana del cemento	39
Informes de la construccion	40
Inland architect	40
Lotus international	40
Le Moniteur des travaux publics et du Bâtiment	40
PCI Journal	41
Sciences et techniques	41
SIA Ingénieurs et Architectes suisses	41
Structural Design of Tall Buildings	41
Structural engineering	42
Structural Engineering international	42
Techniques et Architecture	42
Tectonophysics	42
Annexes : De la prévention contre les secousses telluriques à la construction parasismique	43
Couvent St Serge	44
Eglise St Simeon	45
Hôpital psychiatrique de Dames	46
Tour trans- america et quartier Shinjuken	47
Parlement européen de Strasbourg	48
Sommaire	49

