

# Etude du tremblement de terre au Cachemire en octobre 2005

Ernst, Stéphanie. Section de génie civil

Inhelder, Christoph. Section de génie civil

Silvant, Sébastien. Section de matériaux

Schär, Claudia. Section de génie civil

*Projet SHS de 1e année master*

*SHS Développement Durable et Développement Nord-Sud*

*Encadré par*

Dr. Reinhard Michael, EPFL-ENAC-ISTE-ECOS

*Responsable de la branche*

Prof. Dr. Buttler Alexandre, EPFL-ENAC-ISTE-ECOS

Rapport accepté le \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Lausanne, année 2006-2007



## Tables des matières

1.	Introduction .....	1
2.	Les tremblements de terre .....	2
2.1.	Les aspects physiques.....	2
2.1.1.	Le mécanisme.....	2
2.1.2.	Les ondes.....	3
2.2.	Les propriétés et les mesures.....	4
2.2.1.	La localisation de l'épicentre .....	4
2.2.2.	La magnitude.....	5
2.2.2.1.	L'échelle de Mercalli .....	5
2.2.2.2.	L'échelle de Richter .....	6
2.3.	La prévision.....	6
2.3.1.	Les signes précurseurs.....	6
2.3.2.	La fiabilité .....	7
2.4.	L'aléa sismique et le risque sismique.....	7
2.4.1.	Les définitions .....	7
2.4.2.	Les moyens d'évaluation.....	8
2.5.	Les effets .....	8
2.5.1.	Les dégâts sur les terres.....	8
2.5.2.	Cas des constructions de génie civil.....	9
2.6.	L'interaction avec le sol .....	10
2.6.1.	L'effet de site .....	10
2.6.2.	La liquéfaction.....	10
2.7.	La prévention.....	12
3.	La situation du Cachemire.....	13
3.1.	Les pays concernés.....	13
3.1.1.	Le Pakistan .....	14
3.1.1.1.	La démographie.....	14
3.1.1.2.	Les langues.....	14
3.1.1.3.	La culture.....	15
3.1.1.4.	La religion et son impact social.....	15
3.1.2.	L'Inde .....	16
3.1.2.1.	La démographie et les langues .....	16
3.1.2.2.	La culture.....	16
3.1.2.3.	Les religions .....	16
3.2.	Les infrastructures .....	16
3.2.1.	Les transports .....	16
3.2.2.	Les télécommunications .....	17
3.3.	L'économie.....	17
3.4.	Les tremblements de terre .....	17
3.4.1.	La cause.....	17
3.4.2.	L'histoire sismique.....	18
4.	Le tremblement de terre au Cachemire en 2005 .....	19
4.1.	Le déroulement.....	19
4.2.	Les dégâts.....	20
4.2.1.	Les bâtiments.....	20
4.2.1.1.	Au Pakistan .....	20
4.2.1.2.	En Inde .....	20

4.2.1.3.	En Afghanistan.....	21
4.2.2.	Les terrains.....	21
4.2.3.	Les routes et voies ferrées.....	21
4.2.4.	Les installations de télécommunication et d'électricité.....	21
4.2.5.	Les réseaux d'eaux potables et usées.....	22
4.3.	Les aides et les réactions internationales.....	22
4.3.1.	Les médias et la communauté internationale.....	22
4.3.2.	La première vague d'aide.....	23
4.3.3.	Les aides promises à long terme.....	24
4.4.	Les impacts sur la société.....	24
4.4.1.	Les victimes.....	24
4.4.2.	Les premiers secours.....	24
4.4.3.	Les blessures et maladies.....	25
4.4.4.	Les problèmes d'hygiène et le risque épidémique.....	25
4.4.5.	La santé psychique.....	26
4.4.6.	L'hiver et la saison des pluies.....	27
4.4.7.	Le Ramadan.....	27
4.4.8.	L'infrastructure hospitalière.....	27
4.5.	L'impact sur l'environnement.....	28
4.6.	L'impact sur l'économie.....	28
4.7.	Les impacts sur le conflit indopakistanaï.....	30
5.	L'étude de cas et les propositions.....	31
5.1.	Les habitations individuelles.....	31
5.1.1.	La stratégie de la reconstruction.....	32
5.1.2.	La gestion des déchets.....	33
5.1.3.	Le renforcement des bâtiments endommagés.....	33
5.1.4.	Les organisations non gouvernementales.....	33
5.1.4.1.	Un exemple : Architecture et Développement.....	34
5.1.5.	Le prototype développé par Architecture et Développement.....	34
5.1.6.	Les récits d'expériences sur le terrain.....	35
5.1.6.1.	Première mission sur le terrain.....	36
5.1.6.2.	Le Ramadan.....	39
5.1.6.3.	Les femmes.....	39
5.1.6.4.	Encore une mission.....	39
5.1.6.5.	Une mission avec des problèmes.....	40
5.1.6.6.	Les menaces contre les ONG.....	42
5.1.6.7.	La construction locale « en batar ».....	43
5.1.6.8.	Les répliques et les glissements de terrain en début mars 2007.....	43
5.1.6.9.	Tremblement de terre en Afghanistan, magnitude 6.2, 3 avril 2007.....	44
5.1.7.	L'état actuel de la reconstruction.....	44
5.1.8.	L'applicabilité.....	45
5.2.	Les bâtiments publics.....	46
5.2.1.	Les problèmes rencontrés.....	47
5.2.2.	Les principes de base de la conception parasismique.....	47
5.2.2.1.	Le choix d'un emplacement approprié.....	47
5.2.2.2.	Le choix d'une forme et d'une disposition des murs appropriés.....	48
5.2.2.3.	Les fondations.....	50
5.2.2.4.	Les ouvertures.....	50
5.2.2.5.	Le toit.....	51
5.2.3.	L'applicabilité.....	51

5.3.	Les infrastructures .....	52
5.3.1.	Le réseau d'électricité .....	52
5.3.2.	Le réseau de gaz .....	52
5.3.3.	Le réseau d'eau.....	53
5.3.4.	L'applicabilité .....	53
5.4.	Le partenariat technique .....	54
6.	Les conclusions .....	55
7.	Les annexes .....	56
7.1.	Précision sur la magnitude .....	56
7.2.	Curriculum vitae de Laurent Demarta.....	57
8.	La bibliographie .....	60
8.1.	Les livres .....	60
8.2.	Les documents Internet .....	60

## Table des figures

Figure 1 : Structure de la terre.....	2
Figure 2 : Schéma avec définition du foyer et de l'épicentre .....	3
Figure 3 : Représentation des différents types d'ondes .....	4
Figure 4 : Enregistrement typique d'un tremblement de terre .....	4
Figure 5 : Localisation de l'épicentre à l'aide de trois stations.....	5
Figure 6 : Schéma d'effets de site typiques.....	10
Figure 7 : Bâtiments qui se sont enfoncés suite au tremblement de terre de Niigata au Japon le 16 juillet 1964.....	11
Figure 8 : Carte de la région du Cachemire disputée depuis 1947 par le Pakistan, l'Inde et la Chine .....	13
Figure 9 : Localisation de l'épicentre .....	19
Figure 10 : Carte de la région affectée .....	31
Figure 11 : Une maison traditionnelle qui a résisté au tremblement de terre.....	37
Figure 12 : Explications sur le terrain .....	38
Figure 13 : Les membres de la Croix-Rouge .....	39
Figure 14 : Le camp de la Croix rouge et de Architecture et Développement.....	42
Figure 15 : Construction traditionnelle en « batar ».....	43
Figure 16: Principe de base : Privilégier les configurations compactes.....	48
Figure 17 : Principe de base : Eviter les stabilisations non symétriques : A gauche un bon exemple et un contre-exemple à droite .....	49
Figure 18 : Principe de base : Eviter de remplir les cadres de maçonnerie.....	49
Figure 19 : Principe de base : Parois porteuses en béton armé et maçonnerie en façades.....	50
Figure 20 : Bâtiment avec un étage flexible à Izmut en Turquie, après le tremblement de terre de 1999 .....	51
Figure 21 : Exemple d'un joint ductile .....	53
Figure 22 : Relation entre l'échelle de Mercalli et l'échelle de Richter .....	56

# 1. Introduction

Un tremblement de terre se déroule le 8 octobre 2005 dans la région du Cachemire, située au Pakistan et en Inde. Ce tremblement de terre assez violent qui a beaucoup été relaté dans les médias nous a marqué. On a donc décidé de se pencher sur le sujet et de proposer une réflexion sur les mesures de prévention applicables dans un pays en voie de développement pour ainsi diminuer les pertes humaines et améliorer le comportement des infrastructures.

L'approche que nous avons choisie pour notre travail est à la fois analytique et technique. Tout d'abord, nous analysons les mécanismes des tremblements de terre pour mieux apprécier leurs impacts sur la société et les constructions. En parallèle, nous présentons le Cachemire. Cette région en voie de développement possède une situation géographique, politique et culturelle très différente de notre vision mais néanmoins très intéressante. Ensuite, nous évaluons les conséquences de la catastrophe sur la région du Cachemire. On présente ainsi l'impact sur divers aspects comme la société, les infrastructures, l'environnement et l'économie.

En nous basant sur la photographie ainsi faite, nous proposons des mesures préventives contre un futur tremblement de terre. Nous n'oublions pas d'inclure notre étude dans l'optique des trois piliers du développement durable : la société, l'économie et l'environnement. Pour nos propositions, nous nous sommes essentiellement basés sur les propositions de l'autorité de reconstruction locale et d'une organisation non gouvernementale qui est sur place au Pakistan ainsi que sur nos connaissances en génie civil et notre bon sens.

Nous concluons en gardant un œil critique sur cette catastrophe et ses effets, ainsi que sur nos propositions. Nous vérifions aussi que l'approche de notre étude est basée sur des indicateurs du développement durable.

## 2. Les tremblements de terre

### 2.1. Les aspects physiques

Un tremblement de terre, ou séisme, résulte de l'accumulation de tensions jusqu'au moment où les plaques de la croûte terrestre qui ont emmagasiné cette énergie de déformation la relâchent brusquement. Suite à ce processus, les plaques bougent pour reprendre leur état initial d'équilibre, ce qui crée des ondes sismiques qui se propagent dans toutes les directions.

#### 2.1.1. Le mécanisme

Les continents de notre planète ne sont pas immobiles. En effet, ceux-ci s'éloignent ou se rapprochent les uns des autres ou alors se chevauchent. Les différents phénomènes qui régissent les mouvements de ces plaques sont regroupés sous le terme de tectonique des plaques.

La croûte terrestre, appelée aussi la lithosphère, est constituée de roches solidifiées qui forment nos continents. Sous l'effet des contraintes causées le plus souvent par le mouvement des plaques tectoniques, la lithosphère accumule de l'énergie. Lorsqu'en certains endroits, la limite d'élasticité est atteinte, c'est-à-dire la capacité de se déformer, il se produit une ou des ruptures que l'on nomme des failles. Le mécanisme du tremblement de terre résulte de la brusque libération de l'énergie emmagasinée par les différentes plaques de la croûte terrestre lors de leurs mouvements relatifs le long de ces failles. Ce mécanisme ne se produit que dans du matériel rigide. Par conséquent, les tremblements de terre se produiront toujours dans la lithosphère et jamais dans l'asthénosphère, car elle est moins rigide et donc plus déformable.

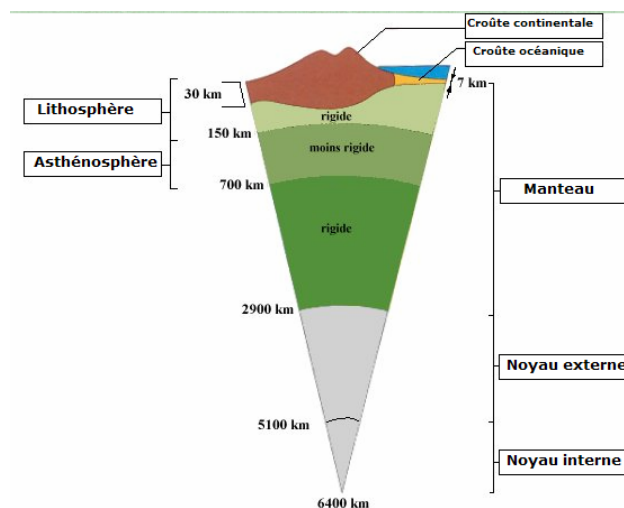


Figure 1 : Structure de la terre<sup>1</sup>

Dans une région donnée, si les mouvements se poursuivent, l'énergie va à nouveau s'accumuler et la rupture se fera dans les plans de failles déjà existants car ceux-ci constituent des plans de faiblesse dans la lithosphère. A cause des forces de friction entre les deux parois

<sup>1</sup> Source : <http://www.discip.crdp.ac-caen.fr/svt/pratikp/college/exercis/4eme/images/structure.jpg>

d'une faille, les déplacements le long de cette faille ne se font pas de manière continue et uniforme, mais par coups successifs, dégageant à chaque fois un tremblement de terre.

### 2.1.2. Les ondes

Lorsqu'un séisme est déclenché, un front d'onde sismique se propage dans la croûte terrestre dans toutes les directions. On nomme hypocentre, ou foyer, le lieu dans le plan de la faille où se produit réellement le tremblement de terre. Alors que l'épicentre désigne le point à la surface terrestre à la verticale du foyer.

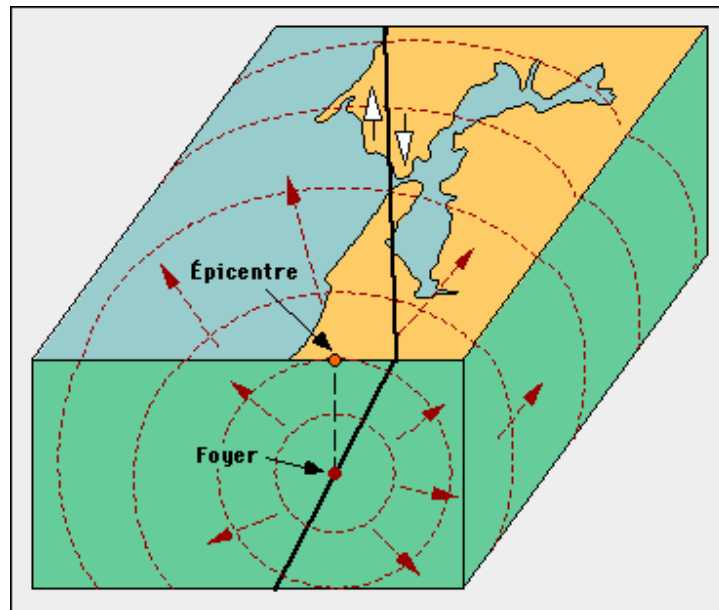


Figure 2 : Schéma avec définition du foyer et de l'épicentre<sup>2</sup>

On distingue deux grands types d'ondes émises par un séisme, les ondes de volumes et les ondes de surfaces. Les ondes de volumes se propagent à l'intérieur de la terre en sphères concentriques à partir du foyer du séisme. Les deux ondes de volume les plus importantes sont les ondes P et les ondes S. La deuxième grande famille d'ondes, c'est-à-dire celle de surface, se propage depuis l'épicentre jusqu'à la surface de la terre. On distingue les ondes de Love et les ondes de Rayleigh.

Les ondes P sont des ondes de compression assimilables aux ondes sonores. Elles se propagent dans un mouvement en avant puis en arrière, en comprimant et en dilatant successivement le sous-sol dans la direction de la propagation de l'onde. Les ondes S sont des ondes de cisaillement qui se propagent uniquement dans les solides. Les particules oscillent dans un plan vertical perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. Le sol est alors secoué de haut en bas. Ces ondes sont aussi appelées ondes secondaires.

Les ondes de surfaces n'apparaissent que lorsque les ondes de volumes ont atteint la surface. Les ondes de Love ou ondes L sont des ondes de cisaillement comme les ondes S, mais qui oscillent dans un plan horizontal. Elles impriment au sol un mouvement de vibration latéral. Les ondes de Rayleigh sont assimilables à une vague. Ces ondes résultent de la combinaison

<sup>2</sup> Source : <http://www.bertilconstruction.com/Images1/seisme.bmp>

de mouvements dus aux ondes P et aux ondes S. Les particules du sol se déplacent alors selon une ellipse créant ainsi une vague assimilable aux vagues de l'océan.

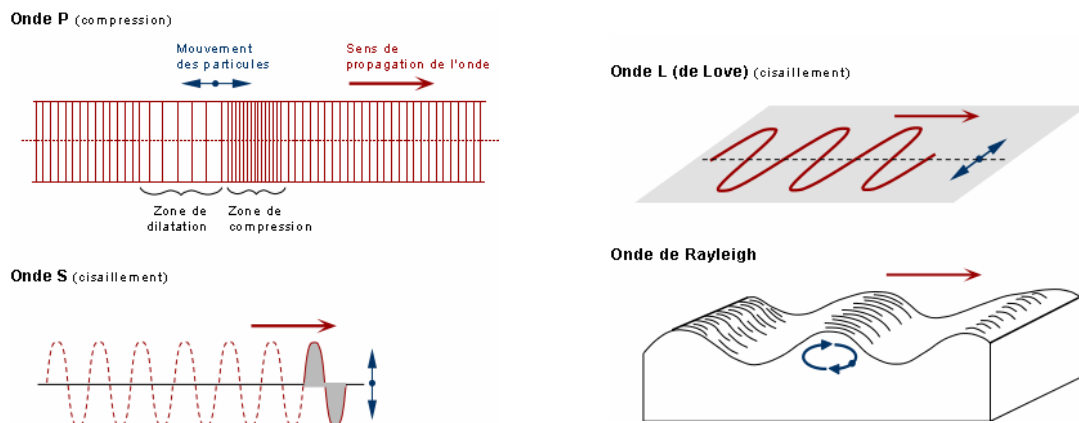


Figure 3 : Représentation des différents types d'ondes<sup>3</sup>

## 2.2. Les propriétés et les mesures

Pour pouvoir décrire et qualifier un tremblement de terre, il est nécessaire de pouvoir le localiser ainsi que de pouvoir mesurer les mouvements du sol et ses impacts.

### 2.2.1. La localisation de l'épicentre

Pour pouvoir localiser le foyer d'un séisme, il faut disposer dans différents lieux des sismographes. Ces appareils composés d'une masse et d'un ressort servent à enregistrer les tremblements de terre. Les mouvements verticaux du sol enregistrés par ces appareils sont amplifiés mécaniquement pour pouvoir les analyser.

Les ondes P se propageant plus rapidement que les ondes S, elles arrivent en premier à la station d'enregistrement et sont enregistrées en premier, viennent ensuite les ondes S, puis les ondes superficielles. On obtient alors à chaque station d'enregistrement et pour chaque séisme un enregistrement, appelé sismogramme, de cette forme :

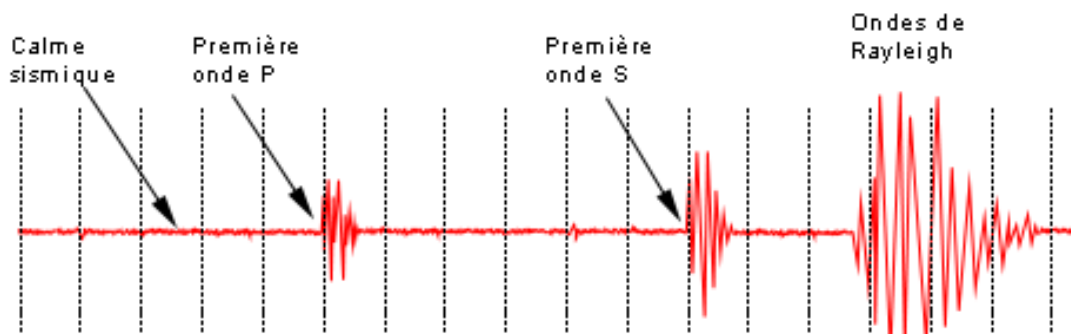


Figure 4 : Enregistrement typique d'un tremblement de terre<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Source : <http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/1.32.gif>

Connaissant la vitesse de propagation de chacune des ondes, on peut déterminer la distance entre le lieu d'enregistrement et l'épicentre à partir du retard des ondes S sur les ondes P. Avec trois différents lieux d'enregistrements et par triangulation, on peut ainsi localiser précisément l'épicentre.

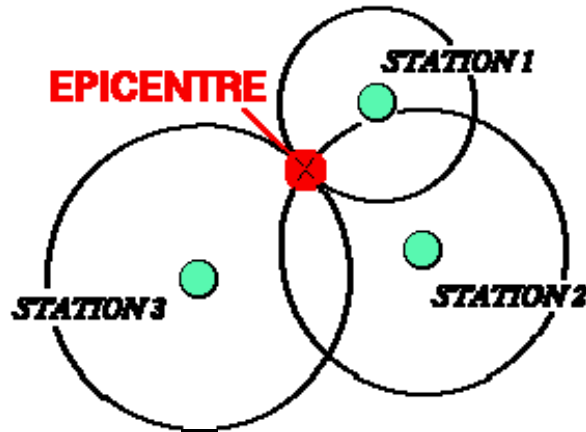


Figure 5 : Localisation de l'épicentre à l'aide de trois stations<sup>5</sup>

### 2.2.2. La magnitude

Sur la base des sismogrammes, il est également possible de calculer la magnitude. Celle-ci est une mesure objective qui définit l'importance d'un tremblement de terre. Elle représente la quantité d'énergie libérée au foyer du tremblement de terre.

Aujourd'hui, nous disposons de deux échelles pour évaluer les tremblements de terre : l'échelle de Mercalli et l'échelle de Richter. De nos jours, seule l'échelle de Richter est utilisée, mais les séismes du passé ne peuvent être évalués que selon l'échelle de Mercalli.

#### 2.2.2.1. L'échelle de Mercalli

Les tremblements de terre ont des effets sur les hommes, les constructions et l'environnement. L'intensité indique le degré de ces effets sur une région. On a regroupé sous forme d'un tableau<sup>6</sup> les effets typiques qui peuvent survenir lors d'un tremblement de terre. Chaque type d'effet, a ensuite reçu un degré d'intensité. Il s'agit de l'échelle de Mercalli qui a été développée en 1902 et modifiée en 1931. Elle indique l'intensité d'un séisme sur une échelle de I à XII. Cette intensité est déterminée par deux éléments. Le premier est l'ampleur des dégâts causés par un séisme et le deuxième la perception par la population du séisme. Cette évaluation est donc subjective. De plus, ces deux éléments varient en fonction de la distance à l'épicentre. On a donc une échelle variant géographiquement.

<sup>4</sup> Source : <http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/1.34a.gif>

<sup>5</sup> <http://eost.u-strasbg.fr/pedago/fiche1/cercle3.gif>

<sup>6</sup> Ce tableau figure en annexe 7.1

#### 2.2.2.2.L'échelle de Richter

L'échelle de Richter a été instaurée en 1935. Elle nous fournit la magnitude d'un séisme, calculée à partir de la quantité d'énergie dégagée au foyer. La magnitude et l'échelle de Richter sont donc liées et représente respectivement l'intensité et son échelle de mesure. La magnitude se mesure sur une échelle logarithmique ouverte. Ce qui signifie que si un séisme A possède une magnitude de 1 par exemple et qu'un séisme B a lui une magnitude de 2, les mouvements du sol et l'énergie libérée n'est pas deux fois plus importante mais dix fois plus importante. L'échelle de Richter est une mesure que l'on peut qualifier d'objective.

### 2.3.La prévision

On essaye de pouvoir prévoir les tremblements de terre qui sont synonyme de désastres. Une prévision sismique consiste en un pronostic d'un tremblement de terre à un endroit donné et d'une intensité donnée. Malheureusement, même aujourd'hui et encore demain, ces prévisions ne sont ni très précises ni très connues en avance de l'évènement. Il existe de nombreuses méthodes pour prévenir les tremblements de terre, mais malheureusement on n'a pas le pouvoir de les empêcher. Ceci à cause de l'importance des forces physiques en jeu et de la localisation des hypocentres, souvent à des kilomètres de profondeur. On ne peut donc pas empêcher les tremblements de terre, mais on peut minimiser ses effets pour diminuer notre vulnérabilité face aux séismes. La prévision est un élément important.

#### 2.3.1. Les signes précurseurs

Pour pouvoir ainsi se prémunir, l'Homme possède de nombreuses méthodes pour prévoir les activités sismiques. La prédiction des tremblements de terre est notamment basée sur l'identification des signes avant-coureurs qu'on appelle les précurseurs qui ont lieu avant un tremblement de terre.

Premièrement, un diagnostic est basé sur une accentuation de l'activité sismique dans le secteur du futur foyer sismique. C'est-à-dire que l'on recherche une activité sismique au-dessus de la moyenne, en termes de fréquence ou d'amplitude. Ensuite, on cherche s'il y a une augmentation de l'activité volcanique, des modifications de la topographie ou des variations extraordinaires du niveau d'eau dans les puits. Ces signes qui résultent de mouvements de la structure souterraine des roches sont des éléments qui peuvent aussi indiquer un tremblement de terre imminent.

D'autres méthodes comme l'observation des variations de potentiels électriques naturels, le dégagement de radon déposé dans la terre ou la modification du champ magnétique terrestre sont aujourd'hui des phénomènes précurseurs, mais qui restent inexplicables.

Un autre signe précurseur indirect et intéressant vient du règne animal. Certains animaux disposent, semble-t-il, d'antennes les prévenant des dangers naturels. Ceux-ci manifestent alors un comportement nerveux ou agité avant un tremblement de terre. En 373 avant J.-C., des historiens ont noté que des rats et des serpents sont sortis, dans la ville de Helice en Grèce, quelques jours avant un fort séisme. D'autres exemples mentionnent des chiens qui aboient sans raison apparente ainsi que des envols d'oiseaux inexplicables. Il existe des évènements où les autorités ont pu évacuer des villes entières juste avant qu'elles soient

touchées par un tremblement de terre. Ce fut le cas de la ville de Haicheng en Chine en 1975 qui fut totalement évacuée quelques jours avant un tremblement de magnitude 7.6 sur l'échelle de Richter. Par contre, d'autres exemples comme celui de Tangshen en Chine, on n'a pas observé de comportement anormal des animaux qui aurait aidé à prendre la décision d'évacuation de la ville, comme ça avait été le cas un an plus tôt à Haicheng. Jusqu'à aujourd'hui, on ne sait pas comment les animaux peuvent sentir un tremblement de terre imminent. Il y a des théories selon lesquelles leur sensibilité aux vibrations est très développée ou alors qu'ils peuvent sentir un changement des champs électriques.

Une nouvelle méthode développée ces dernières années et qui apparaît comme prometteuse est basée sur la prédiction par satellite. Ce système appelé le « Global Earthquake Satellite System » (GESS) fut développé avec la NASA<sup>7</sup>. Ce système utilise une sorte de radar qui détecte de petites déformations dans la croûte terrestre. Donc, en connaissant l'endroit et l'instant où la croûte se déforme et connaissant les processus à l'origine les tremblements de terre, on pourra déduire l'imminence d'un tel phénomène naturel. Grâce à cette prédiction, on pourra réduire l'ampleur des conséquences négatives. Ce système est toujours dans sa phase d'essai, mais son utilisation pour la prévision dans un futur proche est probable.

### 2.3.2. La fiabilité

Tous ces moyens de détection sont assez efficaces, mais aucun des signes précurseurs ne se présente systématiquement et de ce fait, on ne détecte pas les tremblements de terre à 100%. Pour prévoir un séisme, il faut de la fiabilité et malheureusement aujourd'hui aucune de ces techniques n'est totalement fiable.

Les fausses alertes sont aussi communes. Ces erreurs ont des conséquences négatives importantes. Elles perturbent énormément l'économie de la région concernée car elles occasionnent des interventions coûteuses et massives. D'un autre côté, n'avoir pas pu prédire un tremblement de terre a aussi des conséquences néfastes comme être victime d'une tragique perte de vies. De plus, on retiendra aussi que dans ces deux cas d'erreur, le public peut perdre confiance en ses dirigeants.

Il est donc primordial d'obtenir une bonne fiabilité de la prévision de l'évènement pour pouvoir agir en conséquence. A noter que dans le cas d'un séisme imminent, on augmente la fiabilité en observant simultanément plusieurs des signes précurseurs décrits.

## 2.4. L'aléa sismique et le risque sismique

### 2.4.1. Les définitions

L'aléa sismique indique la probabilité d'occurrence avec laquelle un séisme d'une violence donnée aura lieu dans une région donnée et pendant un laps de temps donné. Le risque sismique est dépendant de la probabilité d'occurrence d'un séisme d'une violence donnée, mais il dépend également de l'importance et de la vulnérabilité des biens qui peuvent être touchés par ce tremblement de terre. On voit donc que l'aléa sismique est en fait un des aspects du risque sismique qu'il faut considérer pour évaluer le risque sismique.

---

<sup>7</sup> Selon l'article de ROACH, John. "Can Satellites Aid Earthquake Predictions?"

On peut définir le risque sismique comme la multiplication entre l'aléa sismique et l'ampleur des dommages. Cette ampleur serait elle-même composée avec la valeur des biens exposés multipliés par leur vulnérabilité.

#### 2.4.2. Les moyens d'évaluation

Pour le risque sismique, on doit donc évaluer trois facteurs : l'aléa sismique, les biens exposés et la vulnérabilité.

Pour déterminer l'aléa sismique d'une région donnée. Il faut connaître son passé sismique ainsi que des informations sur son activité sismique actuelle. L'histoire sismique est un élément important, car on considère que l'activité sismique future sur un territoire donné sera de même ordre que celle du passé si on considère un grand laps de temps. Plus l'aléa sismique est élevé, plus le risque sismique le sera.

Les biens exposés, ou valeurs exposées comprennent le nombre de personnes susceptibles d'être blessées ou tuées et les bâtiments et ouvrages risquant d'être endommagés ou détruits. Plus il y a de biens exposés, plus le risque sismique sera élevé. Les régions fortement denses en population et en constructions auront donc un risque plus important qu'une région déserte.

La vulnérabilité nous indique à quel point le bien exposé à un tremblement de terre est sensible aux effets d'un tremblement de terre. Une vulnérabilité est faible lorsque le bien a été construit en fonction des normes parasismiques. Au contraire, s'ils ont été mal construits, en particulier mal conçus, ou construits avec des matériaux sensibles comme la maçonnerie, leur vulnérabilité sera élevée et le risque sismique d'autant plus.

Si dans une région donnée avec un aléa sismique moyen à fort, on a une grande concentration de biens et de personnes, mais que leur sensibilité aux effets directs et indirects des tremblements de terre est faible, car on a construit de manière parasismique, le risque sismique sera faible. Au contraire, si dans cette même région, on a une sensibilité élevée aux effets d'un tremblement de terre, le risque sismique sera alors très élevé.

### 2.5. Les effets

Lorsqu'un tremblement de terre se produit il déclenche de nombreux événements qui sont ressentis quelques fois, encore des mois voire des années après la secousse en question. Les effets ressentis sont de diverses natures et ont des impacts différents.

#### 2.5.1. Les dégâts sur les terres

Les effets des tremblements de terre peuvent être classés en trois groupes<sup>8</sup> : les effets qui disloquent, les effets qui déstabilisent et les effets qui entraînent des réactions en chaîne.

Le premier groupe est la dislocation qui peut causer beaucoup de dommages importants. Dans cette catégorie, on peut classer les infrastructures de technologie comme les liaisons

---

<sup>8</sup> Selon WEIDMANN, Markus. *Tremblements de terre en Suisse*, p.120-135

téléphoniques et informatiques, l'alimentation en gaz, électricité, eau et essence, réseaux routiers et ferroviaires et les liaisons aériennes. Lors d'un séisme, il est inévitable que ces infrastructures ne soient pas disloquées et donc interrompues. C'est pourquoi, il est essentiel d'avoir des réseaux redondants et de renforcer les « maillons faibles » de ces chaînes. A noter que même les civilisations les plus primitives dépendent de l'approvisionnement en denrées telles que l'eau, la nourriture, le bois de feu et les matières premières.

Le second groupe est la déstabilisation qui touche les objets matériels comme le sous-sol, les bâtiments et leur contenu mais qui a aussi des retombées sur la politique et l'économie. Les effets sur le sous-sol sont des instabilités de terrain qui entraînent des chutes de pierres, des éboulements, des glissements de terrain et des tassements. Les dommages les plus importants portés aux bâtiments sont dus aux instabilités. Si la gestion des catastrophes au plan politique est déficiente, un tremblement de terre peut déstabiliser encore plus un pays et déboucher sur une situation politique instable. De plus, si aucun ordre public n'est mis en place pour gérer la situation de crise, des débordements peuvent avoir lieu.

Le dernier groupe est celui des réactions en chaîne. Dans celui-ci on trouve des effets indirects d'un tremblement de terre tel qu'un incendie ou une contamination de l'eau. Mais on trouve aussi les effets psychologiques immédiats comme la peur et la panique, et aussi les effets psychologiques et sociaux à long terme. Un aspect important est aussi la pauvreté que peut occasionner un tremblement de terre. Si l'on n'a pas d'assurance, ou que ni l'Etat ni une autre aide ne peuvent pas nous soutenir, on peut tomber dans la pauvreté, notamment pour les pays en voie de développement. Des maladies peuvent également se développer suite à des blessures mal soignées qui occasionnent une infection ou bien suite à une consommation d'eau polluée. Un traitement rapide des blessures permet d'éviter le développement de maladies, à condition que les soins médicaux puissent atteindre les zones sinistrées.

Les séismes qui ont lieu dans les océans peuvent provoquer un tsunami. C'est une vague très rapide qui est due à un déplacement vertical brusque du fond océanique. La vague qui ne fait que quelques dizaines de centimètres de hauteur sur l'océan gagne fortement en hauteur en arrivant sur les rives continentales, atteignant plus de dix mètres de hauteur selon la topographie. Les tsunamis sont souvent plus destructeurs que les tremblements de terre en raison de leur extension géographique. Le 26 décembre 2004, un séisme de magnitude 9.0 au large de l'Indonésie provoque un tsunami qui touche les pays voisins de l'océan indien.

### 2.5.2. Cas des constructions de génie civil

Les objets les plus vulnérables sont les constructions de génie civil. Si la fréquence du signal sismique correspond à la fréquence propre d'une structure, celle-ci entre en résonance. Cela signifie que la structure amplifie le signal. Ce phénomène se manifeste par des mouvements importants qui peuvent conduire jusqu'à l'effondrement complet de la structure. Une formule empirique pour calculer la fréquence propre des immeubles est  $f = 10/n$  [Hz] ou  $n$  est le nombre d'étages. L'ingénieur civil peut calculer de manière exacte la fréquence propre des structures pour ainsi étudier leur vulnérabilité et le cas échéant, modifier la structure de manière à ce qu'elle résiste mieux à la sollicitation sismique.

Les fréquences situées entre 0.1 et 30 Hz sont les plus dévastatrices pour les structures. Les structures souples et allongées telles que les ponts, les tours ou les cheminées, sont mises en danger par les basses fréquences qui correspondent à de grandes longueurs d'onde. Les

structures rigides et les bâtiments de petite taille sont plus vulnérables aux moyennes et hautes fréquences.

## 2.6. L'interaction avec le sol

Chaque sol est différent, il n'en existe pas deux qui soient identiques. Chaque sol va donc réagir différemment aux sollicitations des ondes sismiques issues d'un tremblement de terre. On a constaté auparavant qu'un même tremblement de terre n'aura pas les mêmes effets dévastateurs sur deux mêmes bâtiments, car les dommages dépendent non seulement de la vulnérabilité de l'ouvrage mais également des propriétés du sol sur lequel il repose.

### 2.6.1. L'effet de site

Chaque type de sol va donner une réponse vibratoire différente sur l'ouvrage pour une même impulsion sismique en fonction de la structure du sous-sol et de la topographie. Le milieu a un effet sur les longueurs d'ondes. Il peut les absorber ou au contraire les amplifier et agit ainsi sur la durée du signal vibratoire. Ces phénomènes sont très complexes en raison des nombreux paramètres qui interagissent. L'expérience nous permet cependant de dégager quelques règles empiriques. On donne trois exemples typiques :

1. Un substratum rocheux plat et homogène (plaine)
2. Le sommet d'une colline isolée (relief)
3. Un terrain meuble

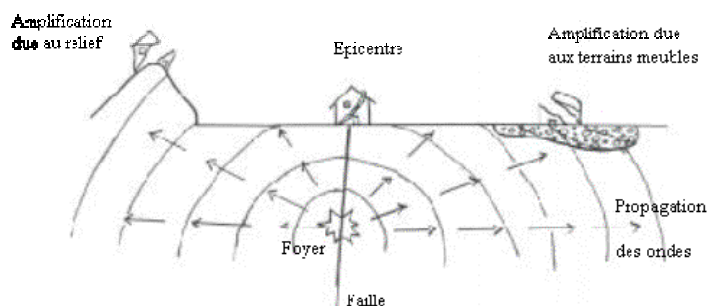


Figure 6 : Schéma d'effets de site typiques<sup>9</sup>

Seul le premier emplacement est idéal pour la construction. Les deux autres endroits ont des effets néfastes et ont tendance à amplifier les mouvements. C'est pourquoi, il est important de prendre en compte le danger sismique lié à une région. En Suisse, la norme SIA261 intègre les variations spatiales des vibrations sismiques par grandes régions ainsi que les effets de site possibles.

### 2.6.2. La liquéfaction

La liquéfaction, ou thixotropie, est un processus où des sables denses sans argiles peuvent devenir liquides et alors s'écoulent comme un fluide.

<sup>9</sup> Source : <http://www.ac-nice.fr/svt/aster/reso/bull/bulletin/2000.01.bull03.setf/BULL3.HTM>

Le poids du sol est supporté par les grains qui se touchent les uns les autres, ce qu'on appelle la cohésion. Les espaces vides entre les grains sont occupés par de l'eau quand on est au dessous du niveau de la nappe phréatique. Quand le poids du sol est repris par le contact grain à grain, le sol se comporte comme un solide rigide, ce qui est le cas en général. Cependant, si la pression de l'eau dans les vides augmente comme dans un tremblement de terre jusqu'au point où la pression égalise ou dépasse le poids du sol, les grains ne restent plus en contact les uns avec les autres. Les particules du sol sont alors suspendues dans une boue dense qui se comporte comme un fluide. C'est ce processus qui est appelé liquéfaction.

La liquéfaction peut être introduite par des ondes de cisaillement ou de compression générées par un tremblement de terre. Les ondes de cisaillement détruisent la structure granulaire du sol, les grains perdent leur cohésion ce qui crée des espaces vides. Cet effondrement transmet rapidement la charge du sol dans les vides.

Les ondes de compression augmentent la pression de l'eau dans les vides avec chaque passage d'une onde de choc. Si la pression d'eau n'a pas le temps de retourner dans l'état initial avant l'arrivée de l'onde suivante, alors la pression d'eau augmente avec chaque passage d'onde jusqu'au point d'atteindre la pression dans le sol et donc le point de liquéfaction.

La liquéfaction cause principalement une perte de résistance. Le sol ne peut plus résister, ce qui correspond au transfert de la charge du sol des grains à l'eau dans les vides. Tous les objets qui s'appuient sur ce sol vont s'enfoncer dans le sol ou se renverser.

L'amplitude d'un séisme n'a pas besoin d'être élevée pour introduire une liquéfaction du sol. Sur cette image, on peut voir que les bâtiments se sont fortement penchés mais qu'ils n'ont subi que très peu de dommages.



*Figure 7 : Bâtiments qui se sont enfoncés suite au tremblement de terre de Niigata au Japon le 16 juillet 1964<sup>10</sup>*

Aujourd'hui, le mécanisme est connu mais les paramètres exacts entrant en compte dans le mécanisme de la liquéfaction due à un séisme n'ont pas encore été trouvés. Toutefois, on peut dire que l'accélération, le nombre d'ondes de choc ainsi que l'histoire des sols jouent un rôle important.

<sup>10</sup> Source : [science.howstuffworks.com/earthquake5.htm](http://science.howstuffworks.com/earthquake5.htm)

## 2.7. La prévention

Après avoir décrits tous les phénomènes liés à un tremblement de terre, on peut mettre en avant les points importants pour une bonne prévention. Trois groupes distincts d'actions de prévention peuvent être mis en évidence. Il y a l'établissement de cartes, la mise en place de systèmes de détection d'un tremblement de terre et les actions ayant comme but de diminuer l'impact d'un tremblement de terre.

Dans un premier temps, il est important de confectionner et de mettre à jour des cartes. Il faut une bonne connaissance des terrains formant le territoire pour faire de la cartographie géologique, ainsi que des cartes à une échelle régionale des probabilités de séismes qui tient compte également des effets de site.

Dans les zones à risque sismique élevé, il est important de mettre en place une observation régulière des failles actives, ainsi que de disposer d'un réseau d'installations sismologiques. Ce réseau permettra la mise en place d'un dépistage des signes avant-coureurs qui sera connecté à un réseau d'alerte.

Le dernier groupe consiste à agir pour diminuer l'effet négatif des tremblements de terre. On peut nommer la construction parasismique comme l'action la plus importante et la plus efficace pour les infrastructures construites. Ceci implique des mesures assez simples au niveau de la conception de la structure. Cependant, ces mesures peuvent devenir plus importantes dans les cas des ponts ou des bâtiments de grandes hauteurs. Les calculs de fréquence de résonance propre jouent un rôle important dans le dimensionnement. On peut aussi agir de manière active sur la résistance au cisaillement d'une faille source de séisme. Une autre technique est l'injection d'eaux usées au moyen de forages à faible profondeur ou l'injection d'eau dans les puits pétrolier. Ces injections permettent de libérer les contraintes dans les failles progressivement plutôt que de les accumuler et de les lâcher brusquement déclenchant alors un tremblement de terre plus important. Il y a deux aspects de prévention contre les dégâts aux infrastructures : renforcer le maillon faible et dédoubler les liaisons importantes. Pour un séisme d'une grande amplitude, l'important pour les premiers secours et la phase de reconstruction est que les centres importants tels que hôpitaux, soient toujours accessibles depuis toutes les zones touchées. On appelle ceci la redondance. Pour une région comme le Cachemire, ceci est impensable car de nombreuses petites vallées ne disposent que d'une seule route d'accès.

### 3. La situation du Cachemire

Pour bien comprendre l'impact du tremblement de terre au Cachemire et afin de définir le contexte dans lequel s'effectue la reconstruction, il paraît nécessaire de présenter une photographie de la région où l'on présente aussi bien les aspects liés à la population et à la culture que les données relatives à l'économie et aux infrastructures.

De plus, comme il en a été discuté auparavant, le risque sismique dépend non seulement des biens exposés et de leur vulnérabilité mais aussi de l'aléa sismique. Ainsi, l'aléa sismique qui s'est matérialisé avec le tremblement de terre de 2005, sera décrit au travers de l'origine physique et de l'histoire sismique de la région du Cachemire.

#### 3.1. Les pays concernés

Le Cachemire est une région du sous-continent indien, aujourd'hui divisée entre l'Inde et le Pakistan. Une portion a également été annexée par la Chine. Cette région fait toujours l'objet d'une dispute entre les puissances nucléaires de la région.



PHILIPPE REKACEWICZ

Figure 8 : Carte de la région du Cachemire disputée depuis 1947 par le Pakistan, l'Inde et la Chine<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Source : REKACEWICZ, Philippe. janvier 2002, [www.monde-diplomatique.fr/cartes/reperescachemire](http://www.monde-diplomatique.fr/cartes/reperescachemire)

Les enjeux de la région sont exposés lors d'une conférence en 2002 donnée par Xavier de Villepin : «New Delhi considère que le Cachemire est partie intégrante de l'Inde et repousse avec énergie toute internationalisation ou médiation extérieure.

Pour Islamabad, le Cachemire est depuis 1947 un territoire "disputé"; son statut reste à définir par un plébiscite, le Pakistan tente donc d'internationaliser le conflit en attirant l'attention sur le sort des populations, et en soutenant des mouvements armés.

La question est emblématique des problèmes de la partition : créé pour regrouper les musulmans du sous-continent, le Pakistan revendique le territoire tandis que l'Inde ne peut le céder sous peine d'altérer le principe de laïcité qui cimente l'unité du pays. Si le Cachemire se trouve être une région musulmane à 80 % c'est une raison de plus pour l'Inde de démontrer que son pays se veut pluriculturel et pluri-religieux. (...)»<sup>12</sup>

Le Cachemire est une région instable politiquement. L'ambivalence de son statut qui fait que cette région est à la fois disputée par le Pakistan et l'Inde doit être prise en compte. Ainsi, la description de différents aspects de la population et de ses valeurs est nécessaire pour mieux comprendre l'intérêt de chacun des pays concernés. On ne traitera pas le cas de la Chine, car la région du Cachemire contrôlée par ce pays est moins concernée par le tremblement de terre.

### 3.1.1. Le Pakistan

#### 3.1.1.1. La démographie

La population du Pakistan est estimée à 165 millions selon l'agence The World Factory<sup>13</sup> y compris le Cachemire qui en comprend 4 millions. Le Pakistan est donc le sixième pays le plus peuplé du monde après la Chine, l'Inde, les Etats-Unis, l'Indonésie et le Brésil.

La densité de population moyenne est de 205 habitants par km<sup>2</sup>. Mais en réalité, la population est distribuée de manière très irrégulière sur le territoire. Les trois quarts de la population vivent dans les plaines fertiles des fleuves Punjab et Sindh. Les zones montagneuses au Nord et à l'Ouest et les zones arides sont très peu peuplées. Le taux d'urbanisation est assez faible, avec seulement 34 % des pakistanais qui vivent en ville.

La croissance démographique du Pakistan est une des plus rapides de l'Asie avec un taux de croissance annuel de 1,8 %. Le taux de natalité élevé et l'amélioration du niveau de la santé en sont les raisons. C'est une population très jeune puisque son âge moyen est de 21 ans.

#### 3.1.1.2. Les langues

Au Pakistan, il coexiste plus de 50 langues différentes. Les frontières linguistiques coïncident largement avec les frontières ethniques. Les langues officielles sont l'urdu et l'anglais. L'anglais est principalement utilisé comme langue dans le monde économique dans la formation tandis que l'urdu est la langue enseignée à l'école. Mais, seulement 8 % de la population est de langue maternelle urdu.

---

<sup>12</sup> de VILLEPIN, Xavier. «Inde-Pakistan: une nouvelle donne stratégique», conférence donnée en avril 2002

<sup>13</sup> Estimation pour juillet 2007, valable pour les autres chiffres donnés dans le chapitre 3.1.1.

### 3.1.1.3.La culture

La culture du Pakistan est riche et unique. La population a su préserver des traditions établies pendant des siècles. Beaucoup de pratiques culturelles et gastronomiques sont un héritage reçu des empereurs musulmans et afghans.

Le passé commun avec l'Inde a aussi laissé des traces car l'histoire culturelle du Pakistan est très liée à celle de l'Inde. Notamment, en ce qui concerne la musique, le cinéma, la gastronomie et la littérature.

Le patrimoine architectural est lui aussi riche. Il a été hérité principalement des Mogholes. La mosquée "Badshaî masjid" a été pendant longtemps la deuxième plus grande mosquée au monde et elle est considérée comme une des plus belles.

### 3.1.1.4.La religion et son impact social

Des affrontements entre les minorités religieuses ne sont pas rares, les croyances ne peuvent pas être affichées librement en public. Le pays est marqué par une atmosphère d'intolérance religieuse et l'islam est omniprésent. Environ 97 % de la population du Pakistan est musulmane. Ils appartiennent à 2 mouvances; 77 % des pakistanais pratiquent une forme traditionnelle orthodoxe de l'islam, appelée le sunni, les autres musulmans, c'est-à-dire 20% de la population, pratique le shi'a. Au cours de la séparation avec l'Inde en 1947, presque tous les hindous ont quitté le pays. Par contre, au Sindh, environ 30 % des hindous sont restés. Mais, ils représentent à peine 3 % de la population totale du pays avec les chrétiens. Ces derniers vivent principalement dans les grandes villes.

Le nom Pakistan signifie "pays des purs" et suppose la pureté spirituelle de ses habitants. Un des piliers spirituels de ce pays est la pureté sexuelle qui est une identité nationale. Cette pureté sexuelle ne signifie pas l'abstinence de sexualité mais l'abstinence complète de sexe avant le mariage ou hors du mariage. Les racines de cette spiritualité sont fondées sur la croyance islamique prescrivant un conservatisme sexuel qui apparaît très strict, spécialement si on le compare avec l'Ouest. L'affichage public d'affection, même par des couples mariés, est un strict tabou.

La famille joue un rôle très important. Récemment, dans les villes, une classe moyenne s'est développée. Elle souhaite une évolution dans une direction plus libérale. A l'opposé, les régions du nord-ouest vers les frontières avec l'Afghanistan sont très conservatrices et sont restées dominées par les habitudes des tribus locales pendant des siècles. Même si l'influence de la culture occidentale due à la globalisation a augmentée, les comportements familiaux restent souvent inchangés. Les enfants restent chez ses parents jusqu'à un certain âge. La fille se marie entre 18 et 25 ans et puis va habiter après son mariage avec son mari et la famille de son mari. Au moins un des fils, reste avec leurs parents toute la vie. Ils ont le rôle de « sécurité sociale » pour combler le manque d'un système officiel. Ainsi, les parents souhaitent avoir des fils plutôt que des filles. Si un jeune homme déménage pour vivre en dehors de la maison de ses parents, ceci est considéré comme fortement blessant et insultant. Cette situation arrive très rarement, d'autant plus si le fils est enfant unique.

A noter que la consommation d'alcool en public est illégale. Seulement des non musulmans, munis d'un certificat officiel de l'état, peuvent acheter de l'alcool dans des magasins spéciaux.

### 3.1.2. L'Inde

#### 3.1.2.1. La démographie et les langues

L'Inde est le pays le plus peuplé du monde après la Chine. Elle reconnaît vingt-deux langues officielles dont le hindi (parlé dans le nord, la langue de l'administration centrale), le tamoul (parlé dans le sud) et l'anglais. Il existe aussi beaucoup d'autres langues régionales et un grand nombre de dialectes, soit près de 3 000 langues différentes. Les langues indiennes n'utilisent pas l'alphabet latin, mais différents alpha syllabaires, dérivés du brāhmī.

#### 3.1.2.2. La culture

La culture de l'Inde est marquée par un degré élevé de syncrétisme : elle est parvenue à préserver des traditions établies tout en absorbant de nouvelles coutumes, des traditions et des idées des envahisseurs et des immigrants. Beaucoup de pratiques, langues, coutumes, et monuments culturels indiens en sont des exemples. Des monuments célèbres, tels que le Taj Mahal et d'autres exemples de l'architecture inspirée par l'islam, ont été hérités de la dynastie de Mughal. Ce sont le résultat de traditions qui ont combiné des éléments de toutes les parties du pays.

#### 3.1.2.3. Les religions

Les principales religions pratiquées en Inde sont l'hindouisme (79,8%) et l'islam (13,7%). On trouve aussi des jaïns, des sikhs, des bouddhistes, des juifs, des chrétiens, des animistes... Plusieurs grandes religions sont originaires de l'Inde, dont l'hindouisme et le bouddhisme, et certaines sont presque exclusives à l'Inde.

L'Inde possède donc de nombreuses religions aux statuts divers, mais celles-ci cohabitent dans un climat de tolérance. La religion garde une place centrale dans la société indienne ; la diversité n'empêche pas la spiritualité d'être très présente.

## 3.2. Les infrastructures

### 3.2.1. Les transports

Le schéma des réseaux de transport diffère énormément de celui de nos régions. En effet, le réseau ferroviaire participe surtout au déplacement des personnes tandis que les routes servent principalement au transport de marchandises.

Les chemins de fers ont été construits lors de l'époque coloniale britannique. L'objectif primaire était les intérêts des militaires et la gestion coloniale du subcontinent indien. Aujourd'hui, l'axe principal est la liaison de Karachi au Sud, via Hyderabad, Rohri, Khanewal, Lahore et Rawalpindi vers Peshawar au Nord. Le reste du réseau est très maillé le long de l'Indus et en Punjab. Seul un tronçon de 300 km est électrifié, le reste du réseau fonctionne grâce à des locomotives diesel. Sur les tronçons densément exploités, un train circule toutes les deux heures. Mais sur les tronçons secondaires, la circulation est composée seulement de quelques trains par jour.

Les voies routières occupent clairement une place dominante dans le transport de marchandises. C'est pour cette raison que le gouvernement a donné la priorité la plus haute à la maintenance et à la construction des routes. Il y a au total 13'540km de routes qui relient jusqu'à deux tiers des villages du Cachemire. Dans la vallée du Cachemire, des anciens ponts en bois sont en train d'être remplacés par des ponts en béton armé.

### 3.2.2. Les télécommunications

Les nouveaux équipements de télécommunication permettent un raccordement direct entre les grandes villes de la région, donc sans intervention d'un opérateur. En plus, un nouvel émetteur de radio permet d'augmenter la couverture de la région et donc le nombre de personnes capable de l'écouter. On voit l'impact de cet émetteur surtout après un grand séisme, car la réception de la radio permet de diminuer les dommages humains. Cette remarque est également vraie pour la réception de la TV qui a aussi été améliorée.

### 3.3.L'économie

Le tourisme est la source de revenus principale dans la plus grande partie du Cachemire. Cependant, ce dernier a beaucoup diminué depuis les conflits internes du pays. En dehors du tourisme, il y a aussi l'agriculture qui est très importante et qui génère de l'argent. La récolte principale est le riz qui est aussi l'aliment principal du peuple. De plus, ils récoltent aussi du blé, de l'orge, de l'avoine, des asperges, de l'artichaut, des fèves, des betteraves, du chou-fleur et du chou. Sans compter que le Cachemire produit l'un des meilleurs safrans du monde et de fruits en sériciculture. Dans le secteur industriel, les indigènes produisent des objets tricotés, des châles, des tapis en soie, des kurtas, et de la poterie. Les laines en provenance du Cachemire sont réputées dans le monde entier.

### 3.4.Les tremblements de terre

#### 3.4.1. La cause

La région himalayenne est une des régions les plus sismiques du monde. Elle est en effet située entre deux plaques tectoniques : la plaque indienne au sud et la plaque eurasiennne au nord. Ces deux plaques entrées en collision depuis 50 millions d'années, entraînent un mouvement qui est responsable de la formation de la chaîne de l'Himalaya. En effet, l'Inde qui fait partie de la plaque eurasiennne remonte vers le nord à raison de 20mm/an et la plaque indienne glisse sous la plaque eurasiennne à une vitesse de 40mm/an. La chaîne de l'Himalaya est donc le résultat de la collision entre ces deux plaques continentales. Aujourd'hui, ces deux plaques se déplacent encore l'une vers l'autre à raison d'environ 60mm/an.

Le mouvement généré par ces deux continents occasionne de la compression entre ces deux plaques et elles sont contraintes de dissiper cet effort. Il s'en suit un glissement le long de failles qui se trouvent à la surface de la Terre. Celles-ci sont appelées des failles de compression et elles se situent principalement au nord de l'Inde et du Pakistan. Ce chevauchement délimite la plaine Indo-Gangétique qui est essentiellement située sur le nord

et l'est de l'Inde, ainsi que sur les zones les plus peuplées du Pakistan. Celui-ci est responsable de nombreux séismes destructeurs.

#### 3.4.2. L'histoire sismique

La région du Cachemire a une histoire sismique assez chargée, liée à celle de la chaîne de l'Himalaya. Cette région est fréquemment frappée par des tremblements de terres modérés, et plus rarement par des tremblements plus forts dont la magnitude dépasse 8,0. L'histoire du Cachemire regorge de tremblements de terre dépassant des records. Des tremblements de terre avoisinant la magnitude de 8,0 se sont produits en 883, 1123, 1501, 1555, 1669, 1736, 1779, 1784 et 1885. Le plus récent est celui du 30 mai 1885, avec un épicentre à Jampur, qui aurait causé la mort de 3000 personnes. Il y aurait eu plus d'une centaine d'évènements majeurs dont la magnitude est supérieure à 7,0 ces cent dernières années. Lors de cette même période, des séismes avec une magnitude inférieure à 6,0 se sont produits le 14 novembre 1928 (magnitude 6,0), le 7 novembre 1937 (magnitude 5,7), le 28 décembre 1974 (magnitude 5,9). Le tremblement du 8 octobre 2005 serait toutefois le plus violent de l'histoire du Pakistan et de la région du Cachemire ces cent dernières années.

## 4. Le tremblement de terre au Cachemire en 2005

### 4.1. Le déroulement

Le samedi 8 octobre 2005, un violent tremblement de terre secoue la région himalayenne du Pakistan appelée le Cachemire. Pendant une minute, ce tremblement de terre d'une puissance rare fait trembler les capitales de l'Inde, du Pakistan mais aussi de l'Afghanistan. Il est alors, 3:50:38 UTC soit 8:50:38 heure locale à l'épicentre au Pakistan. La magnitude est estimée entre 7.3 et 7.6 sur l'échelle de Richter selon les différentes agences de surveillance sismique. Les secousses sont ressenties à une distance de 1000km autour de l'épicentre et les dommages sont situés dans un cercle de 140km de rayon.

L'épicentre est situé à l'est de Srinagar dans le Cachemire indien et à proximité de la ville de Muzaffarabad dans le Cachemire pakistanais. La position exacte est  $34.402^{\circ}$  Nord,  $73.560^{\circ}$  Est soit à 90km au nord-est d'Islamabad qui est la capitale du Pakistan et à 120km nord-ouest de Srinagar au Cachemire indien. La profondeur du foyer se situe environ 10 à 15km sous la couche terrestre dans les montagnes du Cachemire.

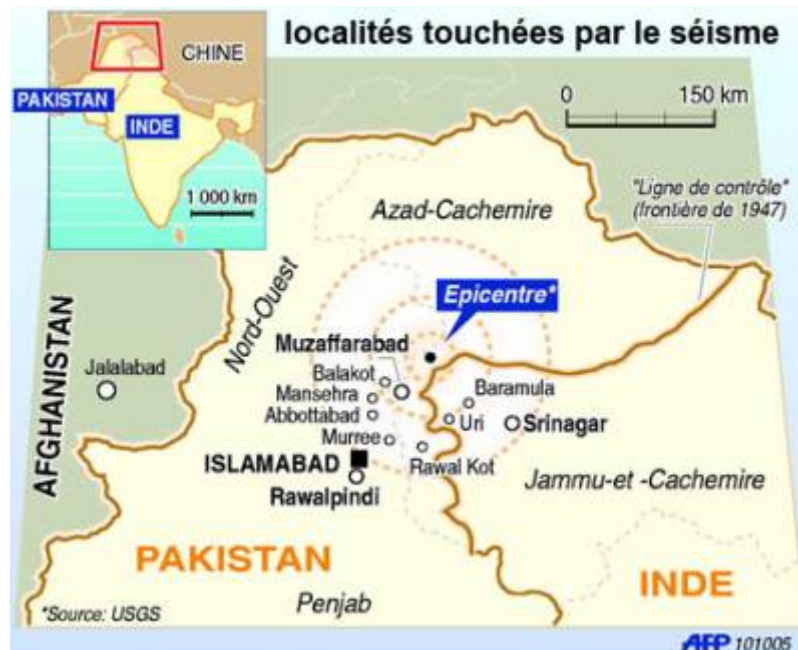


Figure 9 : Localisation de l'épicentre<sup>14</sup>

Les bâtiments ont tremblé et les murs ont oscillé pendant environ une minute. Au cours des vingt-quatre heures qui ont suivi la première secousse, quarante-cinq répliques de la secousse initiale se produisent. Ces secousses provoquent également quelques dégâts dans le Nord du pays. Certaines de ces répliques auraient eu une magnitude de 5,5, mais la plupart étaient de légères secousses.

<sup>14</sup> [http://pak-for-ever.skyblog.com/pics/246241020\\_small.jpg](http://pak-for-ever.skyblog.com/pics/246241020_small.jpg)

## 4.2. Les dégâts

Dans certaines villes et villages, les premiers rapports font état de destructions très importantes. Les principaux dégâts matériels que ce tremblement de terre a causés concernent les habitations. Plus de 3,5 millions de personnes se sont retrouvées sans abri suite à la catastrophe du 8 octobre 2005.

On dénombre également des dommages importants causés aux routes et aux réseaux de distribution d'eau. Cela n'aide pas les secours dans leurs tâches, ni l'organisation de la vie après le tremblement de terre. Les régions très isolées sont coupées du monde pendant de longs jours, voire parfois des mois.

Les dégâts matériels sont estimés à 5,8 milliards de dollars du côté indien et à 5 milliards de dollars du côté pakistanais selon le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) de l'université catholique de Louvain.

### 4.2.1. Les bâtiments

Toute la région du Cachemire a énormément souffert de ce tremblement de terre. La raison principale de ce niveau de destruction élevé est la force du séisme et la non-conformité des bâtiments avec les normes parasismiques.

#### 4.2.1.1. Au Pakistan

Le Pakistan a été durement touché par le tremblement de terre. Plusieurs routes ont été détruites, des centaines d'habitations ont été dévastées, l'électricité et les lignes téléphoniques ont été coupées, le réseau de distribution d'eau a aussi subi de gros dommages.

La ville de Muzaffarabad, capitale du Cachemire pakistanais, est une des villes les plus touchées puisque située à proximité de l'épicentre. Plus aucune structure n'est indemne dans cette ville après le tremblement de terre. Les rares bâtiments qui restent debouts sont tellement fissurés qu'ils sont eux aussi inutilisables. Les maisons, les écoles, les hôpitaux se sont effondrés à de nombreux endroits.

La police locale est la première à transmettre des rapports. Malgré les difficultés de communication, les premiers rapports obtenus décrivent des maisons et parfois des villages entiers rasés par les secousses, des blessés par centaines et déjà beaucoup de victimes. Les zones reculées du nord du pays, déjà difficiles d'accès, sont coupées du monde. Les secours ne peuvent les atteindre. De nombreuses personnes sont sans abris et l'hiver approchant est généralement rude dans les régions montagneuses du Pakistan.

#### 4.2.1.2. En Inde

En Inde, peu de dégâts matériels mais beaucoup de panique sont à déplorer. Lors de la secousse, les habitants apeurés sont sortis dans la rue, fuyant leur lieu de travail ou leur domicile.

#### 4.2.1.3. En Afghanistan

Dans ce pays, c'est aussi la panique qui prédomine. La capitale, Kaboul, ainsi que plusieurs villes de l'est et du nord-est ont été touchées, mais dans l'ensemble, les dégâts matériels sont limités et ne touchent qu'une partie du pays.

#### 4.2.2. Les terrains

Les villes et villages ne sont pas les seuls touchés, le tremblement de terre a aussi considérablement fragilisé les terrains. Les répliques et les nombreuses pluies torrentielles automnales sont à l'origine de plusieurs glissements de terrains, torrents de boue. Mais ce qui est plus grave c'est que ces instabilités de terrains occasionnent des dégâts aux infrastructures comme on le mentionne dans les paragraphes suivants.

#### 4.2.3. Les routes et voies ferrées

Les voies de communication sont très sensibles aux tremblements de terre violents. Leur destruction occasionne une interruption du trafic qui complique énormément l'intervention des secours.

Le tremblement de terre du 8 octobre 2005 a provoqué la destruction d'un grand nombre de routes, ponts et tunnels. Les glissements de terrains consécutifs à la première secousse ont aussi détruit de nombreuses routes et ponts, emportant tout ce qui se trouvait sur leur chemin. Là où le revêtement existe encore, les affaissements du sol provoquent d'importantes fissures. Suites aux répliques et aux fortes pluies, de nouveaux glissements de terrains ont encore aggravés l'état déjà préoccupant de l'infrastructure routière. De nombreuses routes jusque là écartées des dégâts sont détruites ou au mieux ensevelies. Les affaissements de sol ont provoqué d'importantes fissures dans le revêtement là où il existe. De la même manière, les quelques lignes de chemin de fer qui sillonnent la région ont été coupées. Les chutes de neige abondantes pendant l'hiver qui a suivi le tremblement de terre ont également coupé de nombreuses routes.

Ces dégâts très importants aux infrastructures de communications ralentissent énormément les secours, mais aussi l'approvisionnement en nourriture et médicaments.

#### 4.2.4. Les installations de télécommunication et d'électricité

Les mouvements du sol ont provoqué la chute de plusieurs pylônes à haute tension. Ceci concerne seulement les grandes villes, car beaucoup de vallées ne disposent pas d'alimentation en électricité et ne sont par conséquent pas touchées par ce problème.

A Muzaffarabad, la capitale du Cachemire pakistanais, deux semaines après le tremblement de terre, l'électricité a été rétablie à 90% et les télécommunications, y compris par téléphone portable, fonctionnent largement, a indiqué l'administration locale. Après le tremblement de terre, la réception de la radio permet aux blessés et survivants d'avoir des informations concernant les secours, mais surtout de commencer petit à petit à construire la vie d'après la catastrophe.

#### 4.2.5. Les réseaux d'eaux potables et usées

Les mouvements dans le sol ont provoqué de nombreuses ruptures de conduites d'eau et à plusieurs endroits, ils ont notamment provoqué la contamination des sources d'eau. Dans des cas rares, des sources naturelles ont disparues car le flux souterrain d'eau a été modifié par les mouvements de terrain.

Dans les villes, les conduites d'eaux usées ont également été affectées. Dans un premier temps, l'eau potable n'était disponible qu'en bouteille et la distribution était assurée par la population elle-même. A Muzaffarabad, deux semaines après le tremblement de terre, le réseau de traitement de l'eau a été partiellement restauré.

Le problème d'alimentation en eau potable et d'évacuation d'eau usée nécessite dans tous les cas une intervention rapide pour éviter les problèmes d'hygiène et les maladies qui en découlent, comme on le verra plus tard.

### 4.3. Les aides et les réactions internationales

#### 4.3.1. Les médias et la communauté internationale

La couverture médiatique de ce tremblement de terre, comme pour tout autre catastrophe humaine ou économique de taille similaire, s'est concentrée en abondance dans les jours qui ont suivi la catastrophe et les quelques semaines d'après. On a pu compter une quantité importante de reportages sur les dégâts dus au tremblement de terre ainsi que sur ses conséquences pour la population. D'ailleurs, les personnes concernées et les autorités ont été interviewées à de nombreuses reprises.

Par contre, les médias se sont rapidement désintéressés du progrès de la reconstruction et de l'état de l'économie après quelques mois. Il manque une suite à leurs reportages. Les médias sont toujours à l'affût d'événements spectaculaires, mais dès qu'il s'agit d'évènements plus banals, ils détournent rapidement leur attention. Ceci est à mettre en contexte avec trois phénomènes.

Premièrement, la coexistence temporelle avec le risque de pandémie de grippe aviaire, largement discuté dans les médias occidentaux à ce moment là. Deuxièmement, contrairement aux pays touchés par le tsunami en 2004, le Cachemire n'est pas un pays qui concerne le tourisme de masse. L'implication des personnes dans les pays occidentaux est donc moindre. Troisièmement, le tsunami en Asie du Sud en décembre 2004 et l'ouragan Katrina aux Etats-Unis en août 2005 sont deux catastrophes largement surmédiatisées qui sont survenues peu de temps avant le tremblement de terre au Cachemire. Les images de catastrophes naturelles à la télévision ne provoquent plus de réactions chez les gens. Quatrièmement, on peut relever le fait que la position géopolitique et religieuse du Cachemire laisse une certaine indifférence face à cette catastrophe. De plus, trois mots clés à connotation négative, sont souvent associés à cette région, il s'agit d'Al-Qaïda, l'opium et la bombe.

#### 4.3.2. La première vague d'aide

Malgré la situation tendue entre le Pakistan et l'Inde à cause du différent sur la souveraineté de la région du Cachemire, le Premier ministre de l'Inde Manmohan Singh a vite réagi suite au tremblement de terre et a offert son aide au président de Pakistan, Pervez Musharraf.

Sur le plan international, et en plus de la coopération entre l'Inde et Pakistan, la communauté internationale a réagi rapidement et a beaucoup soutenu les victimes du tremblement de terre, comme on peut le voir.

Les Nations Unies ont envoyé une équipe de sauvetage pour aider à la recherche des survivants dans les bâtiments écroulés et pour coordonner les services de secours indigènes. En plus l'UNICEF a envoyé des ressources supplémentaires comme des couvertures, des vêtements, des tentes, de la nourriture pour les enfants et des médicaments, de Karachi à la région sinistrée. Sans compter 100'000 dollars qui ont été donnés pour distribuer ces ressources.

Les Etats-Unis ont consacré un montant de 50 millions de dollars pour la reconstruction et l'aide aux régions affectées. Les militaires américains ont aussi participé à la coordination de la logistique de l'aide humanitaire pour assurer que les gens qui ont besoin d'aide la reçoivent dans les meilleurs délais.

Le gouvernement australien a participé à hauteur de 4,2 millions de dollars aux efforts internationaux pour venir en aide aux populations touchées par le tremblement de terre. L'argent est destiné à des médicaments, de la nourriture et aux abris. Cet argent va donc soutenir les efforts de l'ONU.

L'ambassade d'Allemagne a tout de suite mis à disposition 67'000 dollars pour le sauvetage des victimes. L'argent a été offert à la Croix Rouge qui l'a utilisé pour fournir de l'eau potable, des tentes et des couvertures.

Le Japon a mis à disposition des experts et de l'équipement pour les opérations de recherche de survivants.

La Turquie a envoyé 30 équipes médicales.

Le Royaume-Uni a envoyé environ 60 personnes, surtout des médecins et des infirmiers, pour assister les équipes de sauvetage. Comme il compte beaucoup d'immigrants des pays concernés, il n'a pas été problématique de trouver des volontaires. De plus, ils ont offert 168'000 dollars.

Le ministre des affaires étrangères Dlamini Zuma a accepté d'envoyer 18 médecins, 10 infirmiers et 30 tonnes d'aide (médicaments, tentes, nourriture, couvertures).

L'Union Européenne a envoyé 4,4 millions de dollars pour financier l'aide immédiate avec une promesse d'envoyer encore plus si besoin.

Les organisations non gouvernementales comme l'Oxfam ont envoyé une équipe de reconnaissance pour évaluer la situation. Ils ont pu identifier les besoins urgents comme des

tentes, des couvertures, des kits médicaux, de la nourriture, de l'eau propre et une équipe de soutien psychologique pour les personnes traumatisées.

#### 4.3.3. Les aides promises à long terme

Dans un premier temps, le tremblement de terre au Cachemire a été très médiatisé et des sommes considérables d'aide financière ont été promises par de nombreux pays et organisations non gouvernementales. Par la suite, la catastrophe est rapidement oubliée et les sommes d'argent initialement promises n'ont pas toutes été données.

Jan Egeland, Secrétaire général adjoint aux affaires humanitaires et Coordinateur des secours d'urgence de l'ONU, a indiqué que les pays du Golfe étaient parmi les plus gros contributeurs, avec des promesses de plus de 300 millions de dollars, mais le plus souvent dans un cadre bilatéral. Il signale aussi que « Ainsi, sur l'appel d'urgence des Nations Unies d'un montant de 550 millions de dollars, 133 millions ont été promis mais seulement 80 millions ont été versés un mois après le tremblement de terre. A cela, il faut ajouter 232 millions de dollars versés de manière bilatérale. Au total, 1,03 milliards de dollars ont été promis pour le Pakistan, dont une grande partie est affectée à la reconstruction. »<sup>15</sup>

### 4.4. Les impacts sur la société

#### 4.4.1. Les victimes

Selon les Nations Unies, un mois après le tremblement de terre, le nombre de morts est estimé à 73'000 personnes au Pakistan et 4'000 en Inde. Le nombre de blessés s'élève à 75'000 personnes, soit environ 10 % de la population du Cachemire qui est la plus fortement touchée à trouvé la mort.

Ce chiffre élevé est dû notamment au fait que les enfants se trouvaient à cette heure-ci à l'école et qu'ils ont été enterrés sous les décombres, car plus que la moitié des écoles se sont effondrées ! Un autre facteur aggravant est que le tremblement de terre est survenu pendant le Ramadan. A ce moment de la journée, beaucoup de gens se reposaient à la maison, après avoir déjeuné tôt dans la journée avant le levé du soleil. En plus, dans cette région, les femmes se trouvent traditionnellement à la maison.

D'autres circonstances ont soulagé la situation des survivants. L'hiver qui suivait le tremblement de terre était spécialement doux, ce qui a épargné de nombreux sans abris de la mort. Le froid, l'absence d'eau potable et le manque de nourriture ont mis à l'épreuve les habitants et les secouristes mais le pire a été évité.

#### 4.4.2. Les premiers secours

Les premiers secours arrivent très tard sur place, seulement un ou deux jours après le tremblement de terre. Dans les vallées éloignées, l'accès est impossible par la route, car elles sont détruites soit par le tremblement de terre lui-même, soit par des glissements de terrains

---

<sup>15</sup> EGELAND, Jan. Extrait de son discours du 7 novembre 2005

consécutifs. Elles ne sont donc atteignables que par hélicoptère. Mais les vols sont souvent empêchés par le mauvais temps dans les jours qui suivent le tremblement de terre. Le traitement rapide des maladies et des blessés prend beaucoup de temps.

Les personnes qui ne sont pas touchées par les nombreux effondrements causés par le tremblement de terre se retrouvent sans équipement lourd et sont donc incapables d'aider les blessés sous les décombres. Les habitants des vallées éloignées transportent les blessés sur des planches en bois à la recherche d'aide hospitalière dans la vallée.

La plupart des infrastructures de soins telles que les hôpitaux n'ont pas résisté au tremblement de terre ou sont évaluées comme non sûres du point de vue structural et sont donc évacuées. Les médecins, infirmiers et collaborateurs qui ont survécu s'installent devant les hôpitaux, sur des places et dans les rues pour s'occuper des nombreux patients. Souvent, ils travaillent sans appareils adéquats. Les organisations non gouvernementales internationales arrivent sur place et commencent à s'installer avec des tentes provisoires

#### 4.4.3. Les blessures et maladies

Les blessures sont liées à l'effondrement de bâtiments sur les victimes. La plupart des personnes touchées ont des fractures, des lacérations et des coupures. Dans les cas graves, des amputations sont inévitables. Souvent on trouve aussi des lésions de la colonne vertébrale et des blessures à la tête. Une tâche très importante dans un premier temps est de renouveler régulièrement les pansements afin d'éviter que les blessures ne s'infectent.

Les maladies les plus courantes suite à un tremblement de terre sont les infections de la peau et les pneumonies.

Un autre problème est le "crush syndrom". L'impact sur les muscles chez les personnes qui sont restées coincées sous les décombres pendant un certain temps peut provoquer une insuffisance rénale.

#### 4.4.4. Les problèmes d'hygiène et le risque épidémique

Les organisations non gouvernementales, les ONG, s'occupent non seulement de la santé mais aussi de l'hygiène. En effet, les systèmes de distribution d'eau ont subi de gros dégâts. Ils installent des citernes et des latrines. Ils distribuent également des kits d'hygiène qui contiennent des brosses à dent, du dentifrice, du savon, une bassine, de la poudre à lessive et des serviettes hygiéniques.

La situation est particulièrement grave dans les camps de réfugiés; où l'accès à l'eau potable et aux infrastructures sanitaires correctes est limité. De plus, à cause du surpeuplement de ces camps, le risque de détérioration de la situation sanitaire est élevé. La gestion des déchets peut vite devenir un gros problème d'hygiène.

La promotion de l'hygiène est donc un point important. Les gens sont encouragés à se laver les mains régulièrement, sensibilisés aux maladies infectieuses et à l'évacuation sûre des excréments, ou, ...

En dehors des camps, les ONG se consacrent à la reconstruction des systèmes de distribution d'eau et des latrines et à la désinfection de sources d'eau. Dans certains villages, le tremblement de terre a même fait disparaître des sources naturelles.

Le risque d'apparition d'épidémies n'est pas lié à la catastrophe elle-même, mais plutôt aux regroupements de population consécutifs à la catastrophe. En effet, la destruction des réseaux d'eaux usées, l'accès insuffisant à l'eau potable, aux soins et parfois à la nourriture constitue un grand risque sanitaire. Ce risque peut provoquer des maladies et favoriser leur propagation. Il s'agit principalement d'infections respiratoires chez les enfants et de maladies diarrhéiques liées à la consommation d'eau contaminée.

Les cadavres qui se trouvent encore pendant un certain temps sous les décombres peuvent être vecteurs de bactéries, mais ils n'ont pas de potentiel épidémique.

Concernant des pathologies spécifiques telles que le choléra, la dengue, le paludisme etc., il faut qu'elles soient déjà existantes dans le pays concerné. Au Cachemire, il n'y a pas de risque de paludisme, mais le choléra constitue un risque majeur. Contracté en buvant de l'eau contaminée par des selles, il provoque des vomissements et de fortes diarrhées. Dans les cas extrêmes, il peut entraîner la mort en quelques heures, à cause des pertes d'eau et de sels minéraux qu'il occasionne. Un système de surveillance est installé.

Il y a aussi un risque concernant la rougeole car le taux de vaccination est bas dans la région. Une importante campagne de vaccination contre la rougeole, le tétanos et la polio a été entreprise chez les enfants.

#### 4.4.5. La santé psychique

Les troubles psychosomatiques et le stress post-traumatique sont une réaction normale après un tel événement. Toutefois, la réalité de ces syndromes ne doit pas être négligée. Des séances de discussion avec les psychologues et en groupe sont très importantes. Les gens ont un grand besoin de raconter leur vécu personnel. Les symptômes typiques des troubles psychosomatiques sont la perte d'appétit, l'insomnie, l'angoisse et l'agressivité.

Plus les douleurs physiques diminuent, plus les douleurs psychologiques grandissent. Le désespoir se voit dans les yeux des patients. Il y a aussi une grande peur d'un nouveau tremblement de terre. Des cas de suicide apparaissent aussi chez des personnes qui ont perdu toute leur famille.

Chez les enfants, le traumatisme est particulièrement profond. Ils font des cauchemars et refusent d'aller à l'école, car la plupart se trouvaient à l'école au moment du tremblement de terre. Ils ont particulièrement peur des bruits sourds, du tonnerre et des fortes pluies.

La peur des répliques est omniprésente. Pour le tremblement de terre du Cachemire du 8 octobre 2005, la dernière s'est produite le 29 décembre 2005, presque trois mois après le tremblement de terre.

#### 4.4.6. L'hiver et la saison des pluies

Au mois de novembre, l'hiver commence à s'approcher. Des tentes, des couvertures, des matelas, des bâches en plastique et du matériel de chauffage sont distribués à la population sans abri par les ONG. Généralement, en cette saison hivernale, à cause des températures très froides et des abondantes chutes de neige, les habitants restent groupés autour du feu et ne sortent pas de leur maison. Des pneumonies commencent à se développer chez les personnes déjà affaiblies par le tremblement de terre.

Les tentes, sous des hauteurs de neige allant jusqu'à 1.5 m s'effondrent ou laissent entrer l'eau, ce qui cause de nouveaux déplacements de gens dans les camps de la vallée et ce qui augmente encore le nombre de gens dans des installations déjà insuffisantes.

Au mois d'avril, commence la saison des pluies qui fait de nouvelles victimes. En effet, les gens se sont installés aux bords des rivières dans la vallée, souvent les seuls endroits plats, qui sont maintenant inondé par les rivières qui débordent suite à la grande masse d'eau tombée.

#### 4.4.7. Le Ramadan

Le Ramadan a lieu le mois qui suit le tremblement de terre. Malgré la situation difficile, la plupart des musulmans pratiquant continuent de jeûner pendant cette période. Ceux qui ont abandonné cette pratique se sentent coupable parce qu'ils n'ont pas assez de force. En cette période de spiritualité, les gens se croient punis par les péchés et manifestent une grande inquiétude pour le futur proche et lointain.

#### 4.4.8. L'infrastructure hospitalière

Dans un premier temps, les infrastructures hospitalières détruites sont remplacées par des tentes. A l'intérieur, la température baisse jusqu'à -9°C en hiver et atteint jusqu'à 44°C en été. Sous les masses de neige, elles résistent mal et laissent entrer l'eau en saison de mousson. Petit à petit, ces centres de soins provisoires sont remplacés par des structures préfabriquées temporaires, des containers. La remise à niveau de l'infrastructure hospitalière à long terme est très lente car l'obtention d'un permis de construire est difficile et il faut respecter les délais de construction.

La plupart des infrastructures hospitalières et les camps de personnes déplacées ont été mis en place par les ONG. À la fin de l'hiver, le Ministère de la Santé pakistanais veut acquérir ces infrastructures et les reprendre des mains des ONG. Le retrait forcé des ONG laisse un trou derrière eux qui est vite ressenti par la population. L'aide social et sanitaire fournie par le gouvernement pakistanais n'est pas de même qualité que celle des ONG, elle est même supprimée à certains endroits. Les capacités disponibles sont insuffisantes et il ne montre pas non plus l'intention de répondre à la demande en matière de santé. Les ONG ont toutefois réussi à convaincre le gouvernement de continuer à fournir un accès gratuit aux soins de santé.

#### 4.5.L'impact sur l'environnement

La région affectée par le tremblement de terre est une région importante pour les pays concernés. Le Cachemire qui est une très belle région montagneuse couverte de forêts, attire beaucoup de touristes locaux mais aussi internationaux. C'est pourquoi elle est très vulnérable et souffre des dégradations environnementales dues aux tremblements de terre et à ses impacts directs et indirects.

Les terrains fragilisés par le tremblement de terre ont subi de nombreux glissements. Suite à de fortes précipitations, d'autres glissements de terrains et des coulées de boues ont emporté beaucoup de terrains. Ces coulées de boues ainsi que des éboulements de pierres sont la cause des destructions les plus visibles. Le paysage a changé, il a été profondément modifié. On constate des dommages faits aux champs agricoles, en particulier ceux construits en terrasse, puisque l'on est en région montagneuse. Cette dégradation cause une perte importante pour ces régions où l'agriculture est une des activités économiques principale. Les bords des rivières et des fleuves ainsi que les systèmes d'irrigations sont aussi dégradés à cause de la présence de la boue et des débris qu'elle a emportés avec elle.

La région est riche en faune et abrite de nombreuses espèces en voie de disparition. Riche également en forêts, elle possède une grande variété d'arbres. A ce jour, l'impact sur la faune, la flore et la biodiversité n'a pas encore pu être évalué correctement. Mais on peut affirmer que l'impact à long terme est probablement grave pour toute cette richesse écologique ainsi que pour le Cachemire.

L'environnement, du point de vue socio-économique, est lui aussi concerné par ce désastre. Les ressources naturelles comme le bois et l'eau sont déjà touchées directement par les conséquences de ce tremblement de terre, comme on vient de le voir. Pour la reconstruction et la remise en route des activités et de la vie, il est certain que les ressources naturelles seront de nouveau mises à rude épreuve. Le bois est une des matières premières importante pour la reconstruction du logement et on doit aussi s'attendre à une plus grande utilisation d'eau qu'auparavant.

Le plus impressionnant des impacts sur l'environnement est sans doute les milliers de m<sup>3</sup> de gravats qu'il faut déblayer, car près de 400'000 maisons ont été détruites ou endommagées. Il faut correctement contrôler le recyclage de ces débris. Il faut notamment éviter que la population ne les jette dans les rivières qui ont déjà du mal à se nettoyer de toute la boue et des débris déjà présents. Une des clés pour le recyclage est de les réutiliser lors de la reconstruction des fondations.

#### 4.6.L'impact sur l'économie

L'économie de l'Inde ainsi que celle du Pakistan a beaucoup souffert du tremblement de terre. Selon le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) de l'université catholique de Louvain, l'Inde a subi des dégâts à hauteur de 5,8 milliards de dollars alors que pour le Pakistan, ils s'élèvent à 5 milliards de dollars. Ces chiffres ne prennent en compte que les dommages matériels subis, comme par exemple le coût de reconstruction des bâtiments écroulés et celui des infrastructures endommagées ou détruites.

Les pertes humaines ne sont pas incluses dans ces chiffres. Le nombre absolu de décès dû à cette catastrophe naturelle est de 77'000. En mettant en contraste le nombre relatif de morts pour 100'000 habitants au Pakistan et en Inde, on voit très vite que le Pakistan a été plus fortement touché. Au Pakistan, on compte 73'000 pertes humaines soit presque 47 décès pour 100'000 habitants. En Inde « seulement » 4'000 personnes sont décédées, ce qui représente 0,4 décès pour 100'000 habitants du pays. Avec ces chiffres, on peut commencer à imaginer le « vrai » coût économique et social du tremblement de terre.

Le nombre des victimes cache un détail assez important. Selon certains rapports, jusqu'à 70% des victimes sont des mineurs moins de quinze ans. Ce qui implique des changements et des problèmes démographiques importants qui devront être résolus.

Plus de la moitié des écoles se sont effondrées. Les enfants de la région ont beaucoup souffert et il s'agit maintenant de les protéger. Il y a un risque que des criminels essaient de vendre les organes d'enfants ou les emploient comme des esclaves pour les travaux astreignants.

Pour réduire considérablement ce risque pour les enfants et reconstruire les infrastructures un montant de 450 dollars par personne est nécessaire<sup>16</sup>.

Au niveau de l'impact économique sur l'industrie, il est faible pour la simple raison qu'il n'y a pas beaucoup d'industries dans la région proche de l'épicentre. Par contre, les conséquences sur l'agriculture, le domaine forestier et sur les activités commerciales sont importantes.

Ce tremblement de terre aura un effet à long terme sur l'économie de la région ainsi que sur la structure sociale et politique. Si rien n'est fait, ses conséquences demeureront longtemps négatives. Par contre, avec une politique adéquate, ses effets pourront avoir un impact bénéfique pour l'économie. Ce sont les personnes qui ont survécu au tremblement de terre qui constituent le problème principal à présent, parce que leur vulnérabilité au point de vue social ainsi qu'économique influencera le futur de l'économie de la région.

Il y a une forte probabilité qu'une grande partie des gens qui ont été affectés par le tremblement de terre migreront et comme environ 10 millions des personnes ont été touchées, le potentiel d'un grand changement démographique existe. Ce changement peut lui aussi s'avérer catastrophique pour l'économie de la région en question.

On peut imaginer trois scénarios différents à ce sujet. Premièrement, la population reste là où elle est avec globalement peu de mouvements démographiques. Deuxièmement, la population migre plus loin et se déplace vers les grandes villes. Troisièmement, les gouvernements changent totalement la structure de l'économie de telle manière à ce que les gens trouvent du travail dans la région affecté par le tremblement de terre.

Les deux premières situations ne sont pas acceptables car les gens perdent trop de qualité de la vie. L'explosion de la population des grandes villes à cause du déplacement des populations rurales portera également préjudice à l'économie citadine. Le troisième scénario constituera le moins de pertes économiques, mais, pour qu'on puisse assurer que ce scénario se produise, il faudra que les gouvernements agissent avec des formules adaptées.

---

<sup>16</sup> Selon SHAHID, Javed Burki. *Quake : Thibking Long-Term*, 20.12.2005

#### 4.7. Les impacts sur le conflit indopakistanaï

La situation politique tendue dans le Cachemire a rendu difficile l'arrivée d'aides par les organisations non gouvernementales. L'extrait suivant, paru dans "l'Humanité", journal français, le 12 octobre 2005 écrit par Bari Dominique démontre ce fait.

«Derrière des institutions civiles, l'armée dirige de fait le pays. Et sa puissance est d'autant plus prégnante que les zones frappées par les séismes sont des régions de guerre et de refuges pour les organisations islamistes, et qu'habituellement les restrictions de circulation pour les étrangers y sont importantes. Aussi est-elle incontournable dans l'organisation des secours. Et si Islamabad a accepté l'offre symbolique de New Delhi qui a proposé l'acheminement de 25 tonnes de secours dans la partie pakistanaïe du Cachemire, elle a refusé qu'y soient envoyés des hélicoptères et des soldats indiens. Malgré des scènes de désespoir qui se mue en colère, comme à Muzaffarabad, où ont été pris d'assaut ... de très rares camions militaires qui venaient d'arriver.

Du côté indien, des séparatistes en lutte contre la présence indienne au Cachemire ont décrété ... une trêve unilatérale temporaire dans les parties de la région touchées par le séisme. Le Conseil uni du Djihad (UJC), alliance d'une douzaine d'organisations de la guérilla, a appelé en outre ses combattants à prendre part aux opérations de secours. Le premier ministre indien Manmohan Singh a promis ... cinq milliards de roupies (116 millions de dollars) d'aide au Cachemire indien lors d'une visite dans la zone dévastée, à Tandhar puis à Uri (un peu plus au sud). Il y a rencontré des responsables civils et militaires afin d'évaluer les opérations de secours, avant de se rendre dans un camp de déplacés à Uri, à six kilomètres de la ligne de contrôle, la frontière de fait qui coupe le Cachemire entre le Pakistan et l'Inde.»<sup>17</sup>

Par contre, l'ONU annonce un certain rapprochement entre les deux pays afin de faciliter aux secours l'accès dans les deux parties du Cachemire.

Jan Egeland, Secrétaire général adjoint aux affaires humanitaires et coordinateur des secours d'urgence de l'ONU confirme le 7 novembre 2005 «que des fournitures avaient pu traverser, pour la première fois depuis des années, la frontière avec l'Inde au Cachemire, exprimant l'espoir que cette frontière serait davantage ouverte à l'avenir. «Plusieurs points de passage ont été prévus, mais seul un d'entre eux a été ouvert», a-t-il précisé.»<sup>18</sup>.

L'entraide au sein des familles qui ont été séparées des deux côtés de la frontière est aussi difficile, la frontière est partiellement ouverte pour eux, mais sous conditions. Ainsi, «Europe, solidaire sans frontières» annonce le 31 octobre 2005 :

Il a «fallu attendre un mois après le tremblement de terre pour que les gouvernements de New Delhi et d'Islamabad se mettent d'accord sur une mesure à peine symbolique et fort peu effective : les Cachemiris pourront franchir la «ligne de contrôle», cette frontière de fait qui divise leur pays —mais en cinq points seulement, à pied et à la condition d'en avoir reçu l'autorisation préalable !»<sup>19</sup>

---

<sup>17</sup> BARI, Dominique. *Tremblement de terre. Course contre la montre à la recherche des survivants*, 12.11.2005

<sup>18</sup> EGELAND, Jan. Extrait de son discours du 7 novembre 2005.

<sup>19</sup> EUROPE SOLIDAIRE SANS FRONTIERES. *Pour les victimes ignorées du tremblement de terre*. 31.10.2005

## 5. L'étude de cas et les propositions

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les conséquences du tremblement de terre du 8 octobre 2005 au Cachemire. En particulier, nous avons étudié les dégâts provoqués aux bâtiments et aux infrastructures, ainsi que les impacts sur la société, l'environnement et l'économie.

L'objectif de ce chapitre est d'analyser les problèmes des constructions afin de pouvoir proposer des améliorations et des mesures d'accompagnement pour la reconstruction. Cette démarche est d'autant plus pertinente que la reconstruction est encore en cours d'exécution et qu'un nouveau tremblement de terre n'est pas impossible.

Nous proposons de traiter trois éléments qui nous ont paru essentiels : les maisons individuelles, les bâtiments publics et les infrastructures d'eau, de gaz et d'électricité. Pour compléter notre étude, il est intéressant d'évaluer le potentiel d'applicabilité des mesures proposées pour une région comme le Cachemire. En effet, le Pakistan et l'Inde sont des pays en voie de développement et on ne peut pas appliquer les mêmes règles de construction parasismique que dans les pays développés qui, comme la Suisse, disposent d'un grand savoir faire dans le domaine du génie civil. Dans cet esprit, les mesures sont donc analysées d'un point de vue technique en utilisant les connaissances des pays développés mais sans oublier les traditions et le savoir-faire local.

### 5.1. Les habitations individuelles

La région touchée par le tremblement de terre se disperse sur 30'000 km<sup>2</sup>. Plus de quatre millions de gens ont été touchés.

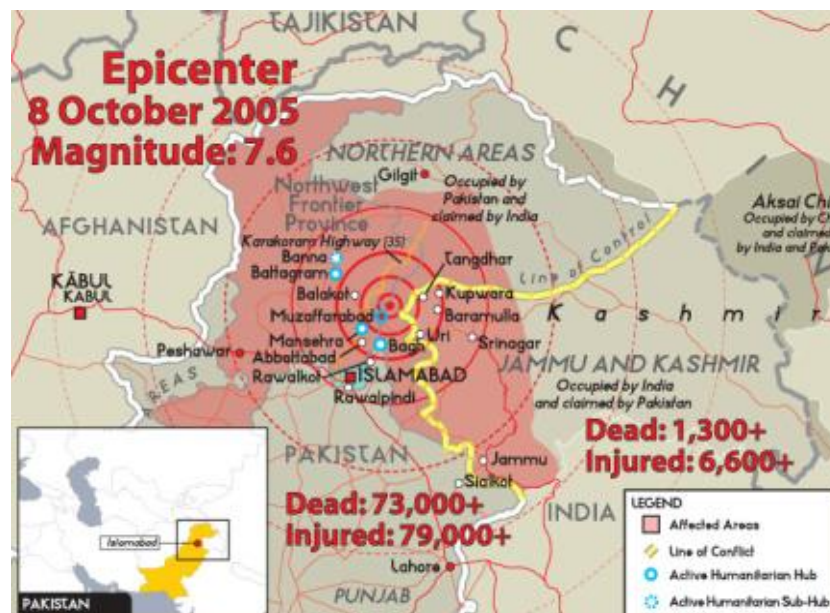


Figure 10 : Carte de la région affectée<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Source : <http://www.coe-dmha.org/Pakistan/SAEU030206.htm>

En ce qui concerne les habitations, près de 75% des maisons sont construites par les habitants eux-mêmes, 20% sont construits par un professionnel et seulement 5% avec l'aide d'un architecte ou d'un ingénieur civil.<sup>21</sup> Pour la reconstruction, ces proportions ne vont pas être changées fondamentalement. Le 90% des maisons détruites ou endommagées se trouvent dans les zones rurales, qui sont dispersées dans les vallées montagneuses.

La reconstruction des maisons représente environ 40% du montant total estimé pour la reconstruction, c'est-à-dire environ 1 milliard US\$.

#### 5.1.1. La stratégie de la reconstruction

L'Etat pakistanais, en collaboration avec l'armée, prend en charge la coordination et le financement de la reconstruction. Il a mis en place une autorité pour la reconstruction et la réhabilitation appelée "Earthquake Reconstruction and Rehabilitation Authority (ERRA)".

La majorité de l'aide est financée par « UN Habitat », qui est une organisation des Nations Unies. L'ERRA assure la distribution et le contrôle au nom du gouvernement pakistanais. Dans le secteur des habitations individuelles, la reconstruction est en charge du propriétaire lui-même, faute de manque d'argent et de mains d'œuvres disponibles. Une aide financière est donc allouée au propriétaire. Elle est de 175'000 roupies pakistanaises (PKR), soit environ 3'500CHF, pour chaque maison détruite et pour chaque maison partiellement détruite 75'000PKR, soit environ 1'500CHF.

Pour les maisons détruites, un paiement initial de 25'000PKR est effectué pour couvrir les besoins immédiats. Le solde est payé en trois fois : au début des travaux, après établissement des fondations et après la construction des murs et du toit. Pour les maisons partiellement détruites, un paiement initial de 25'000PKR est effectué. Le solde est payé après la reconstruction. Les paiements sont liés à un contrôle de chaque étape de travail et sont libérés seulement si les règles de construction parasismique ont été respectées.

Pour la partie formation, l'état pakistanais a divisé la région sinistrée en petits lots, les organisations non gouvernementales (ONG) intéressées choisissent la partie qu'ils veulent et prennent en charge et assurent la formation pour celle-ci. C'est l'ERRA qui a élaboré des critères et les règles de base à respecter par les ONG pour la reconstruction et la formation des habitations individuelles.

Ainsi, les matériaux de reconstruction locaux doivent être utilisés dans la mesure du possible. L'objectif de la reconstruction est d'apporter une amélioration de la résistance sismique des bâtiments reconstruits par rapport aux constructions initiales. Des techniques pour améliorer la construction traditionnelle sont développées par les ONG afin de conserver les traditions de chaque région. Pour respecter ces traditions, l'acquis et la conservation des connaissances en matière de construction parasismique des personnes locales est important afin de pouvoir en profiter dans le cas d'un futur tremblement de terre.

La protection de l'environnement, la gestion des déchets, les aspects sociaux et l'établissement de l'infrastructure nécessaire à la reconstruction sont aussi des facteurs importants qui sont réglés par l'ERRA.

---

<sup>21</sup> Chiffres selon VYNCKE, Johan, VAN DESSEL, Johan, et LEGRAND, Christian. *Mission technique au Cachemire*

### 5.1.2. La gestion des déchets

Le tremblement de terre a laissé derrière lui de grandes quantités de gravats qui proviennent des constructions détruites. Une grande partie de ces gravats peut être réutilisée pour la reconstruction des fondations de routes ou bermes latérales, le remplissage de gabions ou des fondations de bâtiments puisqu'ils sont disponibles sur place.

L'utilisation de ces matériaux n'est par contre pas recommandée pour la réutilisation dans le béton. En effet, un contrôle de qualité stricte des matières premières est nécessaire, mais il ne peut pas être assuré à court terme, donc pour la reconstruction suite au tremblement de terre.

Le déchargement et la mise en décharge des gravats est assuré par la main d'œuvre locale, disponible en grande quantité et avec des salaires basses. Les outils utilisés sont simples tel que des pics, des pioches et des marteaux de forgeron. Par contre, il manque d'engins lourds pour déplacer de plus gros blocs. Un tri des déchets est fait dès le début, ainsi, le papier, le plastique et les textiles sont séparés du béton et des pierres. Ensuite, les fers à béton sont éliminés du béton, ce qui se justifie par le prix de l'acier qui est actuellement très élevé. Ils peuvent ensuite être revendus ou réutilisés pour la reconstruction.

L'emplacement des décharges de matériaux est strictement surveillé, car des surcharges sur des terrains instables ou à des emplacements inappropriés sont à éviter. Ils peuvent en effet être la source de glissements de terrain lors de futurs tremblements de terre. De plus, les décharges sauvages attirent très vite d'autres déchets de toute nature, ce qui peut causer un problème de pollution de l'environnement.

### 5.1.3. Le renforcement des bâtiments endommagés

Les maisons qui ont résisté au tremblement de terre ne sont pas sans problème. En effet, elles ont souvent aussi été endommagées par les secousses. Il est important de les renforcer afin qu'elles résistent aussi à un futur tremblement de terre.

Premièrement, l'ampleur des dommages doit être évaluée. Pour ceci, les matériaux de construction doivent être déterminés et une évaluation détaillée des fondations et des éléments porteurs doit être effectuée par un spécialiste. En plus, la stabilité du terrain sur lequel la maison repose doit être évaluée. C'est un élément important car les mouvements du sol lors du tremblement de terre ont pu détruire la cohésion des terrains et ainsi, certains terrains en pente sont devenus fortement instables et ne vont pas pouvoir résister à un futur tremblement de terre, ainsi causant un glissement de terrain. Après cet examen, le renforcement des fondations et des murs peut être effectué par le propriétaire sous la guidance des spécialistes. Finalement, les éléments non porteurs tels que le plâtre des murs, peuvent être remis en état.

### 5.1.4. Les organisations non gouvernementales

Les ONG assurent d'une part l'établissement de centres de reconstruction et d'autre part, des équipes mobiles qui forment les gens dans les différents villages, auprès des autorités locales, des propriétaires et des artisans. C'est aussi de leur responsabilité de s'assurer du contrôle des nouvelles constructions.

L'objectif est une amélioration des constructions selon le principe de "Build Back Better", ce qui évitera des gros dégâts et des morts lors d'un futur tremblement de terre.

Les équipes des ONG se composent d'une majorité de personnel indigène et de quelques spécialistes étrangers qui assurent le transfert de connaissance. Ces équipes sont constituées de techniciens, d'ingénieurs civils et de travailleurs sociaux, et sont toujours composées de membres des deux sexes. Il y a aussi un fonctionnaire du gouvernement qui assure le contrôle des étapes de reconstruction et libère le paiement pour les maisons.

La reconstruction in situ par le propriétaire et les membres de la famille nécessite un minimum de déplacement de personnes. Une bonne formation et un appui technique pour respecter les règles de construction parasismiques sont mis en place. Dans ce but, des techniques déjà connues dans la région sont adaptées aux matériaux facilement accessibles.

#### 5.1.4.1. Un exemple : Architecture et Développement

Architecture et Développement est une association de solidarité, fondée en 1997, qui a pour but de renforcer les compétences des architectes comme acteurs du développement. En collaboration avec la Croix Rouge Française, ils sont responsables d'un lot dans la région de Batagram où ils s'occupent de plus de 7'000 familles, ce qui fait près de 50'000 personnes. Ce lot correspond à environ 3'000 maisons sur 4'500 qui ont été affectées par le tremblement de terre dans cette région.

#### 5.1.5. Le prototype développé par Architecture et Développement

L'équipe de Architecture et Développement, en collaboration avec Guy Besacier, ingénieur spécialiste du parasismique, a élaboré un concept pour un prototype d'habitat individuel parasismique. Ce prototype se base sur l'utilisation des murs en gabions. Il s'agit de paniers en fils métalliques remplis de pierre et disposés en rangées superposées.

Lors de l'élaboration de ce concept, les membres du groupe de travail ont trouvé très important de ne pas seulement se limiter aux aspects techniques du prototype, mais également de prendre en compte l'évolution potentiel de celui-ci au fur et à mesure de l'avancement du projet, le choix des matériaux et les filières de productions existantes dans la région ou à développer. Le contexte socioculturel du Cachemire pakistanais n'a pas non plus été négligé. Les techniques traditionnelles ont été étudiées et prises en compte dans la mesure du possible. Ceci pour valoriser et développer le savoir faire des habitants.

Le prototype est une maison sur deux niveaux qui offre environ 75m<sup>2</sup> de surface habitable pour une famille, constituée en moyenne de huit membres. En plus, la maison offre une toiture-terrace, adaptée au contexte montagneux et aux traditions de la région. L'intérieur peut être agencé librement à l'aide de cloisons souples et mobiles. Ceci permet une adaptation aux besoins de chaque famille.

L'utilisation des fondations et murs en gabion se justifie par plusieurs avantages :

- La matière première, les pierres, est disponible en quantité importante dans la zone montagneuse concernée. Il s'agit principalement de schiste, soit sous forme de blocs

bruts, soit sous forme de galets dans les vallées. Une alternative est aussi la revalorisation des gravats, issus des maisons détruites.

- Le savoir faire locale des techniques de construction en pierres sèches est un avantage précieux pour la reconstruction.
- L'utilisation d'un mortier à base de ciment n'est pas nécessaire. Ceci diminue fortement les coûts et les possibilités de malfaçon. En effet, le travail peut être achevé par temps sec et humide.
- Le montage par empilement ne nécessite pas de compétence particulière et permet un avancement rapide.
- Seul élément non-disponible sur place, l'acier, qui engendre des coûts. Les cages métalliques sont faites de fils d'acier galvanisé pour assurer une meilleure résistance à l'oxydation. Ils peuvent d'ailleurs être produit par pliage et assemblages et ne nécessite donc pas d'apport d'énergie électrique.

Tout ceci permet une fabrication sur place par les propriétaires, et éventuellement, pour les cages métalliques, une implication de petites entreprises locales pour la fabrication semi-industrielle de celles-ci.

#### 5.1.6. Les récits d'expériences sur le terrain

Dans la suite, nous rapportons quelques récits de Laurent Demarta qui participe à la reconstruction au Pakistan en tant que architecte. Laurent Demarta se trouve à Batagram depuis septembre 2006 avec Architecture et Développement.

Laurent Demarta a 30 ans. Il obtient un diplôme d'architecture à Paris-La-Défense et Strasbourg en 2000. En 2001, il obtient un diplôme d'études supérieures spécialisées en " Le matériau bois dans la construction" à l'ENSTIP d'Epinal en France. En 2003, il décroche un diplôme en cycle postgrade sur le développement à l'école polytechnique fédérale de Lausanne EPFL.

Il dispose d'une large expérience internationale, spécialement dans le domaine du développement Nord-Sud. Il a effectué plusieurs missions pour des ONG tel que "Médecins sans frontières" Suisse et Belgique. Il a travaillé dans divers pays tel que le Panamá, l'Afghanistan et le Libéria.<sup>22</sup>

Laurent Demarta nous révèle que les trainings donnés par Architecture et Développement sont appréciés par les habitants de la région. Certains ONG distribuent des "cadeaux" ou même de l'argent à ceux qui assistent aux trainings, mais Architecture et Développement est strictement contre cette pratique pour attirer les gens aux formations proposées.

Les gens qui assistent aux trainings sont motivés car la plupart des techniques proposées sont peu coûteuses. Ils écoutent bien les présentations, finalement c'est eux qui donnent leur temps pour la formation. Malheureusement les gens trichent parfois pour obtenir l'argent pour la reconstruction de la ERRA. Le contrôle régulier et final des habitations reconstruites est donc très important.

---

<sup>22</sup> Son curriculum vitae se trouve en annexe 8.2

### 5.1.6.1. Première mission sur le terrain

*Voiture, d'abord. Une heure, sur des routes de plus en plus étroites, de plus en plus sinueuse, et surtout de plus en plus inquiétantes. Au début, je m'amusais encore à remarquer que le 4x4 avait un rétroviseur spécial à l'avant du capot pour les manœuvres, et à compter les plants de chanvre qui poussent ici comme de la mauvaise herbe, personne ne songeant à en faire son profit. Je notais également ces pins particuliers à la région, tous nus jusqu'au sommet où ils développent une boule verte: je les ai baptisés "pins pompons" en hommage (discret) à l'hymne national des architectes, Le pompier (authentique). Enfin, je comptais les élevages de poules aux exhalaisons abominables, qui vous font rechercher des bouffées de gasoil comme des bols d'air pur. Il s'agit d'immenses structures poteau-poutre à trois étages qui ont hélas toutes résisté au séisme, et dans lesquelles on entasse de milliers, peut-être des millions de poulets. Beurk.*

*Et puis, on m'a aussi signalé quelques écoles détruites. Elles avaient résisté au séisme, mais apparemment "certains" auraient trouvé plus profitable d'encaisser le coût de reconstruction d'une école détruite que de conserver une école debout.*

*Puis, comme la route sinuait de plus belle et que les pentes se raidissaient de conserve, j'ai fini par m'apercevoir que je serrais les fesses, et ce n'était plus uniquement la turista (olympique durant les premiers dix jours de ma mission). J'ai dû commencer à prier à la première épingle à cheveux que nous avons abordée. On les prend en trois temps: 1-planter le nez de la bagnole dans la paroi, 2-reculer délicatement jusqu'à avoir les fesses du 4x4 à l'air, très loin au-dessus de la rivière tout au fond, et 3-se fendre d'un petit démarrage en côte sans frein à main, on est des hommes, merde, quoi!*

*Répéter l'opération à la prochaine. Et entre ces épingles à cheveux, la route était devenue si étroite que même croiser des piétons posait problème. Les murs de soutènement qui portaient la route ne reposaient parfois sur rien: c'était rassurant également. Il y avait longtemps que je n'avais plus eu ce sentiment aigu de dépendance absolue à la technique, que ma vie tenait à ces bouts de métal et de caoutchouc assemblés par des robots. Un pneu qui se déboîte, une plaquette de frein abîmée, et c'était... l'abîme, justement! Nous avons commencé à cinquante kilomètres à l'heure à Batagram (où la route est encore à peu près asphaltée), puis nous avons réduit à trente, puis dix, et là encore le 4x4 dansait, embardée sur embardée, comme un funambuliste saoul...*

*Nous avons fini par arriver à destination. Les trois gars de mon "équipe mobile" m'ont signalé une clinique où les médicaux de la mission viennent souvent, par le même chemin que nous venions d'emprunter: pauvres médicaux! Ces gens sont des héros: on ne le dit que trop peu. Il était dix heures, nous avons commencé à marcher. J'ai fait une bêtise: j'avais un sac à dos presque vide contenant un appareil photo et des bonbons, alors j'ai proposé que mes trois gars mettent leurs cahiers, posters, et autres documentations à offrir dans mon sac (plutôt que de tout garder à la main). Ils ont trouvé l'idée bonne, et nous nous sommes exécutés, mais bien entendu ils ne m'ont jamais plus laissé porter le sac devenu collectif!*

*La marche était raidasse, du niveau des sentiers de Grande Randonnée les plus roides de France. En termes anglais, je dirais "Scramble 1 & 2", ce qui signifie qu'il faut commencer à mettre les mains, mais qu'un encordement reste superflu. Assim, qui a pas mal vécu à l'étranger me racontait des histoires de mariage et de sexualité pakistanaises dans un anglais incompréhensible. Il était également épaté que je connaisse "Mulla Nasrudine", un personnage qu'il croyait musulman sinon national. Là encore, il a choisi les plus "croustillantes" (si tant est qu'on puisse m'expliquer en quoi de telles histoires puissent croustiller), aussi vous les épargnerai-je. Manzuur, un homme de mon âge, marchait vissé à son téléphone portable parce qu'il avait des "problèmes" avec sa femme. Enfin, Mehmet trottait devant avec le sac commun, nonobstant la chaleur et ses cinquante-cinq ans. Il est*

génial, ce Mehmet. Pour l'instant, au camp, je n'avais encore guère réussi à accrocher son regard, et il n'était pas de ceux qui se précipitent pour les séances de papouilles-bonjour. Mais là, il était chez lui (réellement, je veux dire), dans sa région: des trois, c'est lui qui parlait avec le gamins de passage pour leur demander notre chemin (je n'ai pas osé écrire "notre route")...

Souvent, la rivière que nous remontions était décorée de linge étalé sur les rochers, visiblement abandonné à la hâte: c'est que les femmes qui lessivaient nous avaient vu approcher et s'étaient cachées. Le vent portait parfois un éclat de rire ou de conversation, mais jamais une image.

Pause. Il faisait chaud. Une autre pause. Assim fatiguait: ça devait être de raconter des histoires qui lui a coupé le souffle. Une heure, deux que nous marchions. Nous étions montés de quelque cinq cents mètres de dénivelée, quand nous avons fini par apercevoir le bon village. Encore un pause, histoire de ne pas être complètement hors d'haleine pour les salutations. Bref, nous sommes arrivés: nous avons croisé un vieux qui coupait du foin avec ses deux fils de mon âge. Il avait une barbe blanche terrible, une peau brûlée par les activités en plein air, tellement de pattes d'oies au coin des yeux qu'il fallait chercher pour saisir son regard doux, et lorsqu'il s'est mit à sourire à mes compagnons qui lui parlaient, il a exhibé une dentition magnifique, blanche comme celle d'un nouveau-né!

J'étais impressionné et conquis. Nous l'avons suivi sur les cent mètres qui nous séparaient encore de sa maison, tandis que les fils réunissaient le reste du village. Sa maison, c'était une sorte de château-fort enchâssé dans la pente. Émergeant du toit-terrasse, une pièce sombre était toute percée de fenêtres qui auraient tout au plus permis de laisser passer un bras: c'étaient de meurtrières, en cas de lutte avec les familles voisines. Nous nous sommes d'abord posés dans cette pièce sombre et fraîche, et nous avons reçu l'eau de source, le thé et le maïs grillé de bienvenue. J'ai béni Sophie-notre-chef-de-mission qui m'avait prévenu que nous n'étions pas obligé de tout refuser pour raisons d'hygiène: l'eau de source est potable, ainsi que tout ce qui a bouilli ou cuit - le seul danger vient de la possible malpropreté des ustensiles. Bref, nous sommes autorisés à prendre le risque. Ensuite, comme j'étais le seul à ne pas avoir froid, nous avons sorti les lits en cuir tressé sur cadre bois (qui servent de sièges) sur la terrasse. De là, nous dominions toute la vallée de Tarand, l'une des deux vallées dont nous avons la charge. Assim m'a traduit dans son anglais redoutable que derrière la ligne de col qui nous surplombait de quelques centaines de mètres seulement commençait la "zone tribale", autant dire la lune! La "zone tribale" est la zone frontière avec l'Afghanistan où une logique de seigneurie féodale échappe au contrôlé étatico-militaire. J'ai été autorisé à prendre quelques photos, du panorama et des six ou sept vieux paysans qui représentaient le village.



Figure 11: Une maison traditionnelle qui a résisté au tremblement de terre

*Une fois par an, les hommes descendent au bazar de Batagram. Les femmes s'occupent des champs et des troupeaux. Trente foyers, trois cents personnes. Peu de destructions dues au tremblement de terre, car ils ont une tradition de construction bois-pierre très bien exécutée et solide, tradition qui se perd lorsque l'altitude décroît dirait-on. Par contre, ils souffrent, apparemment comme de nombreuses communautés de la région, de problèmes d'eau potable, et ils nous ont demandé d'en parler à une ONG de watsan (= Water & Sanitation = Eau & Assainissement). Ils se sont aussi plaint de ce que des villages voisins ont bénéficié, grâce à des "jeux politiques" (Assime a même traduit du "sport" politique) de tentes, bâches et autres aides d'urgence, et que eux n'ont pas vu l'ombre de la couleur du moindre soutien. On ne parle donc pas, dans ces conditions, de l'argent dont le gouvernement pakistanais est sensé récompenser toute reconstruction "parasismique"...*



*Figure 12 : Explications sur le terrain*

*Ils étaient ravis qu'on s'occupe d'eux. Bien entendu, ils ont strictement refusé de nous laisser partir sans nous offrir à manger, surtout à l'heure du repas. Je n'ai pas eu de problème de viande: ils n'en avaient pas eu à proposer. Mais leur omelette baveuse à manger avec du pain plat, je m'en suis foutu plein la lampe tellement c'était bon. Nous n'avons pas non plus refusé le dernier thé, et nous avons enfin levé le campement.*

*C'est à la descente que je me suis rendu compte de combien vertigineuse avait été notre ascension, et de combien les hommes de là-haut tiennent plus de la chèvre ou du dahu que de l'animal de plaine. En fait, dans ce paysage on ne trouve d'horizontal que le toit des maisons et les étroites terrasses où pousse le maïs. J'ai dit à Manzur de quitter son téléphone pour ne pas être tenté de se jeter dans le vide, et ça l'a fait rire. Bref, nous sommes arrivés à la voiture en deux fois moins de temps qu'il nous en avait fallu pour monter. Bien entendu!*

*17 septembre 2006*

#### 5.1.6.2. Le Ramadan

*Depuis, Ramadan a commencé. C'est drôle de constater à quel point ça influence toute notre vie: ce n'est pas seulement que nos horaires de travail soient modifiés, mais surtout qu'il devienne pratiquement impossible de réunir des gens à qui enseigner quelque chose: ils sont pris entre les récoltes d'une part, et l'hiver approchant (construction) d'autre part, le tout avec le ventre vide jusqu'à la nuit tombée... La vie est dure.*

*17 septembre 2006*

#### 5.1.6.3. Les femmes

*Quant aux femmes, elles n'existent pas dans ce pays, ou tout au moins elles n'existent pas dans le même Pakistan. Deux mondes, l'un masculin et l'autre féminin, coexistent sans jamais se rencontrer, ou si peu que pas: à se demander où ils trouvent leurs enfants. J'ai moi aussi tellement bien pris l'habitude de détourner la tête lorsqu'une femme - voilée! - passe que je ne connais aucune des dix femmes médecins locales qui vivent avec nous sur le camp, et que je sursaute lorsque l'une d'elles me hèle d'un "Good morning, Lawrence!" qui me semble s'abattre sur moi comme un coup de foudre issu d'une autre dimension de l'Espace-Temps et tout ça...*

*22 octobre 2006*

#### 5.1.6.4. Encore une mission

*"Mes" gars, ce sont vingt-cinq barbus, moitié "techniciens" (maçons, charpentiers et constructeurs divers) et moitié "sociaux" (anglophones et diplômés de quelque chose). Ils sont partagés entre mes deux fonctions ici. La majorité partent sur le terrain comme "Équipes Mobiles", et donnent des cours de construction parasismique dans les villages. Ça, ça tourne bien, et depuis longtemps. Et cette semaine, nous avons enfin lancé l'autre volet de mes responsabilités batagrammaises: un centre de formation pratique où les gens des villages viennent essayer "pour de vrai" les techniques dont nos équipes mobiles leurs parlent. Ce sont donc deux activités complémentaires: une fois nous allons à eux et enseignons de la théorie, et une fois ils viennent à nous pour de l'enseignement pratique...*



Figure 13 : Les membres de la Croix-Rouge

*Ce matin-là, j'ai laissé partir tous "mes" barbus après les avoirs embrassés et salués par leur prénom, et j'ai suivi Pierre-Yves sur un autre chantier. L'affaire est complexe. Ni lui ni moi ne sommes sensé construire ou faire construire directement. Notre mission est purement au niveau de la transmission de connaissance. Pourtant il y a un "pourtant", comme toujours dans l'humanitaire. Pourtant, donc, nous nous sommes engagés sur la construction de deux structures provisoires, une pour un centre de santé primaire et l'autre pour loger nos gars sur le camp (plutôt qu'en tente). Pierre-Yves s'était engagé là-dessus du temps où je ne savais pas que je viendrais un jour au Pakistan, puis j'ai repris le bébé et ça a participé à mon épuisement du mois dernier, et alors Pierre-Yves a repris l'affaire. Maintenant, c'est lui qui n'en peut plus. Nous n'aurions jamais dû nous lancer là-dedans...*

*Bref, nous avons embarqué pour une demi-heure de pick-up. Il faisait indécentement beau. Glacial et clair, avec des lumières à brancher une dynamo sur la tombe de Monet tant il doit s'y retourner.*

*Le chantier avançait. Moins que souhaité, mais plutôt proprement. Et puis, nous étions deux: on est toujours plus fort lorsqu'on est deux. Au retour, nous avons osé faire ce que l'un et l'autre avait toujours souhaité: nous avons fait arrêter la voiture pour prendre certaines photos particulièrement incontournables par une lumière pareille.*

*Pierre-Yves m'a déposé à "mon" centre de formation. Une dizaine de gars d'alentours étaient venus essayer de tailler des tenons et mortaises pour construire des maisons à colombage. Car le colombage est très résistant aux séismes! Il est utilisé (et donc "traditionnel") dans une région voisine, mais pas dans nos vallées... Alors nous devons toute enseigner, comme à des débutants. Les gens sont sceptiques, mais au fil de la journée de formation, leur intérêt s'éveille. Et pendant ce temps, Pierre-Yves se bat pour que la technique traditionnelle dans nos vallées soit elle aussi approuvée et acceptée officiellement.*

*Là encore, j'ai profité de ce que le cours se déroulait sans mon assistance pour prendre des photos. Toujours cette lumière qui rendrait beau un pot de gelly à la rhubarbe...*

17 décembre 2006

#### 5.1.6.5. Une mission avec des problèmes

*Il y avait si longtemps que je n'étais pas allé "sur le terrain" dans les villages reculés que je n'avais toujours pas touché cette neige aguicheuse qui se retroussait chaque jour un peu sur les collines alentours. Elle était tombée en une fois - quatre jours de pluie chez nous -, puis le clair soleil la faisait reculer inéluctablement. Je ne savais plus que désirer: souhaiter la neige, c'était risquer la pluie sur le camp. Vouloir le beau temps sec, c'était se condamner à ces éminences brunes et grises, desséchées, comme stériles.*

*J'étais donc parti avec une équipe de quatre pour Pansera & Bagjai, deux hameaux parmi les plus hauts dont nous nous occupions. La route s'élevait d'abord sur "notre" vallée, et les rizières reflétaient le gai soleil matinal au fur et à mesure que la nappe de brume se dissipait. Ensuite, nous avons remonté la vallée de Perrari où sont nos "villages lointains". Au fond, je distinguais un paysage familier, presque natal, de pins noirs se détachant sur des pentes éblouissantes.*

*La voiture nous a déposé en fin de route. Il n'y avait plus de neige, alors que quelques jours plus tôt l'équipe médicale en avait fait un bonhomme. Nous avons commencé à marcher. Nous nous sommes peu à peu élevés, deux heures durant. Nous avons effectivement fini par trouver la neige, puis à devoir marcher dedans.*

*Lorsque nous avons atteint nos hameaux, il n'y avait guère que des femmes, qui se sont dûment cachées avant notre arrivée. Elles ont envoyé les gamins chercher les rares hommes*

*qui n'étaient pas ailleurs. Pour nous faire patienter, on nous a conduit à la terrasse de la scierie, en balcon sur toute la vallée, ses brumes de fin de matinée et ses flancs blancs. Sous le soleil presque printanier, c'était idyllique. En me retournant, je démontais du regard la vaste charpente de la scierie: ce n'était que bouts de bois coulés sans rime ni raison, jusqu'à ce que "ça tienne". C'était formidable d'anarchie et de déraison, c'était comme un défi à la science raisonnante.*

*Quelques hommes ont commencé à s'assembler, des vieux. Au bout d'une petite heure d'attente, nous avons commencé notre cours sur les maisons à panneaux de bois, mais nos hôtes nous ont gentiment interrompus. Ils nous ont expliqué que nous étions leurs invités et qu'à ce titre ils tenaient à ce que nous mangions à leur table, mais qu'ils refusaient d'entendre notre cours parce que les voisins d'en-dessous se moqueraient d'eux s'il pouvait se dire qu'ils écoutaient des gens qui emploient des femmes.*

*Voilà, tout était dit: puisque des femmes travaillent pour la Croix-Rouge Française, nous étions tous des efféminés, et nous écouter c'était nous ressembler.*

*Nous avons donc accepté leur nourriture, et lorsque presque tous se sont retirés pour la prière de midi, j'ai glissé à un de "mes" gars resté pour moi qu'en terme de virilité, je ne les trouvais pas formidables des gars qui craignaient par-dessus tout les ragots colportés par leurs voisins...*

*Les cours à Pansera & Bagjai sont donc gelés jusqu'à ce qu'une "équipe de choc" de nos meilleurs diplomates soit allée tenter de récupérer l'affaire. En attendant, les pauvres bougres n'auront pas reçu les abris d'urgence tant convoités que nous étions justement en train de distribuer...*

*Pour redescendre, nous sommes passés par le chemin des fameux voisins, et ils nous ont effectivement traités de tarlouses et de couilles molles.*

*14 décembre 2006*

#### 5.1.6.6. Les menaces contre les ONG

*Toute la région est en alerte "Charlie", ce qui n'est pas bien grave mais a pour conséquence l'interdiction de tout déplacement. Pour nous, c'était donc presque une journée de vacances, puisque d'une part nos activités impliquent des déplacements et que d'autre part notre staff doit se déplacer pour venir bosser. J'avais donc deux gars sur vingt-cinq.*

*Il s'agissait de menaces contre les ONGs par des mollahs fatigués de voir certains d'entre nous avoir des comportements inadéquats (fringues, gestes, alcool, etc.). Je ne peux pas leur donner totalement tort sur le fond (si nous sommes chez eux, c'est à nous de respecter leur culture, comme j'entends que ceux qui viennent vivre chez nous ait un peu de respect pour la nôtre), même si j'admets que la forme est un peu excessive! De toute façon, nous n'étions que peu concernés puisque notre réputation à ces niveaux-là est très bonne, et pas par hasard. C'est notre réputation qui conditionne l'impact de nos entreprises.*

*À midi, j'ai appris que nous allions accueillir trois visiteurs. Il s'agissait d'une voiture d'une autre ONG que par respect je ne nommerai pas, qui s'était "perdue" à l'annonce de l'alerte et demandait asile pour la nuit. Ce n'était pas bien malin de leur part, mais nous n'allions pas leur fermer la porte non plus!*

*Hélas, en deux phrases et moins d'une minute, ils ont réussi à me les faire les haïr. Ils sont arrivés en claironnant "Bon, on se fait la bise", alors que nous nous l'interdisons strictement en extérieur, même en situation normale, et ont enchaîné en proposant d'envoyer les deux "locaux" qui les accompagnaient (chauffeur et traducteur, j'imagine) manger au bazaar, c'est-à-dire au cœur de la tourmente puisque nous étions vendredi midi, heure de la grande prière (celle, par exemple, des exécutions publiques en Afghanistan)... J'étais soulevé d'indignation par l'inconscience de ces gamins auto-persuadés du bien-fondé de leurs entreprises, et pour qui ces idéaux primaient sur toute culture. J'étais révolté par ces quasi-touristes irresponsables, inconscients des conséquences de leur attitude, de leur présence, de leurs actes. C'est à cause de connards comme eux que les mollahs lancent des imprécations contre les ONGs. Je les déteste.*

*Alors je me suis retiré dans mon container, et je n'en suis pas sorti avant leur départ, le lendemain...*

22 décembre 2006



Figure 14 : Le camp de la Croix rouge et de Architecture et Développement

#### 5.1.6.7. La construction locale « en batar »

*D'ailleurs, la plus belle journée (dans bien des sens) de cette semaine passée trop vite, nous sommes allés ensemble (sans notre Pierre-Yves à nous était toujours en vacances méritées) étudier les fameuses maisons en bois-pierre de chez nous, la construction dite en "batar". Il s'agit de murs de maçonnerie épaisse posée sans mortier mais renforcée par des longerons de bois à intervalle serré. Il y a des mois que nous en parlons, que nous spéculons, que nous calculons, et il était temps que nous allions confronter nos idées et théories à la réalité et aux maçons spécialisés. Le déclencheur a été la visite de Tom dans ce but. Tom est un peu notre chef à tous les trois. Il travaille pour la Coopération Suisse. Bref, nous avons passé la journée à crapahuter dans les rizières vert tendre en parlant construction sous le soleil. Moment ineffable. Je passe les détails, vous pouvez imaginer: délassément physique des membres, délassément intellectuel des discussions passionnées entre pairs, soleil, et tout le reste...*

19 mars 2007



Figure 15 : Construction traditionnelle en « batar »

#### 5.1.6.8. Les répliques et les glissements de terrain en début mars 2007

*De drôles de bruits sourds me parviennent de partout autour. Ce ne sont pas des armes. Et comme la pluie est de retour, je me demande s'il ne s'agit pas de glissements de terrain... Nous verrons lorsqu'il fera jour. Ça me rappelle que j'avais oublié de vous signaler qu'il y a quinze jours j'ai eu droit à mon plus bel "after shock" (= réplique): c'est impressionnant. Je ne vous ai peut-être pas dit qu'il y a des secousses tous les jours, même si nous n'en percevons qu'un par semaines environ.*

*Waouw, tout tremble! Ça doit être terrible. J'espère vite savoir de quoi il en retourne...*

*Hier, matin, j'ai rejoints mes équipes en Kamiz toute neuve. Hélas, la pluie était devenue telle que les routes étaient bloquées. Nous nous sommes donc occupés en vagues travaux de bureau. Vers midi, on m'a annoncé qu'une partie de la maison où logent nos gars s'était écroulée. Incrédule, j'ai demandé une voiture pour tenter d'aller voir. Comme le soleil était revenu depuis une heure, nous avons pu passer sans encombre, mais j'ai pu constater les éboulements entendus la veille. La rivière était si grosse qu'on l'aurait dite non pas agitée, mais immobile et couverte de créatures marron épaisses qui dansaient frénétiquement sur la surface inégale.*

*À la maison, les dégâts étaient à la fois pires et moindres que je l'aurais imaginé. Les chambres et espaces à vivre demeuraient à l'abri des risques, mais deux caves qui servaient de stockage de matériaux et matériel avaient vu un pan de mur s'écrouler vers l'intérieur sous le poids de la terre gorgée d'eau. Nous enseignons la construction résistant au tremblement de terre à des gens qui ne savent pas construire résistant à la pluie! Nous avons du boulot... Qu'importe: le printemps commence...*

*21 mars 2007*

#### 5.1.6.9. Tremblement de terre en Afghanistan, magnitude 6.2, 3 avril 2007

*Lundi, nous avons eu journée d'intégration des onze nouveaux (nous n'en avions prévu que neuf, mais voilà, nous avons changé nos plans). Très chouette journée, très bon esprit d'équipe. Laurent = content. Mardi, tremblement de terre en Afghanistan. Nous étions en training: les gars sont sortis en courant. Je leur ai gentiment fait remarquer que nous étions dans une tente! Une tente!!! Ils ont ri pour évacuer leur peur. Je les comprends. Nous avons monté une cellule de crise pour identifier d'éventuels dommages sur les zones où nous intervenons. Résultat: une jambe cassée (un gars tombé d'un toit). C'est tout. Ouf! Par contre, que nous appelions et prenions soin de "nos" communautés les a touchées. Gagné! Après diverses info contradictoires, le verdict est tombé: c'était un tremblement de terre de magnitude 6.2, soit un de moins que "le nôtre" (soit dix fois moins fort, puisque l'échelle est logarithmique). L'épicentre est à quelques kilomètres (une vingtaine?) d'Iskashim.*

*8 avril 2007*

#### 5.1.7. L'état actuel de la reconstruction

Selon une estimation de l'association Architecture et Développement, environ un tiers des maisons sont déjà reconstruites. Un autre tiers est en cours de reconstruction. Le troisième tiers ne sera probablement pas reconstruit car les familles sont parties ou sont trop pauvres.

Architecture et Développement sera encore sur place jusqu'à la fin de l'année 2007 et une prolongation est possible. D'autres ONG, comme par exemple la Croix Rouge Belgique, resteront sur place encore plus longtemps. Mais de manière générale, les ONG commencent déjà à partir.

### 5.1.8. L'applicabilité

La problématique des habitations soumises à un tremblement de terre dans une région comme le Cachemire se distingue profondément des pays développés comme la Suisse.

Premièrement, l'état des constructions était très mauvais d'un point de vue de la résistance contre des secousses sismiques. En fait, une grande partie des maisons ont été construites par les habitants eux-mêmes, qui ne disposent pas de savoir faire spécifique dans la construction parasismique. Cette situation est notamment dû au fait que la région, très montagneuse à un accès long et difficile aux villes et donc à l'éducation et l'information. Ainsi, il n'y a pas beaucoup de spécialistes du bâtiment dans les villages éloignés qui peuvent aider les habitants. Toutefois nous avons constaté que dans certaines régions, les habitants ont un grand savoir faire dans la construction parasismique. En effet, des constructions traditionnelles « en batar » ou « à colomage » ont bien résistés au tremblement de terre. Malheureusement, ce savoir faire a tendance à disparaître au fils des années.

Deuxièmement, les moyens à disposition sont assez restreints mais les propriétaires de maisons peuvent compter sur une aide financière de l'état pakistanais. Cette aide est mise à disposition par les Nations Unies. Les gens sont souvent limités aux matériaux qu'ils trouvent sur place car il y a un manque de moyen de transport et de routes accessibles aux camions et engins lourds.

Nous avons donc pris en compte ces deux aspects et essayés de donner des mesures applicables qui sont proposés par l'ERRA et les ONG sur place, basés sur le savoir faire local. Il ne s'agit donc pas d'un simple transfert de connaissance Nord-Sud, mais d'une réelle collaboration entre les différentes parties : l'état, les ONG et les habitants. L'acceptabilité est ainsi meilleure.

## 5.2. Les bâtiments publics

Les bâtiments publics de la région du Cachemire sont durement touchés par le tremblement de terre. D'après un rapport de la fédération internationale de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge publié en mars 2006 : « Le tremblement de terre a détruit ou endommagé près de 6300 établissements scolaires, entraînant la mort de quelque 850 enseignants et 18 000 élèves. »...« Près de 50% des 800 établissements médicaux des régions sinistrées ont été détruits et 25% ont été endommagés. »<sup>23</sup>. Ce bilan pour les dégâts sur les bâtiments publics est alarmant. C'est pourquoi, il est important de traiter ce sujet.

Ces deux bâtiments publics sont essentiels pour un bon fonctionnement de la société et d'autant plus lorsqu'un désastre frappe une région.

Les établissements hospitaliers doivent être à même de pouvoir guérir les blessés d'un tremblement de terre lorsqu'il s'en produit un. Mais il faut qu'il soit encore « debout » pour pouvoir accueillir la population blessée. Ceux-ci jouent aussi un rôle après la catastrophe, ils doivent être là pour guider et aider la population à entretenir une hygiène correcte pour ne pas succomber aux maladies issues des conséquences secondaires d'un tremblement de terre.

Les établissements scolaires sont importants après la catastrophe, car ils permettent le maintien d'un tissu social qui a été malmené par les impacts d'un tremblement de terre. Un grand nombre de la population a perdu son habitation, ces gens sont perdus et désespéré. C'est pourquoi il est important que la vie reprenne et que ce peuple ne se laisse pas aller. L'école aide à une reconstruction de la cohésion sociale.

Un autre aspect important, pour lequel il est évident que les bâtiments publics tels que les hôpitaux et les écoles ne doivent pas s'effondrer lors d'un tremblement de terre, c'est qu'ils accueillent un grand nombre de personnes en journée et si le tremblement de terre se produit pendant la journée, il y aura beaucoup de blessés ainsi que de morts.

Après ces constatations désolantes, il faut alors reconstruire ces bâtiments ou les renforcer de manière à ce qu'il résiste aux prochains tremblements de terre. C'est le même constat que fait l'organisation Earthquake Reconstruction & Rehabilitation Authority (ERRA) au Pakistan. Elle rédige notamment deux rapports intitulés « Build back better ». Ce qui signifie reconstruire mieux qu'auparavant. Le premier rapport concerne le secteur hospitalier et le second le secteur scolaire.

Le rapport que fait cette organisation au sujet de la politique de reconstruction et de réhabilitation dans le secteur de la santé est clair, il met au premier point de ces défis : « Rationalized reconstruction and rehabilitation of health infrastructure, making them seismically safe and user friendly; »<sup>24</sup>. C'est-à-dire, une reconstruction rationalisée et une réadaptation de l'infrastructure de santé les rendant face au séisme sûr et facile d'utilisation. Cette même organisation fait un autre rapport dans le secteur de l'éducation, dans la première phase de ce rapport, il nomme comme premiers points d'intervention « a) Better construction

---

<sup>23</sup> FEDERATION INTERNATIONALE DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT ROUGE. *Tremblement de terre au Pakistan : faits et chiffres*, 13.03.2007.

<sup>24</sup> EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. *"Build Back Better": Health sector*.

designs, b) Provision of better physical facilities »<sup>25</sup>. Ils mettent donc en avant l'importance d'une meilleure conception de construction, ainsi que de meilleurs équipements.

Pour les bâtiments publics ce n'est pas la population qui les construit ce sont les professionnels du bâtiment de la région du Cachemire aidés par les organisations qui fournissent leur savoir-faire. On peut donc appliquer une certaine technologie un peu plus poussée que pour la reconstruction des habitats de la population. Néanmoins, il ne s'agit pas de mettre en avant un savoir compliqué applicable dans les pays développés, mais bien de mettre en avant quelques règles simples pouvant être applicables pour les constructeurs et les ouvriers locaux avec les moyens ainsi que les matériaux à disposition dans la région. Ces quelques règles sont certes issues d'études techniques, mais elles restent des principes de constructions simples.

### 5.2.1. Les problèmes rencontrés

Les causes principales de la destruction du bâti lors du tremblement de terre sont facilement identifiables. On peut mettre en évidence plusieurs causes.

Un toit lourd a un mauvais comportement lors des séismes. Il entraîne le bâtiment dans des oscillations plus importantes. De nombreuses ouvertures dans les murs mal disposées diminuent la résistance lors d'un séisme. Souvent l'étage inférieur ainsi que les fondations sont déficientes. C'est à cet endroit que les sollicitations lors d'un séisme sont les plus importantes, il est donc nécessaire de le concevoir correctement. Un facteur aussi important, est le site sur lequel est édifié le bâtiment, car comme on l'a vu il a des effets de site. Dans le cas où l'on doit reconstruire entièrement le bâtiment, il est utile de reconsidérer l'emplacement.

Tous ces problèmes peuvent être réglés avec une bonne conception. On propose quelques principes de base de conception par la suite.

### 5.2.2. Les principes de base de la conception parasismique

#### 5.2.2.1. Le choix d'un emplacement approprié

Dans le cas de la reconstruction, on peut choisir un emplacement qui soit plus sûr que celui utilisé précédemment si celui-ci n'était pas judicieux. L'importance d'un bon emplacement est primordiale, puisqu'il peut amplifier énormément les dommages et donc augmenter le risque sismique. On doit trouver un endroit qui réduise le risque sismique au minimum. A noter que ces quelques réflexions sont aussi valables pour la reconstruction des maisons individuelles. On doit choisir un endroit sûr qui est à l'abri d'un glissement de terrain.

Les terrains pentus sont donc à proscrire, ainsi que les terrains instables susceptibles de glisser plus bas en emportant avec elle le bâtiment. On identifie, entre autres, comme terrain mauvais les argiles ainsi que les terrains issus de matériaux en décomposition.

---

<sup>25</sup> EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. *"Build Back Better": Education Sector.*

On prévoit aussi un endroit qui est à l'abri des éboulements ainsi que des chutes de blocs. On peut stabiliser un terrain qui semble instable, ou protéger un bâtiment existant en construisant des murs de soutènements. Si s'agit d'une grande surface, on peut mettre en place ce que l'on appelle une « barrière verte ». Il s'agit d'avoir de la végétation capable de ralentir la chute de blocs en dissipant l'énergie que le bloc absorbe en tombant.

Toutefois la proximité directe d'un grand arbre est mauvaise car celui-ci pourrait s'effondre sur le bâtiment en cas de tremblement de terre et causer des dommages importants. Sinon, un bon indicateur de stabilité d'un terrain en place est la présence d'arbres droits dans la zone considérée. Si ceux-ci sont inclinés anormalement, on a un signe de terrain mauvais. Une fois l'emplacement choisi on doit s'assurer de ne pas être trop près de la forêt ou d'un mur de soutènement. Une distance minimum correspondant à la hauteur du bâtiment doit être respectée. On ne doit surtout pas venir s'appuyer contre un mur de soutènement.

On doit aussi repérer le terrain en tenant compte du danger de liquéfaction des sols. Il faut étudier les dangers que représentent notamment les sols limoneux et sableux en établissant des cartes de danger.

#### 5.2.2.2. Le choix d'une forme et d'une disposition des murs appropriés

La forme, la taille, ainsi que la disposition des éléments porteurs du bâtiment est important pour une bonne conception parasismique.

Une forme symétrique et régulière est préférable pour résister aux tremblements de terre. Les bâtiments asymétriques ont des rigidités différentes dans les deux directions principales horizontales. En cas de séisme, le bâtiment voudra osciller de manière différente suivant les parties et elles vont se gêner entre elles et occasionner des dégâts. On préférera des formes compactes plutôt qu'une forme asymétrique comme un bâtiment en « L » par exemple. On construira plutôt deux bâtiments distincts, en soignant les joints entre bâtiments, qu'un bâtiment asymétrique se comportant moins bien en cas de tremblement de terre.

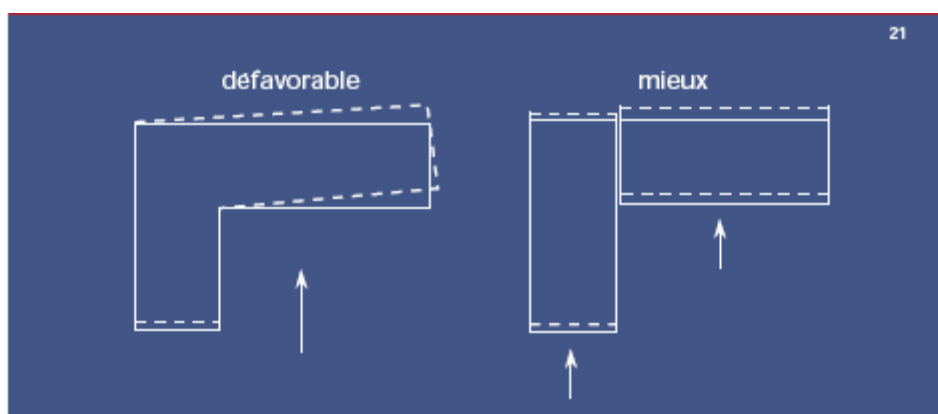


Figure 16: Principe de base : Privilégier les configurations compactes<sup>26</sup>

<sup>26</sup> Source : BACHMANN, Hugo. *Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrages et autorités*, p.52

Pour des éléments stabilisateurs comme les contreventements, il est aussi important de bien étudier leur position. Il faut éviter de stabiliser non symétriquement, c'est-à-dire si le centre de masse  $M$  du bâtiment ne correspond pas au centre de rotation  $S$  du bâtiment ou en est trop éloigné. On aura alors de la torsion qui se produit dans le bâtiment sous l'effet d'un tremblement de terre. Le bâtiment se tourne sur lui-même. Les murs de refend ou treillis qui sont des éléments stabilisateurs doivent alors être disposés symétriquement en plan et en nombre suffisant dans chaque direction principale. Voici un bon exemple et un contre-exemple de disposition d'élément stabilisateurs :

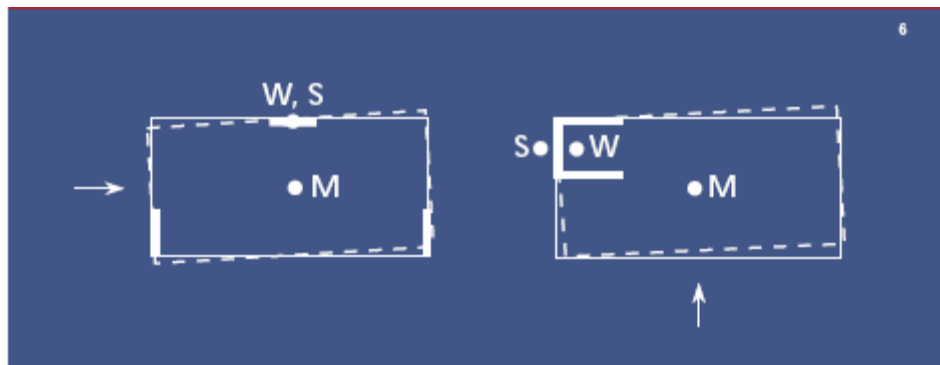


Figure 17 : Principe de base : Eviter les stabilisations non symétriques : A gauche un bon exemple et un contre-exemple à droite<sup>27</sup>

Un autre principe concerne la construction mixte en maçonnerie et en béton. Il est très mauvais pour le comportement de la structure de réaliser des cadres rigides en béton armé et de les remplir avec de la maçonnerie non armée. Ce mode de construction très répandu se comporte mal en cas de séisme, car ces deux matériaux ont un comportement très différent. Le cadre en béton armé est plus souple et tente de se déplacer avec le séisme, tandis que la maçonnerie, plus compacte et rigide supporte mal les mouvements horizontaux et montre un caractère fragile.

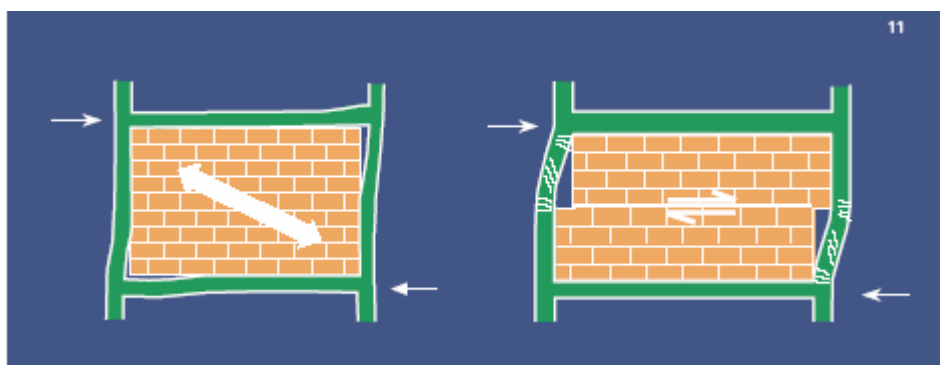


Figure 18 : Principe de base : Eviter de remplir les cadres de maçonnerie<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Ibid., p.21

<sup>28</sup> Ibid., p.29

Il est plus judicieux de prévoir des parois porteuses en béton armé et de remplir les façades avec de la maçonnerie non porteuses. Ainsi on limite les mouvements horizontaux dans la maçonnerie et le bâtiment résiste mieux au tremblement de terre.

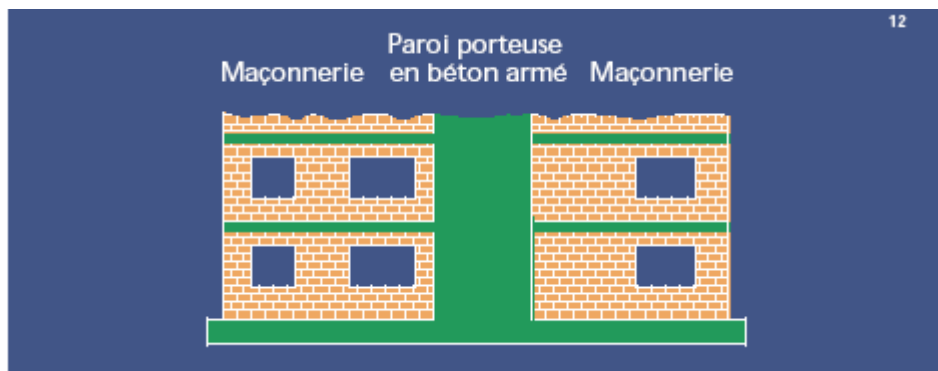


Figure 19 : Principe de base : Parois porteuses en béton armé et maçonnerie en façades<sup>29</sup>

Un autre principe est « l'effet boîte ». Il s'agit de bien lier ensemble tous les éléments du bâtiment tels que les murs, les planchers et le toit. Lors d'un tremblement de terre, le bâtiment et ses éléments solidarisés vibrent tous ensemble. Ce système permet de répartir les efforts entre les différents éléments porteurs en fonction de leur rigidité.

#### 5.2.2.3. Les fondations

Les fondations ont comme rôle de transmettre au sol les charges verticales venant du bâtiment. On vérifiera par un calcul simple que le sol est à même de reprendre cette charge. Les fondations sont situées au dessous du niveau du sol, elles ont un rôle important pour la stabilisation du bâtiment. Elles devront être réalisées soigneusement et ne devront pas être négligées. On peut utiliser les gravats des bâtiments détruits pour exécuter ces fondations.

#### 5.2.2.4. Les ouvertures

Lors de la conception d'un bâtiment, on veut souvent apporter le plus possible de lumière naturelle. Mais il faut être prudent et ne pas faire des ouvertures partout et sans réflexion préalable. Un grand nombre d'ouverture rend le mur plus faible et moins résistant. Il faut donc limiter le nombre et la taille des ouvertures. Un endroit, où il est particulièrement néfaste de mettre une ouverture est à proximité des coins des murs. Car à ces endroits, une rigidité plus importante se forme entre les murs. On donne quelques indications pour les ouvertures :

- La largeur d'une ouverture ne doit pas excéder 1.2m
- La somme totale des ouvertures ne doit pas excéder 50% de la largeur totale du mur
- La distance entre un coin et la première ouverture est d'au moins 60cm

Il faut notamment éviter ce que l'on nomme les « étages souples ». Que cet étage soit le rez-de-chaussée ou un étage supérieur, il faut absolument éviter de le construire ainsi car cela peut être extrêmement dangereux. Le bâtiment en entier peut s'effondrer et écraser tout son contenu. Un « étage flexible » est lorsque l'on diminue la rigidité de cet étage en enlevant par exemple le mur porteur pour avoir plus d'ouvertures et de transparence dans le bâtiment et

<sup>29</sup> Ibid., p.32

qu'on le remplace par des colonnes. Il faut absolument éviter d'avoir un étage qui soit moins résistant que les autres, car lors d'un tremblement de terre, les efforts vont se concentrer au droit des changements de rigidités et ainsi avoir des effets très néfastes. On montre ci-après un bâtiment qui n'a pas résisté à un séisme à cause d'étages trop flexibles.



*Figure 20 : Bâtiment avec un étage flexible à Izmut en Turquie, après le tremblement de terre de 1999<sup>30</sup>*

Il faut aussi éviter d'avoir un étage moins rigide au rez-de-chaussée. Ce cas arrive souvent, car souvent il y a des boutiques, ou d'autres usages qui nécessitent de grandes ouvertures.

#### 5.2.2.5. Le toit

Il vaut mieux avoir une construction légère et flexible plutôt que lourde et rigide qui risque de s'effondrer. Construite de cette manière, le déplacement du toit peut ainsi être diminué par trois, car le toit a la capacité de se déformer et d'absorber l'énergie qui lui est transmis.

#### 5.2.3. L'applicabilité

Ces quelques principes de base exposés ont été choisis et adaptés à la situation du Cachemire. Ce ne sont pas des considérations très techniques car elles se rapportent essentiellement à la phase de conception du bâtiment. Les mesures n'occasionnent pas de coûts supplémentaires sur le coût de la construction, mais elles permettent une prise de conscience du risque sismique dès le début et pour tous les intervenants : les ouvriers comme les habitants. Ces derniers seront plus sensibles à ce risque et seront plus ouverts s'ils sont confrontés à un intervenant d'une ONG qui vient leur expliquer comment construire leurs maisons.

De plus, la construction des bâtiments publics, si elle est correctement effectuée occasionne un sentiment de sécurité et de bien-être si elle résiste à un tremblement de terre.

---

<sup>30</sup> Ibid., p.20

### 5.3. Les infrastructures

Un tremblement de terre peut non seulement faire des dégâts au niveau des bâtiments mais aussi au niveau des infrastructures publiques. Les réseaux d’approvisionnement en électricité, en gaz et en eau sont généralement touchés. Les trois types d’installations vont être analysés afin de comprendre les origines de leur vulnérabilité. Des solutions seront proposées pour éviter leur destruction par un séisme, destruction qui occasionne des difficultés pour les habitants et l’environnement.

#### 5.3.1. Le réseau d’électricité

L’électricité joue un rôle vital lors des premiers secours. La police, les pompiers et les hôpitaux en ont besoin pour leur travail. Les principales origines des coupures de courant sont liées à la vulnérabilité des éléments suivants dans la chaîne de transmission de l’électricité : disjoncteurs, douilles de transformateur, commutateurs de débranchement aux sous-stations... Les disjoncteurs servent à déconnecter et à changer l’itinéraire de l’électricité. A priori, ces changements sont faits à distance. Après un séisme, si des lignes de courant sont hors service, le fonctionnement de ces disjoncteurs est essentiel pour garantir l’approvisionnement en électricité ou pour effectuer des travaux sur le réseau.

Normalement, les douilles de transformateur sont faites en porcelaine, qui est un très bon isolateur. Le problème principal de ce matériau est sa fragilité et donc sa susceptibilité à la rupture. Même si ces douilles peuvent être facilement remplacées, le temps nécessaire au remplacement n’est cependant pas négligeable. Toutefois, il existe de nouvelles douilles dont la fixation a été modifiée pour diminuer le risque de rupture lors d’un séisme.

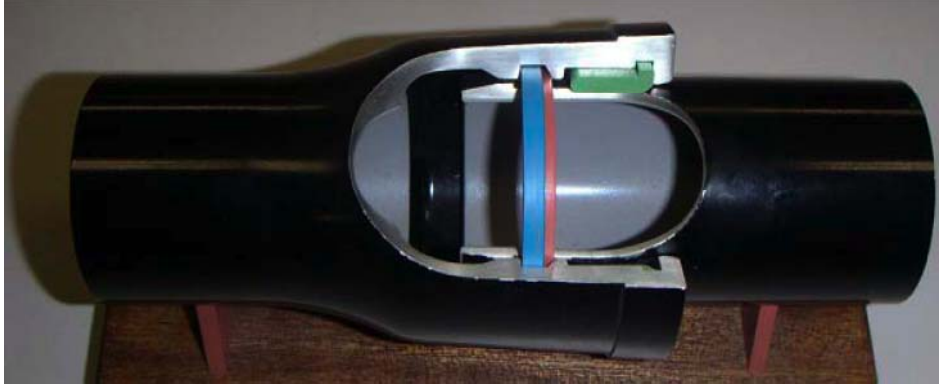
Enfin, les connexions rigides entre les lignes de transmission et les parties sensibles des sous-stations doivent être évitées. Une méthode a déjà été développée et consiste à introduire un conducteur en forme de S, ceci pour absorber les mouvements venant de l’extérieur et pour ainsi éviter des dommages à l’intérieur des sous-stations.

#### 5.3.2. Le réseau de gaz

Il existe différentes mesures pour éviter que le réseau de gaz ne présente un risque pour la population. Premièrement, l’utilisation de compteurs à gaz intelligents qui éteignent le flux de gaz lors de la détection d’un séisme peut être étendue. Deuxièmement, on peut utiliser des équipements qui détectent une valeur anormale de débit du gaz. Si les seuils sont atteints, on peut vraisemblablement s’attendre à des dommages et s’ils sont clairement dépassés l’approvisionnement en gaz sera coupé jusqu’à ce qu’un spécialiste inspecte la région pour déterminer si une fuite a eu lieu. Troisièmement, des conduites de gaz en polyéthylène (PE) peuvent être utilisées pour éviter la rupture des tuyaux de gaz pendant un séisme. Ce matériau a déjà été utilisé avec succès en Japon où désormais tous les tuyaux (de pression moyenne) sont remplacés par ce système lors des travaux d’entretien.

### 5.3.3. Le réseau d'eau

Comme pour les tuyaux à gaz, des tuyaux spéciaux en PE ou autre qui résistent aux effets des tremblements de terre peuvent être utilisés. Aussi, des tuyaux en métal avec des joints ductiles suffisent pour ne pas subir trop de dommages pendant un séisme.



*Figure 21 : Exemple d'un joint ductile<sup>31</sup>*

Des capteurs de pression dans les tuyaux peuvent être utilisés pour détecter des fuites et pour ensuite couper l'alimentation de tronçons problématiques. Un problème majeur pour l'alimentation en eau se pose quand les tuyaux des eaux usées fuient et qu'ils contaminent le réseau d'eau potable. En utilisant ces capteurs de pression et de contrôle de qualité de l'eau, une grande partie des maladies et des inconvénients peuvent être évités après un séisme.

Notons enfin que l'approvisionnement en eau dépend non seulement de l'électricité car l'eau doit être pompée pour arriver au consommateur, mais aussi des réservoirs qui alimentent le réseau d'eau potable, eux-mêmes sensibles aux séismes.

### 5.3.4. L'applicabilité

Des solutions pour éviter l'interruption des trois services mentionnés ci-dessus existent mais le problème principal réside dans le fait que leur implémentation dans une région du tiers-monde est problématique, principalement à cause des coûts d'installation et d'entretien. En plus, l'expérience des infrastructures parasismiques est souvent inexistante dans ces contrées. Il faut donc s'assurer que tout argent investi par des organisations internationales soit utilisé de manière durable. En d'autres termes, les investissements doivent être faits dans les technologies parasismiques. Seul des investissements conformes à cette contrainte sauront être efficaces pour la région et le contributeur ; les coûts épargnés par l'utilisation de structures parasismiques (coûts de réparation et coûts d'interruption de service) sont nettement plus élevés que l'augmentation des investissements nécessaires à l'implémentation de telles technologies.

---

<sup>31</sup> Source : [http://www.jica.go.jp/mexico/pdf/foro\\_solution.pdf](http://www.jica.go.jp/mexico/pdf/foro_solution.pdf)

#### 5.4. Le partenariat technique

Comme cela a été mentionné auparavant lors du récit des aventures de Laurent, l'efficacité d'une ONG dépend de nombreux facteurs. Afin que l'influence d'une ONG sur les habitants et leurs techniques de construction soit positive, il convient de respecter plusieurs principes.

Ainsi, le premier qui vient à l'esprit paraît être celui qui consiste à dire que la transmission du savoir ne se fait pas à sens unique. En effet, avant même d'élaborer un projet de construction parasismique idéal, il est nécessaire d'étudier, de comprendre et d'intégrer les techniques de constructions locales traditionnelles. Ces techniques traditionnelles, quand elles sont bien exécutées, donnent naissance à des bâtiments résistants, tout en utilisant les matériaux et outils à disposition de l'habitant. En outre, ces techniques qui ne font pas appel à une technologie très élaborée sont respectueuses de l'environnement. C'est donc seulement après avoir bien intégré les techniques de construction traditionnelles qu'il devient possible d'envisager un apport de connaissances, celui-ci se faisant bien entendu dans le respect de la culture locale et de l'environnement.

Un second principe qui paraît aussi primordial est lié à l'image qu'une ONG se fait de soi et à l'image qu'elle se fait de l'autre. Il convient ainsi de ne pas tomber dans le misérabilisme. Celui-ci conduit d'une part à ce que l'habitant local se sente assisté, et qu'il développe alors une image négative de lui-même. D'autre part, le partenaire de l'ONG, du fait qu'il est porteur de bons principes et de solutions, peut se sentir supérieur, ce qui l'amène parfois à se conduire en touriste non respectueux de la culture locale. Comme cela a été expliqué par Laurent, ceci génère des tensions entre certains locaux parfois extrémistes et des partenaires sociaux peu respectueux. De plus, quand la culture locale est acceptée et respectée par les partenaires des ONG, les habitants locaux sont plus enclins à recevoir l'enseignement de ces derniers. Mais cet enseignement ne doit pas se faire de manière unidirectionnelle, on parle alors plutôt de communication que d'information. D'autant plus que ceci permettra le respect du premier principe mentionné qui consiste à intégrer le savoir faire local.

On pourrait dire finalement qu'après avoir adopté une attitude colonialiste, puis paternaliste, les pays du nord ont tout intérêt à discuter avec les pays du sud sur un pied d'égalité. Les échanges gagnent ainsi en richesse et en efficacité.

## 6. Les conclusions

Après avoir analysé le mécanisme des tremblements de terre et le contexte géopolitique et culturel du Cachemire, nous avons été à même de mieux comprendre les conséquences du violent séisme qui a touché la région le 8 octobre 2005. Nous avons ensuite concentré notre attention sur les bonnes techniques de reconstruction parasismique. Le problème réside alors dans le fait que la technologie occidentale ne peut être directement appliquée. Son apport doit se faire dans le respect des traditions, du savoir-faire et de l'économie locale. Pour cela, des partenaires sociaux ont étudié les constructions locales afin d'en tirer leurs avantages et afin de proposer un modèle d'habitation fait à partir de matériaux peu chers ou parfois même collectés parmi les décombres, tout en utilisant la main d'œuvre disponible sur place. L'accent a aussi été mis sur l'aspect humain de la collaboration. Il ne s'agit pas d'arriver au Cachemire en être supérieur pour inculquer un savoir mais plutôt d'amener les habitants locaux à adopter les bons usages par le dialogue et le partage.

Il est encore trop tôt pour apporter une critique définitive sur les propositions qui ont été faites. En effet, le Cachemire étant toujours en phase de reconstruction, le recul nécessaire manque parfois. Ceci s'est fait sentir lors de la recherche d'informations officielles souvent éparpillées. Néanmoins, il nous a été possible d'effectuer un travail de synthèse sur la base des informations disponibles actuellement. La grande question qui se pose maintenant à nous est : que va-t-il se passer au Cachemire dans un futur proche ou lointain ? La situation qui va s'établir après le départ des ONG reste indéterminée. La résistance des bâtiments reconstruits face à un nouveau tremblement de terre ne peut être assurée. Il sera intéressant de revenir sur nos affirmations dans quelques années, une fois que la situation au Cachemire se soit à nouveau stabilisée.

## 7. Les annexes

### 7.1. Précision sur la magnitude

ÉCHELLE D'INTENSITÉ DE <b>MERCALLI</b>	MAGNITUDE À L'ÉCHELLE <b>RICHTER</b>
<b>I</b> Séisme perçu uniquement par quelques personnes dans des circonstances particulières; détecté seulement par des instruments très sensibles.	<b>2</b>
<b>II</b> Perçu par quelques personnes au repos et se trouvant aux étages supérieurs; balancement d'objets suspendus.	<b>3</b>
<b>III</b> Perçu principalement par des personnes à l'intérieur des édifices. Les automobiles stationnées peuvent bouger.	
<b>IV</b> Perçu par la plupart des gens à l'intérieur des édifices et par certains à l'extérieur; suffisant pour réveiller certaines personnes. Bruits de vaisselle, fenêtres et portes.	<b>4</b>
<b>V</b> Perçu par presque tout le monde; plusieurs personnes sont réveillées. Bris de vaisselle et de fenêtres; les objets instables sont renversés.	<b>5</b>
<b>VI</b> Perçu par tout le monde; plusieurs personnes sont effrayées et courent à l'extérieur; quelques meubles sont déplacés; quelques morceaux de plâtre tombent et quelques dommages aux cheminées. Dommages légers.	
<b>VII</b> La plupart des gens paniquent et courent à l'extérieur; dommages minimes aux constructions conçues pour les zones sismiques, de minimales à moyennes chez les bonnes constructions ordinaires, importants chez les mauvaises constructions. Meubles renversés.	<b>6</b>
<b>VIII</b> Dommages légers aux constructions conçues pour les zones sismiques, importants chez les bonnes constructions ordinaires avec des effondrements possibles, catastrophiques chez les mauvaises constructions.	<b>7</b>
<b>IX</b> Dommages considérables aux constructions conçues pour les zones sismiques. Édifices déplacés sur leurs fondations. Fissuration du sol. Bris des canalisations souterraines.	
<b>X</b> Quelques bonnes constructions en bois et la plupart des constructions en maçonnerie sont détruites. Sol fortement fissuré. Plusieurs glissements de terrain se produisent.	<b>8</b>
<b>XI</b> Très peu de constructions en maçonnerie restent debout; rails tordus; ponts détruits. Grandes fissures dans le sol.	
<b>XII</b> Destruction quasi totale. Ondulations visibles à la surface du sol. Objets projetés dans les airs.	<b>9</b>

Figure 22 : Relation entre l'échelle de Mercalli et l'échelle de Richter<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Source : <http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/1.33.gif>

## 7.2. Curriculum vitae de Laurent Demarta

Laurent Demarta – *architecte*

72, Place Saint-Antoine – F-84 120 Pertuis – Ldemarta@romandie.com – 0031 629 200 481

Construction bois, Écologie, Pays en développement

Nationalité suisse – 30 ans -en ménage

### DIPLÔMES

- 2002-2003 "Cycle postgrade sur le développement", à l'École Polytechnique de Lausanne (EPFL). Bac+5  
Cours suivis en Afrique, à l'EIER de Ouagadougou (Burkina Faso).  
Intitulés: interculturalité, environnements rural et urbain, économie, méthodologie.
- 2000-2001 DESS "Le matériau bois dans la construction", à l'ENSTIB d'Épinal (France). Bac+5  
Projet: un CDI à Taon (France); bois lamellé-cloué, toitures en paraboloïde hyperbolique.  
Intitulés: structure, pathologie, espèces, préservation, forêt, incendie, détails, visites.
- 1999-2000 *Diplôme d'architecture DPLG*, à Paris-La-Défense et Strasbourg Bac+6  
Travail à deux: redéfinition de l'humanisme, en relation à l'écologie et au logement.

### ÉTUDES

- 1998-1999 5<sup>e</sup> année d'architecture à la Manchester Metropolitan University, Manchester (Angleterre).  
Projet: "une structure textile à Wiltz (Luxembourg)". Intitulés: photographie, dessin.
- 1996-1998 *Diplôme de Deuxième Cycle en Architecture*, à Strasbourg puis Paris-La-Défense.  
Mémoire sur les systèmes régulateurs et leurs applications contemporaines possibles.  
Projets: préfabrication, mégastructures (= ponts, avec M. Mimram), logement.
- 1994-1996 *Diplôme d'Études Fondamentales en Architecture (DEFA)*, à Marseille-Luminy.  
Projet: "Un musée au "Panier" (Marseille)". Intitulés: stéréotomie, dessin, histoire.
- 1982-1994 Études secondaires en Suisse. *Baccalauréat* scientifique français, mention "Assez Bien".

### EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

- 2005 Architecte (consultant) pour *Liberia Brick & Tile*, Monrovia. > 1 an  
Première mission complète menée à bien: "une structure d'accueil autour du puits".  
Extension d'une pizzeria. Détails d'appareillages très exigeants.  
Études de projets, formation, direction de chantiers.
- 2004 Architecte pour MSF-B à Monrovia, Libéria. 4 mois  
Responsable de l'extension et de la réhabilitation d'un hôpital de 3'000 m<sup>2</sup>.
- 2004 LogAdmin pour MSF-CH à Iskashim, Afghanistan. 3 mois  
Responsable du fonctionnement non-médical d'une petite mission (quatre expatriés).
- 2002 Chef de chantier pour M. Saint-Gilles, à Pedasí (Panamá). 2 mois  
Co-responsable d'une centaine d'employés panaméens.
- 2002 Montage de projet de construction de ponts dans la *comarca* Ngäbé-Bublé (Panamá). 5 mois

2001	Projet mené seul, en marge des associations de solidarité traditionnelles. Collaborateur d'architecte chez Canonica-Cartignies, à Bruyères (France).	1 mois
2001	Concours pour quarante maisons de villégiature bois et un bâtiment d'accueil. Stage chez M. Pöyry, architecte à Helsinki (Finlande).	4 mois
1999	Développement de produits en <i>purilas</i> , chute de l'industrie du contre-plaqué. Stage chez M. Farcot, architecte à Portigliolo (Corse).	6 sem.
1997	Villas résidentielles en divers lieux de l'île. Beaucoup de relation client. Second-œuvre avec M. Guyot, Épenoy (France).	1 mois
1995 et 96	Traitement de structures bois anciennes, plomberie, électricité, bio-construction. Taille de pierre chez M. De Asis, compagnon à Forcalquier (France).	2 x 2 sem.
1994	Graphiste pour le catalogue de Joseph SA, à Pertuis (France).	1 mois

## INTÉRÊTS

---

<b>Scène</b>	chant, ballet, cinéma (technique), théâtre, illusionnisme, cornemuse écossaise.
<b>Beaux-arts</b>	photographie, dessin, bande dessinée, gravure, couture, figurines.
<b>Mouvement</b>	alpinisme (hivernale), escalade, trekking, kayak.
<b>Écriture</b>	théâtre, journal, contes, essais (publications, p.ex. dans <i>Urbanisme</i> n°329 et 332).

## RESPONSABILITÉS NON-PROFESSIONNELLES

---

Encadrement des <i>European Youth Convention</i> : écologie (Angleterre 2000) et sylviculture (Finlande 2002).	
Vainqueur du prix "Lothaire" pour le stage chez M. Pöyry en Finlande (2001).	
Membre actif de l'association écologiste " <i>Vive la trottinette</i> " depuis sa création en 1999.	
Membre des conseils pédagogiques: Strasbourg 1996-1997, Marseille 1997-1998.	
Plusieurs encadrements de groupes d'acteurs. Organisation d'un trek (1997).	
Bénévole en maison de retraite (Sœurs de la Charité, Strasbourg, France, 1997).	
Ouvrier aux machines de l'imprimerie H. Messelier à Neuchâtel (Suisse) en 1995.	1 mois
Prix "Kangourou des Lycées" (jeux mathématiques) en 1994.	
Décors de théâtre pour Mlle Sallet, en 1993, 1994 et 1995 (à chaque fois, une toile peinte de 5 x 8 m).	
Co-responsable d'une cuisine de collectivité de cinquante ouvriers (1993).	

## COMPÉTENCES

---

<b>Chantier:</b> maçonnerie, béton (coffrage, ferrailage), charpente, fluides (plomberie, électricité), peinture, pilotage d'engins (grue, marteau-piqueur, tronçonneuse), échafaudages et démolition.
<b>Leadership:</b> développée par l'animation de groupes (théâtre, trekking). Confirmée professionnellement sur divers chantiers. Psychologie appliquée, écoute, fermeté, endurance.
<b>Enseignement:</b> de la maçonnerie à l'informatique, de débutants absolus à confirmés. Pédagogie, animation, enthousiasme, et, bien sûr, connaissances.
<b>Adaptabilité:</b> acquise à force de déménagements dans de nouveaux pays. Capacité à s'intégrer à de nouvelles cultures et "manières de faire" (moyens, logiciels, habitudes, <i>et cætera</i> ).
<b>Communication:</b> très bonnes présentations orales, écrites et graphiques. Développées professionnellement mais aussi par intérêt personnel dans les langues et les arts.
<b>Organisation:</b> gestion de son propre temps et celui des autres. Respect scrupuleux des emplois du temps et des échéances. Ponctualité pointilleuse nationale.
<b>Informatique:</b> grande rapidité d'apprentissage et d'adaptation. Réelle maîtrise de <i>Word</i> . Bon usage de <i>SAGA</i> (comptabilité pour MSF) et d' <i>Excel</i> , <i>Autocad</i> . Programme en <i>GDL</i> .

## LANGUES

---

**Français** langue maternelle parfaitement maîtrisée.  
**Anglais** excellent oral, bon écrit. Régulièrement entretenu.  
**Espagnol** (du Panamá) conversation courante et professionnelle.  
**Allemand** bon niveau scolaire réactualisable.  
Bases: **Dari** (Afghanistan 2004), **Finnois** (Finlande 2001).

## RÉFÉRENCES

---

**Arnaud Cabal**

Ressources humaines techniques MSF

MSF-B, rue dupré 94, 1090 Bruxelles, 0032/0 – 247 474 69

**Thierry Paquot**

Directeur de la revue *Urbanisme*

8 rue Lecuirot, 75014 Paris, 0033/0 – 145 454 500

## 8. La bibliographie

### 8.1. Les livres

BACHMANN, Hugo. *Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrages et autorités*, Berne, 2002, 82p.

BRYANT, Edward. *Natural Hazards*, Cambridge University Press, 1991.

PARRIAUX, Aurèle. *Géologie : Bases pour l'ingénieur*, PPUR, 2006, 536p.

WEIDMANN, Markus. *Tremblements de terre en Suisse*, Coire, Desertina, 2003, 303p.

### 8.2. Les documents Internet

ARCHITECTES DE L'URGENCE. Rapport d'activités 2005. [[http://www.archi-urgent.com/upload/files/a419537d9eb1900e6166f336f303208f2d837374/Rapport\\_d\\_activite\\_2005.pdf](http://www.archi-urgent.com/upload/files/a419537d9eb1900e6166f336f303208f2d837374/Rapport_d_activite_2005.pdf)]

ASIAN DEVELOPMENT BANK. *South Asian Earthquake*. [<http://www.adb.org/Documents/RAs/south-asian-earthquake.pdf>]

BARI, Dominique. *Tremblement de terre. Course contre la montre à la recherche des survivants*, 12.11.2005, L'Humanité. [<http://www.humanite.fr/journal/2005-10-12/2005-10-12-815819>]

BARNEOUD, Lise. *Cachemire : séisme dans une zone à haut risque*, Planète Mag, 08.11.2005. [[http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id\\_mag=3&lang=fr&id\\_article=4923](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=3&lang=fr&id_article=4923)]

BOUCHEROU, Olivier. *Prototype d'habitat parasismique, Batagram District, Pakistan*, octobre 2006. [[http://www.archidev.org/IMG/pdf/Prototype\\_gabions\\_06.pdf](http://www.archidev.org/IMG/pdf/Prototype_gabions_06.pdf)]

BOURQUE, Pierre-André et DEPARTEMENT DE GEOLOGIE ET DE GENIE GEOLOGIQUE, UNIVERSITE LAVAL. *La dynamique interne de la Terre*. [<http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/seismes.html>]

CATTIN, Denis et SCHREIBER, Martin. *Le partenariat entre désir et réalité : Une étude sur le partenariat dans la coopération internationale*. [[www.unitech.org/Partenariat/Presse%20resume%20francais.doc](http://www.unitech.org/Partenariat/Presse%20resume%20francais.doc)]

CHAÎNE DU BONHEUR. *Tremblement de terre au Cachemire*. [[https://www.bonheur.ch/news0101.0.html?&L=1&tx\\_ttnews\[pointer\]=1&cHash=cf1eb1663](https://www.bonheur.ch/news0101.0.html?&L=1&tx_ttnews[pointer]=1&cHash=cf1eb1663)]

CIA - The World Factbook – Pakistan. [<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/graphics/wfbTopBanner.gif>]

CNN. [<http://www.cnn.com/>]

DEMARTA, Laurent. Blog. [<http://groups.yahoo.com/group/Carnetsdelau/>]

DEMARTA, Laurent. Blog. [<http://www.blairinette.com/laurent/>]

EGERLAND, Jan. Discours sur le Pakistan : *appel à agir plus vite que la vague de froid*, 7.11.2005. [<http://www.un.org/apps/newsFr/storyF.asp?NewsID=11359&Cr=&Cr1=>]

EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. "Build Back Better" : *Education Sector*. [<http://www.erra.gov.pk/Reports/Education%20Strategy%20dated%2019%20April%2006.pdf>]

EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. "Build Back Better" : *Health sector*. [<http://www.erra.gov.pk/Reports/Health/Healthpolicy.pdf>]

EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. "Build Back Better" : *Rural housing reconstruction strategy*, mars 2005. [<http://www.erra.gov.pk/Reports/Rural%20Housing%20final%20strategy-20%20Apr%202006.pdf>]

EARTHQUAKE RECONSTRUCTION & REHABILITATION AUTHORITY. *Environmental Strategy*. [<http://www.erra.gov.pk/Reports/ENVIRONMENT-STRA-13SEP.pdf>]

ECHOS COMMUNICATIONS ASBL. *Vision et mission de l'ONG*. [[www.echoscommunication.org/vision.htm](http://www.echoscommunication.org/vision.htm)]

EUROPE SOLIDAIRE SANS FRONTIERES. *Pour les victimes ignorées du tremblement de terre*. 31.10.2005. [<http://www.europe-solidaire.org/spip.php?article770>]

FEDERATION INTERNATIONALE DE LA CROIX-ROUGE ET DU CROISSANT ROUGE. *Tremblement de terre au Pakistan : faits et chiffres*, 13.03.2007. [<http://www.ifrc.org/Docs/pubs/disasters/pakistan-earthquake/factsfigures0307fr.pdf>]

GAS FACTS IN JAPAN. *Safety Measures, 2006*. [[http://www.gas.or.jp/gasfacts\\_e/p\\_05/index.html](http://www.gas.or.jp/gasfacts_e/p_05/index.html)]

LEFEBVRE-BILLIEZ, Marie. *Le drame oublié du Cachemire*, Réforme, 03.11.2005. [<http://www.reforme.net/archive/article.php?num=3149&ref=976>]

MEDECINS DU MONDE. [<http://www.medecinsdumonde.org/>]

MEDECINS SANS FRONTIERES BELGIQUE. *Séisme en Asie du Sud*. [[http://www.msf.be/fr/news/seisme\\_asie/index.htm](http://www.msf.be/fr/news/seisme_asie/index.htm)]

MEDHI, Feroz. *Une tragédie appelée Cachemire*, Alternatives, 29.10.2005. [<http://www.alternatives.ca/article2136.html>]

MOTT, Maryann. *Can Animals Sense Earthquakes?*, National Geographic News, 11.11.2003. [[http://news.nationalgeographic.com/news/2003/11/1111\\_031111\\_earthquakeanimals.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2003/11/1111_031111_earthquakeanimals.html)]

NZZ. [<http://www.nzz.ch/index.html>]

PACIFIC EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH CENTER. *Electric System Seismic Safety & Reliability*. [[http://peer.berkeley.edu/publications/electric\\_system\\_safety.html](http://peer.berkeley.edu/publications/electric_system_safety.html)]

ROACH, John. *Can Satellites Aid Earthquake Predictions?*, National Geographic News, 20.06.2004. [[http://news.nationalgeographic.com/news/2004/07/0720\\_040720\\_earthquake.html](http://news.nationalgeographic.com/news/2004/07/0720_040720_earthquake.html)]

SHAHID, Javed Burki. *Quake : Thibking Long-Term*, 20.12.2005. [<http://www.yespakistan.com/earthquake/longterm.asp>]

SHIDERU, Ando. *New solutions for water supply system*, 19.03.2006. [[http://www.jica.go.jp/mexico/pdf/foro\\_solution.pdf](http://www.jica.go.jp/mexico/pdf/foro_solution.pdf)]

de VILLEPIN, Xavier, « Inde-Pakistan: une nouvelle donne stratégique », conférence donnée en avril 2002. [<http://agora.qc.ca/mot.nsf/Dossiers/Cachemire>]

VYNCKE, Johan, VAN DESSEL, Johan, et LEGRAND, Christian. *Mission technique au Cachemire*. [<http://www.confederationconstruction.be/press/releases/kashmir.fr.asp>]

ZIEGLER, Roland. *Einige Anmerkungen über Geschichte und Gegenwart der Pakistan Railways*, 2002. [<http://www.rolandziegler.de/Railtours/pakistan96/pakistan-railways.html>]

*Grippe aviaire ou séisme au Cachemire ?*, Raizonons. [<http://raizonons.free.fr/index.php/article/1>]

*Le tremblement de terre du 08 octobre 2005*, Escampette. [[http://travels.escampette.net/Asia/Pakistan/Kashmir\\_F.htm](http://travels.escampette.net/Asia/Pakistan/Kashmir_F.htm)]

*Vie locale : peuples du Cachemire*, Blank on the Map - le site du Nord du Cachemire. [[http://blankonthemap.free.fr/1\\_accueil/index.php?code=30](http://blankonthemap.free.fr/1_accueil/index.php?code=30)]