

N° 2017

N° 261

ASSEMBLÉE NATIONALE

SÉNAT

CONSTITUTION DU 4 OCTOBRE 1958

DEUXIÈME SESSION ORDINAIRE DE 1994-1995

DIXIÈME LÉGISLATURE

Enregistré à la Présidence de l'Assemblée nationale
le 20 avril 1995.

Rattaché pour ordre au procès verbal de la séance du 5 avril 1995.
Enregistré à la Présidence du Sénat le 21 avril 1995.

**OFFICE PARLEMENTAIRE D'ÉVALUATION
DES CHOIX SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

RAPPORT

sur

**Les TECHNIQUES de PRÉVISION et de PRÉVENTION
des RISQUES NATURELS :
SÉISMES et MOUVEMENTS de TERRAIN**

par M. Christian KERT,

Député

Tome II : Compte rendu de l'audition publique

Déposé sur le Bureau de l'Assemblée nationale
par M. Robert GALLEY,
Vice-Président de l'Office.

Déposé sur le Bureau du Sénat
par M. Jacques MOSSION,
Président de l'Office.

TOME 2

**COMPTE-RENDU DE L'AUDITION PUBLIQUE
DU JEUDI 16 FEVRIER 1995**

**QUELS ENSEIGNEMENTS PEUT-ON TIRER DU SEISME DE
KOBÉ ?**

La totalité des documents présentés par les différents intervenants n'a pu, pour des raisons de reproductibilité, figurer ici. Si je me suis efforcé d'en publier la majorité, la qualité de reproduction de ces documents laisse parfois à désirer. Que les auteurs de ces documents, ainsi que les lecteurs, ne m'en tiennent pas rigueur: une plus grande clarté des explications était à ce prix.

SOMMAIRE

Introduction	5
1. CONNAISSANCE DES SÉISMES ET DU NIVEAU SISMIQUE	6
M. Jean-Louis LE MOUËL	6
M. Paul TAPPONNIER	8
M. Pascal BERNARD	16
M. Yves CARISTAN	22
M. Armando CISTERNAS	25
M. Denis HATZFELD	31
M. François THOUVENOT	38
M. Bagher MOHAMMADIOUN	42
Débat	48
2. LA PRÉVENTION DES SÉISMES	60
* Bilan de la mission de l'Association française de génie parasismique de retour de Kobé	60
M. Jean-Pierre MENEROUD	60
M. Jean-Christophe GARIEL	62
M. Jacques BETBEDER-MATIBET	71
M. Murès ZAREA	89
M. Jean-Pierre MENEROUD (conclusion)	92
Débat	93
* Installations nucléaires	97
M. François COGNÉ	97
M. Jean-Christophe NIEL	99
M. Jacques BETBEDER-MATIBET	101
M. Victor DAVIDOVICI	102
* Installations classées	102
M. Hubert BARATIN	102

* Construction - normes européennes et françaises - microzonage.....	104
M. Alain PECKER.....	104
M. Philippe BISCH.....	104
M. Jacques GUELLEC.....	106
M. Jacques TANZI.....	106
M. Pierre BOURRIER.....	109
M. Pierre-Yves BARD.....	110
M. André COIN.....	111
Débat.....	112
* L'information et la préparation des populations.....	115
M. Claude COLLIN.....	115
M. Philippe MASURE.....	117
Débat.....	118
3. LA GESTION DE LA CRISE.....	119
* Les opérations de secours à Kobé.....	119
M. Martin KOLLER.....	119
M. le Médecin en chef Laurent DOMANSKI.....	122
Lieutenant Colonel DUMONT.....	124
Colonel Gérard GILARDO.....	124
* La médecine de catastrophe, l'assistance psychologique aux populations.....	124
Docteur Patrick HIRTZ.....	124
Docteur Claude LAPANDRY.....	125
M. le Médecin en chef Pierre CHEVALIER.....	127
Capitaine DEMARET.....	128
Mme Bernadette de VANSSAY.....	129
* Organisation des plans de secours, coordination européenne (débat).....	131
Conclusion.....	139

La séance est ouverte à 9 heures 30 sous la présidence de Monsieur Christian KERT.

M. le Président - Mesdames, Messieurs, merci de votre présence.

Cette journée de travail, ouverte à la presse, est entièrement consacrée à des auditions d'experts parce que l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques m'a confié un rapport, que je dois rendre début avril, concernant la prévention de l'ensemble des catastrophes naturelles en France, avec un premier volet consacré aux séismes et, par effet induit, aux différents glissements de terrain.

Nous avons rencontré, en France ainsi que dans d'autres pays, la plupart des experts, des scientifiques, des chercheurs et des grands responsables administratifs ou techniques qui comptent dans le monde de la prévision, de la prévention et de l'organisation des secours en cas de séismes.

Avant d'achever la rédaction de ce rapport, nous souhaitons faire une table ronde pour lever un certain nombre d'interrogations qui pouvaient subsister.

Le récent séisme de Kobé, s'il a fait voler un certain nombre de structures, a peut-être également fait voler un certain nombre de certitudes que nous pouvions avoir conservé les uns et les autres dans nos esprits.

Sans que le séisme de Kobé soit le centre de cette table ronde, je pense que nous devons néanmoins utiliser cet exemple pour nous poser certaines des questions que ce séisme vient de mettre au premier plan de l'actualité.

Nous allons procéder en trois tables rondes :

Ce matin, nous nous entretiendrons de la connaissance des séismes et du niveau sismique; nous allons y aborder la prévision et, à cet égard, je vous rappelle les éléments fondamentaux que j'ai pu retirer de nos entretiens à travers le monde: si de nombreuses équipes, très souvent de qualité, cherchent en termes de prévisions, on peut pratiquement affirmer que l'on ne sait pas actuellement prévoir la venue d'un séisme à un moment donné.

Si on sait dans quelle région on peut s'attendre à un séisme, il n'est donc pas question pour vous de nous affirmer que vous pouvez dire avec certitude qu'un séisme va se produire à telle date, en tel lieu et avec telle force.

Nous devons donc nous demander où en est l'état de la recherche et si on peut espérer en une prévision des séismes.

Nous en profiterons pour évoquer la méthode VAN et le Président Le Mouël m'a indiqué qu'il commencerait notre table ronde en s'exprimant brièvement à ce sujet. En effet, nous devons pouvoir indiquer une fois pour toutes pour toutes, dans le cadre de ce rapport, quel est le sentiment de la communauté scientifique et technique française sur l'actualité de la méthode VAN.

Telles sont les interrogations que nous allons poser ce matin.

En dehors des exposés, nous souhaitons que le débat s'ouvre le plus largement possible entre vous afin d'avoir un certain nombre d'échanges de vue qui nous permettront de répondre à quelques-unes des interrogations qui nous restent.

Si vous le voulez, ce débat pourra s'ouvrir aux représentants de la presse qui ont accepté notre invitation, certains ayant un certain nombre de questions en suspens dans le cadre du dossier qu'ils préparent sur ce sujet.

Le débat sera ouvert après les exposés. Je passe la parole à Monsieur Jean-Louis Le Mouël, Président du Comité français de la décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles. C'est d'ailleurs mon Président puisqu'il a eu l'amabilité de m'appeler à ses côtés pour siéger dans cette assemblée.

Je lui demande, pour lancer le débat, de nous parler de l'état de la prévision et de cette fameuse méthode VAN, que nous sommes allés rencontrer à Athènes et qui nous a laissé davantage de questions que de réponses et de certitudes.

1. CONNAISSANCE DES SÉISMES ET DU NIVEAU SISMIQUE

Connait-on suffisamment les séismes ? Peut-on prévoir un séisme ? Évaluation du niveau de l'aléa sismique. L'observation des séismes est-elle satisfaisante ? L'exemple du 14 décembre 1994 au Plateau des Glières: pouvait-on prédire ce séisme ? Le point sur la recherche et l'expérimentation de la méthode VAN.

M. Jean-Louis LE MOUËL (Directeur de l'IPGP, membre de l'Académie des sciences, Président du Comité français de la décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles) - Merci, Monsieur le Député. Je vais donc commencer par quelques généralités sur la prévision sismique et je terminerai mon propos par quelques indications et quelques opinions sur la méthode VAN.

En quelques minutes, je me bornerai à des généralités soulevant un certain nombre de questions qui seront certainement éclairées par les spécialistes qui interviendront après moi.

Si, comme vous l'avez dit, cette table ronde n'a pas pour objet principal d'étudier le séisme de Kobé, elle se place peu de temps après ce séisme, qui a fait grand bruit et qui a une fois de plus un peu troublé l'opinion.

Récemment, j'ai rencontré des collègues américains qui, dans leur pays également menacé dans diverses régions, entendent de plus en plus souvent l'opinion publique s'interroger sur ce que font les sismologues.

Avant, ces grands séismes étaient très bons pour la discipline ; ils le sont moins. Un certain mouvement d'opinion plus défavorable se fait sentir.

Monsieur Le Pichon, qui revenait du Japon dans le cadre de séismes, a fait état d'une même interrogation dans ce pays. Nous aurons davantage d'informations puisqu'une délégation en revient.

Les sismologues font beaucoup. Nous devons être assurés que les choses avancent et que les connaissances ont énormément augmenté en quelques décennies. Mais le problème est terriblement difficile.

Je prendrai une analogie, certainement pas mauvaise mais imparfaite, souvent citée : la prévision météorologique. Actuellement, on prévoit à cinq jours, c'est-à-dire qu'à partir des données initiales rassemblées dans le calculateur, les modèles peuvent prévoir le temps à cinq jour avec une bonne précision.

Les espoirs portent sur la prévision à quinze jours. A l'IPGP, au cours d'une récente conférence, le Directeur de la recherche de la Météo nationale nous l'a confirmé. Au-delà, il n'y a pas d'espoirs. Ce n'est pas une impossibilité de moyens, de calculs, etc. C'est une impossibilité théorique.

A partir de là, l'incertitude sur la solution liée aux petites incertitudes sur les conditions initiales, sur ce qu'on met dans les modèles, croît exponentiellement et l'on sort de la prévisibilité. C'est donc un mur.

C'est identique concernant le mouvement des planètes. On sait prédire dans les dix millions d'années qui viennent mais, pour passer à dix millions cinq cent mille ans, ce n'est plus du tout possible parce que la précision des conditions initiales (vitesse et position des planètes actuellement) devrait être multipliée par mille, un million etc. Cela n'a donc plus de sens.

Le fait de savoir si on est exactement dans la même situation à propos des séismes peut se discuter. L'analogie n'est certainement pas facile à faire mais il me paraît évident qu'il existe quelque chose de vrai dans cette comparaison.

Deux circonstances sont encore défavorables pour les séismes :

- Il n'y a pas tellement de grands séismes (heureusement) alors que l'on peut faire fonctionner chaque jour les modèles de météo.

- On ne peut mesurer tous les paramètres qu'à la surface et non pas dans les profondeurs des failles.

Le problème présente ce genre de difficulté fondamentale, mais on ne connaît pas la borne de la prédiction. Cela fait partie du problème et il est fascinant d'essayer de la connaître.

Quelle autre difficulté existe-t-il et que faut-il faire ?

On peut se dire qu'il est bizarre que l'on ait tant de mal à prédire des ruptures qui atteignent parfois des centaines de kilomètres d'extension dans le cas de grands séismes.

Mais les sismologues font remarquer à juste titre que ce qui compte, c'est l'initiation, l'hypocentre de cette grande faille, dont les dimensions sont peut-être d'environ la centaine de mètres. Finalement, c'est cette petite partie qu'il faudrait aller étudier.

Que faire ? Je pense que ce sera dit par la suite. Il faut tout de même aller étudier les failles actives pour d'abord les reconnaître, reconnaître aussi, si possible, les régions les plus fragiles de ces failles, celles où risque de se faire l'initiation du séisme et déployer tout l'appareillage nécessaire pour faire de la sismicité historique, de la sismo-tectonique et mesurer tout ce que l'on peut mesurer, avec des idées pour que ce ne soit pas un fouillis de mesures.

C'est certainement ce que font les sismologues, par exemple en Californie, sur la faille nord-Anatolienne de Turquie, au Japon ; pour ce qui nous concerne, nous avons des chantiers en Chine, sur une faille intra-continentale dont on pense qu'elle va bientôt se manifester par un très grand séisme, et au Chili.

En Grèce, les Français sont très actifs et il y a des réseaux que vous connaissez sur le territoire métropolitain, mais qui sont pour le moment un peu limités par le type de mesures qu'on y fait et où la sismicité n'est pas la même.

Les sismologues font toutes ces études-pilote avec conscience. Elles nous apprendront beaucoup. Elles nous ont déjà appris beaucoup sur ce qui se passe avant un séisme.

Rencontrerons-nous cette fameuse borne dont j'ai parlé ? Sans doute, mais on ne sait pas où elle est. Il faut essayer. De toutes manières, ce genre d'études sera riche d'enseignements, et pour la prévention puisque l'on pourra, à défaut peut-être de faire une prédiction déterministe rigoureuse qui satisfasse les autorités civiles par exemple, obtenir de nombreux renseignements sur ce que l'on risque dans telle ou telle région.

Ceci fera ensuite l'objet d'applications, aux méthodes de prévention ; la prévention est extrêmement importante. Toutes ces études sont donc fort utiles et font progresser la science, à la fois pour la prédiction et pour la prévention. Les efforts déployés sont considérables. Mais détectons les failles ou les régions intéressantes, et faisons-y toutes les observations que nous savons faire.

Il faut poursuivre là aussi l'étude de modèles. On ne peut rien faire sans modèles. On fait des observations, on essaie de les interpréter, puis on fait une deuxième série d'observations d'une manière un peu moins aveugle que la première ; c'est la méthode habituelle.

Toutes ces notions seront détaillées par nos sismologues tout à l'heure.

Je signale tout de même qu'il est intéressant de savoir que cette classe de phénomènes qui donnent naissance à ce qu'on appelle le chaos est l'objet d'une attention soutenue des physiciens depuis une dizaine d'années.

La méthode a été lancée par Poincaré au début du siècle et reprise avec une grande force depuis quelques dizaines d'années. On a probablement là -personnellement, je le vois ainsi- affaire à des phénomènes auto-similaires. Une sorte d'organisation se fait ou ne se fait pas, qui, dans le cas d'espèce, donnera de grandes ruptures ou ne les donnera pas selon qu'un ou plusieurs paramètres atteignent une valeur critique. A 0,58, il ne se passe rien, à 0,59 c'est la catastrophe.

Les sismologues s'y attaquent et ne manquent pas de ressources intellectuelles.

Je vais maintenant aborder la méthode VAN, qui fait couler beaucoup d'encre. Il me semble qu'on en parle souvent avec passion et qu'on en fait un article de foi. On y croit ou l'on n'y croit pas ; on estime parfois ces mesures inutiles ; parfois on les trouve susceptibles d'interprétations définitives.

Tout en faisant le genre d'études que j'ai décrites avec des observations multiples et des modèles, il faut aussi essayer de trouver des précurseurs. Il est tout à fait légitime d'en chercher.

Pascal Bernard fera tout à l'heure une revue des précurseurs.

Des précurseurs électriques ? Pourquoi pas ; j'ai tendance à croire que oui. Les Grecs ont cherché des précurseurs et on peut leur reprocher d'avoir annoncé qu'ils avaient trouvé le précurseur absolu en Grèce (pas ailleurs).

Ce ne sont pas des précurseurs ordinaires ; les Grecs nous disent que s'ils ont un signal électrique de telle nature dans la zone A (c'est-à-dire avec telle polarisation horizontale, telles caractéristiques), il y aura un séisme de telle magnitude dans la zone B. Ils donnent une fourchette de magnitude et de précision dans la localisation du site.

Je pense que, pour le moment, ce n'est pas établi. Nous n'en sommes pas là. Je le souhaiterais vivement mais je ne pense pas que la démonstration en eut été faite.

En revanche, je crois qu'il y a des phénomènes électriques intéressants observés en Grèce. Personnellement, je n'en suis pas du tout surpris parce que nous faisons des observations similaires dans les régions volcaniques. Je pense que, s'il y a une circulation d'eau quelque part, il y a de véritables capteurs géologiques et que toute perturbation de cette circulation d'eau se manifeste par des phénomènes électriques en raison de la théorie classique de l'électrocinétique.

Mais la circulation peut être forcée par des conditions extérieures (température, pression) ainsi que par des variations de contraintes intérieures.

Ces phénomènes sont si intéressants que nous avons installé en Guadeloupe deux lignes telluriques, que l'on veut même bien appeler VAN, pour essayer de déterminer si on voit des signaux.

Nous avons aussi installé notre propre station en Grèce et nous commençons à voir ce que sont les SES. En progressant, nous saurons ce que sont ces signaux.

Je pense que, dans cette affaire, il faut faire preuve de la même objectivité scientifique que dans les autres pour essayer de voir ce qui se passe.

Ces signaux sont probablement intéressants. Nous devons savoir ce qu'ils sont, essayer d'en trouver ailleurs (s'il n'y en avait qu'en Grèce, ce serait surprenant) et essayer d'en comprendre la nature.

Ensuite, nous devons être très prudents dans les statistiques, qui ne sont pas faciles à faire, même très difficiles. Je ne suis pas sûr que les statistiques actuelles portant sur les données, qu'elles aillent dans un sens ou dans l'autre, soient solides.

Nous devons essayer de savoir ce que sont ces signaux observés en Grèce. Nous nous y employons, tout comme ailleurs.

Je pense que nous aurons l'occasion de revenir sur la méthode VAN.

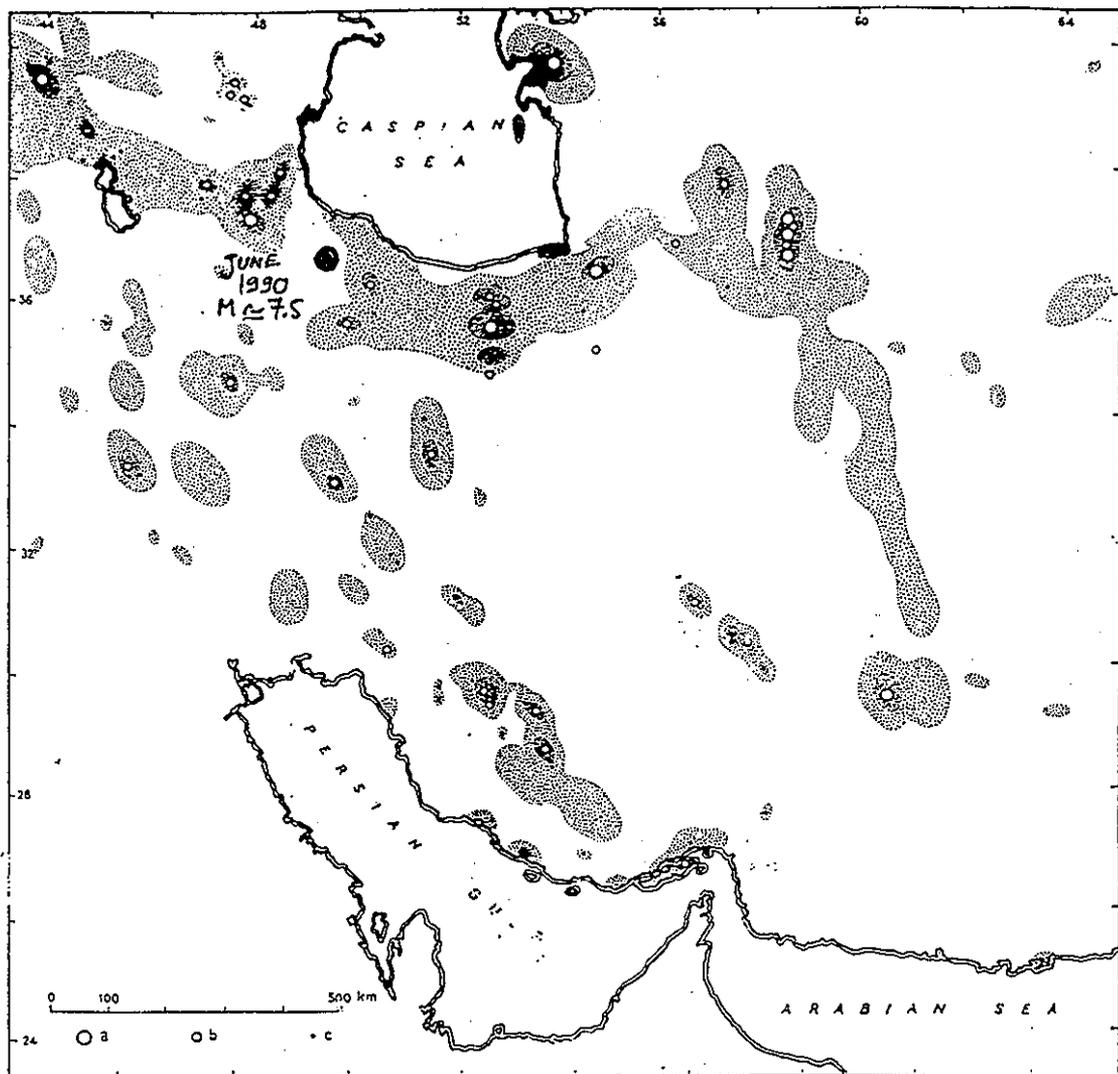
M. le Président - Monsieur Tapponnier, nous pourrions peut-être parler du déplacement des plaques, des failles, de la façon dont cela se produit, et déterminer si cela sert à la prévision.

M. Paul TAPPONNIER (Directeur du département de tectonique de l'IPGP) - Je voudrais faire le point avec vous, de la manière la plus simple possible, avec quelques illustrations, sur l'un des problèmes que Jean-Louis Le Mouél a évoqués, qui est d'abord celui de la reconnaissance des failles qui bougent.

Le séisme se produit sur des failles, qui sont nombreuses. Il est important pour nous de savoir quelles sont celles qui bougent, comment elles bougent et comment caractériser le fonctionnement de ces failles sur le long terme.

Telle est la première chose qu'il convient de faire si l'on veut essayer de commencer des études de prédiction, puis de prévention sismique.

En gros, c'est: où chercher ? Où placer nos instruments ?

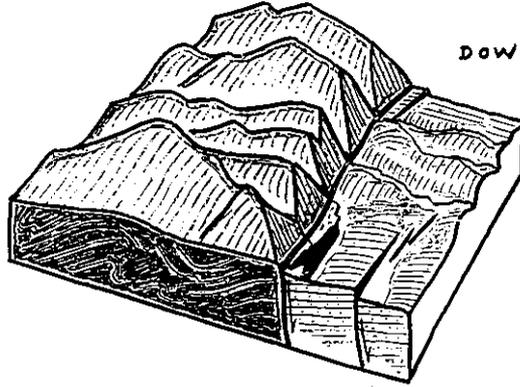


En noir, zones touchées par des séismes destructeurs au XIXème siècle; en grisé, zones touchées avant 1800.

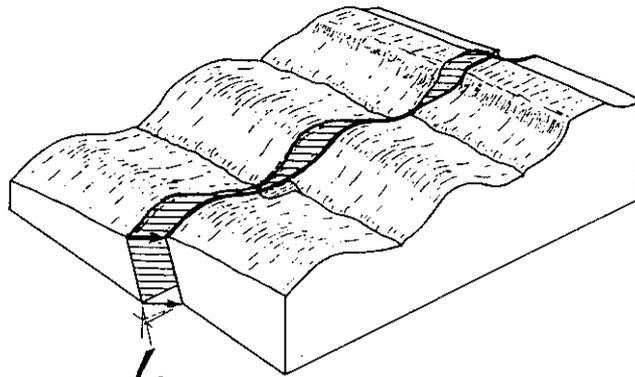
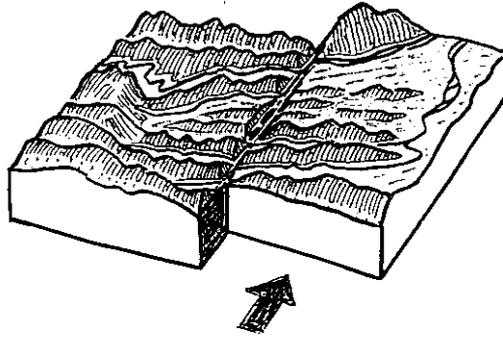
(doc. 1)

UP

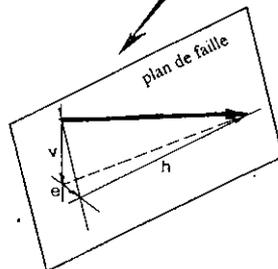
DOWN



(doc. 2)



(doc. 3)



Sur le premier transparent (document 1), apparaît une illustration d'un cas qui s'est produit plusieurs fois au cours des cinq ou six dernières années. Il s'agit du séisme qui s'est produit en juin 1990 en Iran (point rouge sur le transparent) au milieu d'une région blanche, sur une carte avec des zones grises représentant la sismicité historique de l'Iran.

Toutes les zones grises sont des zones dans lesquelles, parce qu'il y a déjà eu des séismes en Iran, on s'attend à l'occurrence d'un nouveau séisme. Les zones blanches sont celles où l'on n'a pas d'informations mais qui sont souvent identifiées à des zones de calme dans lesquelles on n'attend pas de séisme.

Or, ce séisme s'est produit en plein milieu de l'une de ces zones blanches et ceci illustre le fait que la sismicité historique ne suffit pas pour déceler les régions dangereuses sur le plan sismique. C'est un peu une lapalissade ; c'est très simple, mais on doit le savoir.

A Kobé, comme ailleurs, c'est un peu ce qui s'est produit.

Il existe d'autres techniques pour repérer les failles actives.

Sur cette diapositive, on voit la trace que laisse à la surface de la terre un grand tremblement de terre.

Il s'agit de la dislocation d'un séisme quelque part en Asie centrale. C'est un escarpement qui a brisé le sol. On voit une prairie avec un arbre au premier plan, et une sorte de zone chaotique qui la traverse, fruit d'un seul séisme.

Evidemment, nous devons chercher à reconnaître les traces laissées sur la surface du sol par les séismes du passé.

Sur ce transparent (document 2), le principe est simple. Toute faille qui bouge laisse, par définition, des traces à la surface. Ces traces sont plus ou moins subtiles. Nous entrerons dans le détail plus tard et je répondrai à vos questions sur ce point.

Le principe de base est bien celui-là : une faille laisse des traces à la surface. Un séisme laisse le genre de traces que vous avez vues. Une multitude de séismes s'accumulant au même endroit laisse des traces encore plus claires, encore plus fortes.

C'est ce que l'on voit sur le schéma du haut. Une faille recoupe la surface. Le petit liseré rouge figure de manière schématique la trace du dernier séisme. Le flanc de la montagne est l'effet de 100, 200, 300, 1000 séismes.

Sur cette diapositive, on voit un autre escarpement de faille qui, cette fois, n'est plus lié à un seul séisme mais à un ensemble de séismes (pourquoi pas une centaine ; nous ne le savons pas ; c'est ce qu'il nous faut comprendre).

Avec cet exemple, l'idée que je veux faire passer est la suivante : les traces des séismes du passé, donc les dangers de séismes futurs, sont inscrites à la surface de la terre et nous devons arriver à les lire.

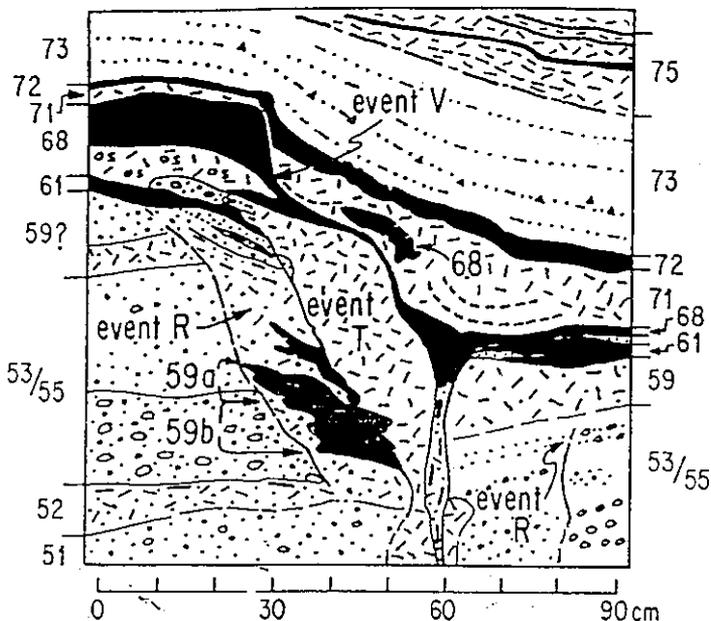
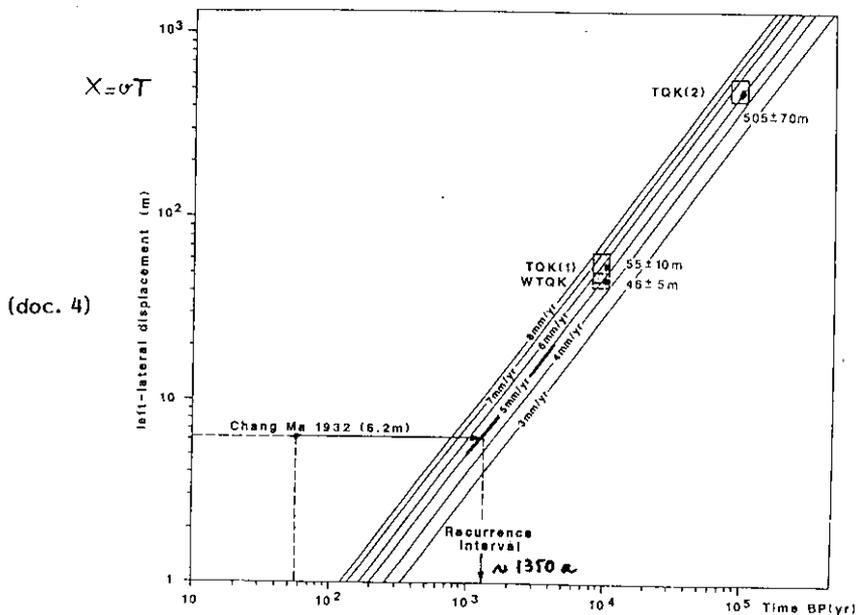
Cette autre représentation est un modèle numérique de terrain. Sont superposés une image satellitaire et des données de topographie. On voit bien un petit bassin entouré de failles au milieu de montagnes.

Sur cette diapositive, au milieu de l'image, on voit une trace très rectiligne recoupant des vallées de rivières. C'est sur une image prise par satellite et cette trace est très claire. C'est probablement celle d'une faille active ou qui pourrait l'être. Tout le problème est là. Nous devons y aller et étudier cela.

Actuellement, avec les techniques de repérage satellitaire et aérien et les modèles numériques de terrain, il nous est potentiellement possible de repérer les failles qui bougent.

Je voudrais maintenant aborder brièvement la question suivante : comment caractériser ces failles ? Le problème qui nous intéresse va consister à définir le mouvement sur la faille.

Sur cette diapositive, on a repéré une faille. On voit une série de collines décalées par un escarpement. Ce sont les facettes triangulaires blanches. On peut essayer de caractériser cette faille par une vitesse moyenne. Chaque séisme est une saccade et l'addition de chacune dans le temps, divisée par le temps pendant lequel elle se produit donne une vitesse moyenne. C'est la première chose qu'il faut faire.



Cette coupe verticale montre une faille qui a été formée à l'origine pendant l'événement R, et qui a été rouverte à l'occasion des événements T et V. La tourbe déposée dans la faille juste après l'événement R permet de donner une borne supérieure à la date probable de cet événement. Cette coupe se situe quelques centimètres au sud-est du point d'excavation le plus au sud-est cartographié par Sieh [1984]. Les zones en noir représentent la tourbe, les pointillés le sable, les petits traits le limon.

Ensuite, ce schéma (document 3) illustre ce que l'on voyait dans le paysage : les collines sont décalées ; on va mesurer ce décalage, résultat de plusieurs séismes, et on va essayer de le dater.

Sur le transparent suivant (document 4) apparaît une figure assez simple. On trouve en abscisses le temps en milliers d'années et en ordonnées le déplacement sur cette faille.

Au milieu de ce diagramme, on voit les mesures que nous avons faites d'un déplacement cumulé. 55 mètres en 10.000 ans environ donnent une vitesse de 5 millimètres par an sur cette faille.

Nous avons également pu mesurer la quantité de déplacement dans le dernier séisme : 6 mètres. Ceci nous indique que cette faille produit de grands tremblements de terre à peu près tous les 1.350 ans.

Nous avons donc une idée du fonctionnement à long terme de la faille.

Sur les failles que nous savons ainsi étudier, nous sommes capables nous situer à l'intérieur de ce cycle sismique. Sommes-nous près ou loin du dernier grand tremblement de terre qui s'est produit sur cette faille ? Telle est la question fondamentale.

Ceci étant, nous pouvons faire ce que l'on peut appeler des prévisions à long terme, c'est-à-dire de dire qu'il est temps de placer nos instruments à tel endroit, la faille n'ayant pas bougé depuis mille ans et pouvant bouger très bientôt puisque nous savons que le temps de retour des grands événements y est d'environ mille ans.

C'est cela que nous ne savions pas à Kobé. La faille était identifiée mais le temps de retour précis, les études précises permettant de savoir quand et comment cette faille fonctionnait n'étaient pas connus.

Je vous ai montré des paysages et les mouvements qui y sont décelés. Lorsqu'on a décelé une faille, qu'on sait où elle se trouve, qu'on voit ce qu'elle a fait à la surface du sol, on peut aussi creuser le sol, et c'est très riche. On obtient encore plus d'informations.

Sur ce transparent (document 5), on voit qu'on est capable de séparer des couches noires, qui sont des couches carbonées, que l'on sait dater et qui sont décalées ou pas par des failles. Cela permet de donner davantage de précision à notre reconstruction du mouvement sismique.

Sur le transparent suivant (document 6), il s'agit d'un endroit sur la faille de San Andreas. Il y a une régularité dans ces grands événements sismiques. Cette régularité était plus régulière, si je puis dire, il y a dix ans, lorsque nous avions des dates moins précises (ce sont les grandes barres blanches) et est devenue moins régulière maintenant que nous avons les petits diamants noirs, c'est-à-dire des dates plus précises.

On constate que les séismes recommencent à peu près au même endroit sur cette faille, mais pas exactement au même moment. Autrement dit, le modèle, qui est un peu un modèle d'horloge, n'est pas vraiment vérifié. C'est de là que viennent toutes les difficultés.

C'est ce dont parlait Jean-Louis Le Mouél tout à l'heure : le comportement de la faille n'est pas exactement déterministe ou déterminé. Il est chaotique et nous cherchons à comprendre un peu mieux ce chaos.

Ce transparent (document 7) montre les deux derniers grands séismes sur la faille de San Andreas, sur un segment de 300 kilomètres de long. Les décalages sont à peu près semblables mais le temps pendant lesquels ils reviennent n'est pas exactement prévisible.

En effet, il s'agit de la plus grande faille en Californie, mais il y en a d'autres autour, couplées avec cette faille de San Andreas et qui injectent un aspect chaotique dans son comportement.

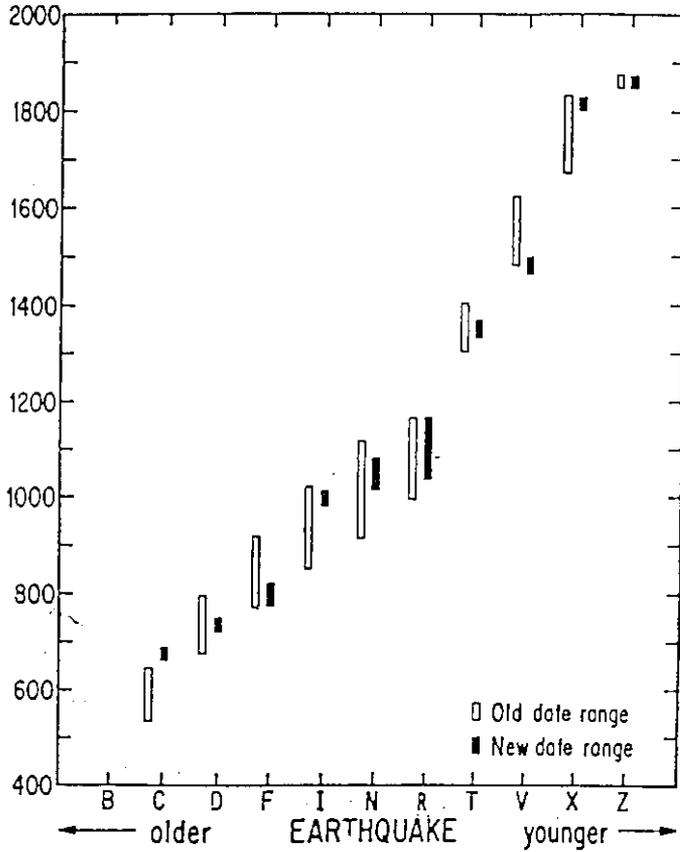
Le problème, c'est que nous observons actuellement des systèmes couplés pour bien les comprendre, les définir et qu'avant toute autre étude de prédiction à court terme, il faut étudier ces failles dans le plus grand détail possible.

Le dernier transparent (document 8) montre un exemple cité par Jean-Louis Le Mouél dans son introduction. Il s'agit d'un site en Chine, où il y a eu quelques grands séismes au début du siècle. En orange, on voit la trace des failles qui se sont brisées en 1920 et en 1927, dans deux événements de magnitude 8.

Date (AD)

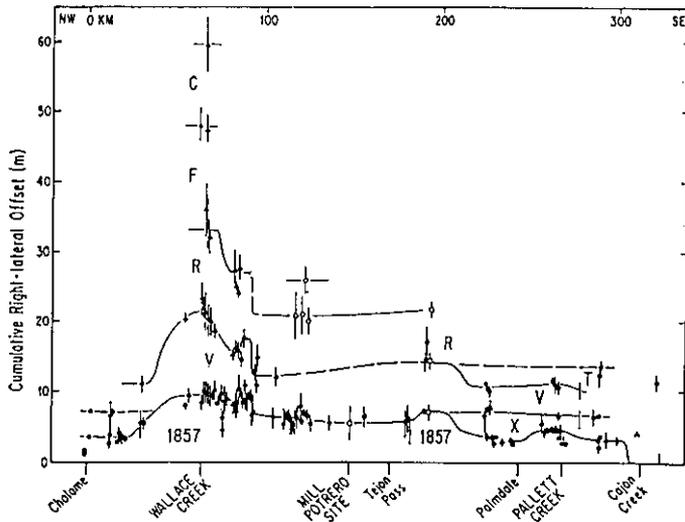
- 14 -

(doc. 6)

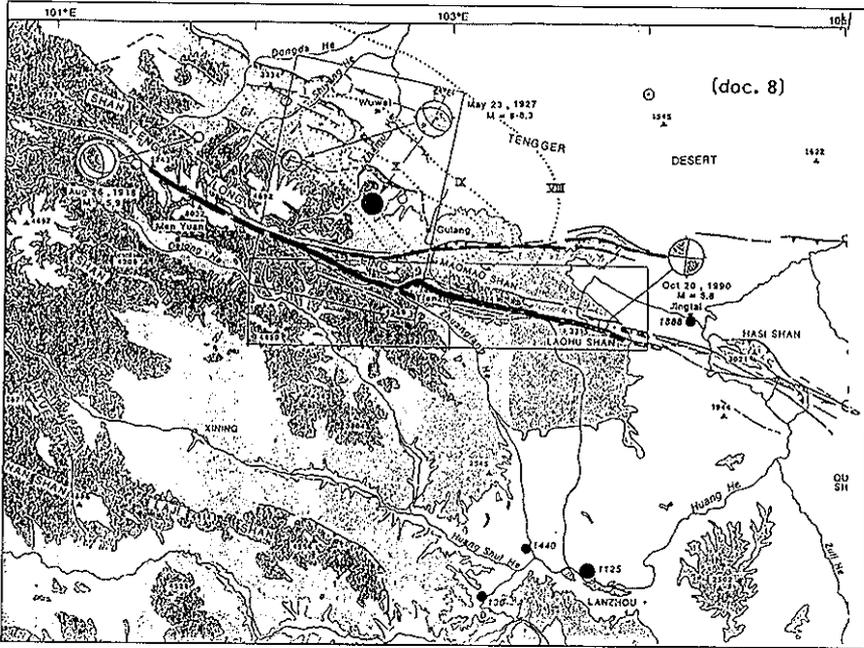


Une comparaison entre les nouvelles dates de séismes et celles, publiées auparavant, résultant d'analyses à partir de carbone radioactif, montre que toutes les estimations, à l'exception d'une seule, sont comprises dans les fourchettes de date, plus larges, estimées par Sieh [1984], ou les recouvrent partiellement.

(doc. 7)

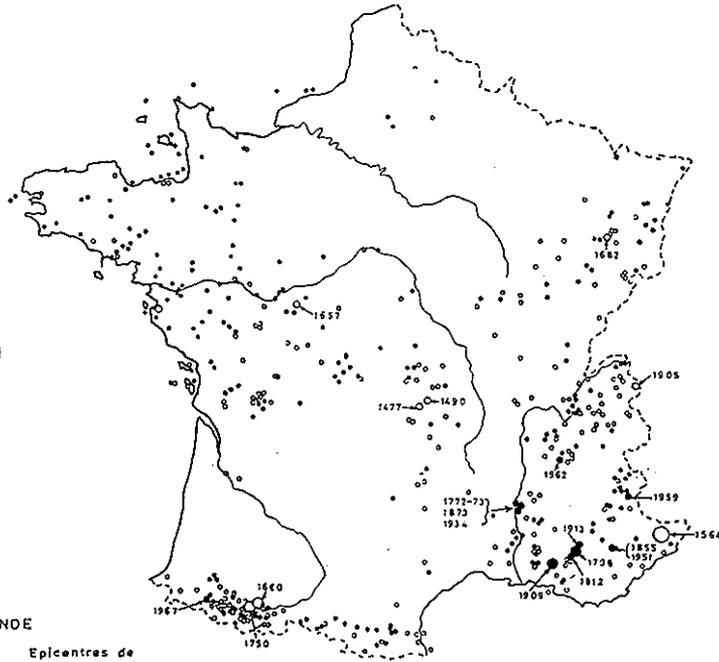


Distribution géographique des déplacements provoqués par le séisme de Fort Tajon (Californie), en 1857, et par plusieurs séismes préhistoriques au même endroit.



(doc. 8)

(doc. 9)



LEGENDE

Epicentres bien localisés

Epicentres de localisation incertaine

Intensité MSK

- | | | |
|---|------------------|---|
| ● | X | ○ |
| ● | IX et VIII-IX | ○ |
| ● | VIII et VII-VIII | ○ |
| ● | ≤ VII | ○ |

Sismicité historique. Carte des epicentres connus.



En rouge, il y a la trace des failles où rien ne s'est produit depuis au moins 1000 ans, peut-être 1500 ans, et c'est là que nous nous sommes tous placés avec une série d'instruments, pour essayer de mieux voir venir, s'il en existe, l'un des signes précurseurs du grand séisme qui devrait se produire bientôt.

Ces failles ont été décelées et cartographiées avec des techniques qui sont d'abord géologiques.

Pour conclure, je voudrais dire qu'il serait présomptueux de notre part de penser qu'en France ou dans les régions adjacentes, nous connaissons toutes les failles susceptibles de bouger.

Je pense que l'on peut dire qu'on ne les connaît pas bien et je ne serais pas surpris -puisque c'est la leçon des dix dernières années- si le prochain séisme en France se produisait sur une faille qui n'a été, non pas repérée par personne mais étudiée en détail par personne.

Nous devons garder cela à l'esprit ; on ne connaît pas bien les failles actives de notre pays.

M. le Président - Cela signifie-t-il que l'on se trompe lorsqu'on dit qu'en France, il y a trois régions à risque sismique, à savoir le Fossé rhénan, Provence-Côte d'Azur et les Pyrénées ?

La conclusion de votre propos est-elle qu'il faut aller au-delà et que la définition de ces trois régions sismiques est insuffisante ?

M. Paul TAPPONNIER - Vous ne parlez que de la France métropolitaine. N'oubliez pas que nous avons des départements et territoires d'Outre-mer dans lesquels il y a beaucoup de choses à faire.

Pour la France métropolitaine (document 9), je pense qu'on ne se trompe pas beaucoup en disant que les Pyrénées, les Alpes et le Fossé rhénan sont les trois régions qu'il convient de surveiller le plus.

Il faut cependant nuancer parce qu'à l'intérieur de ces régions, nous ne connaissons pas bien les failles qui bougent. Ces massifs sont tout de même grands et, pour arriver à voir venir quelque chose, il faudrait être plus précis.

Monsieur Le Mouël disait que si on avait identifié une faille de 100 kilomètres de long, il restait encore le problème que le séisme allait s'initier sur une région de peut-être 100 mètres de large.

Il faudrait d'abord essayer d'identifier à l'intérieur de ces ensembles les structures qui bougent le plus vite.

D'autre part, je pense que nous ne sommes pas du tout à l'abri d'un séisme qui se produirait dans le massif central ou quelque part près de la côte atlantique de la France, et qui atteindrait une magnitude suffisante pour faire des dégâts.

Personnellement, je considère que ce problème n'est pas résolu.

On parle des Pyrénées, des Alpes et du Massif rhénan, bien sûr mais ailleurs aussi peut-être et, à l'intérieur de ces domaines, où ?

Le problème est d'ailleurs exactement identique à ce que l'on voit se produire sous nos yeux en Californie ou au Japon. On y connaît très bien les deux grandes zones les plus actives, mais les séismes qui font couler de l'encre depuis douze mois se produisent sur des failles que personne ne s'attendait à voir bouger et à engendrer les dégâts constatés.

Je parle de Northridge en janvier 1994 et de Kobé il y a quelques semaines. Que ce soit en France ou ailleurs, nous devons nous y attendre.

Les techniques pour déceler ces failles existent, mais il faut le faire et, pour le faire il faut des moyens par exemple, davantage de moyens.

M. le Président - Monsieur Bernard, à quoi un sismologue sert-il dans la prévision ?

M. Pascal BERNARD (sismologue de l'Institut de physique du Globe de Paris) - Cela ne sert pas à grand chose dans la prévision puisque ce sont les géologues qui

identifient les failles actives et quantifient leur mouvement. Actuellement, nous sommes plutôt dans un domaine de recherche pour ce qui est de la prédiction.

Paul Tapponnier vous a parlé du cycle sismique. C'est ce que vous voyez sur ce graphique (document 10), avec les grandes barres en haut, qui sont une succession de séismes, avec par exemple une période de retour de 100 ans.

A partir de ces cycles de séismes, on peut dire qu'à partir de maintenant, il est probable que ce séisme revienne dans les 50 ans (par exemple une probabilité de 0,5), donc avec une incertitude trop importante pour pouvoir être utile pour le court terme.

En revanche, il est possible -c'est observé dans certains cas- que ces séismes soient précédés de phénomènes géophysiques que l'on déclare anormaux et qui permettent une prévision à plus court terme au sens où un phénomène anormal peut précéder le séisme de quelques heures, quelques jours, quelques mois.

Dans ce cas, on ne sait pas très bien quoi faire de cette prévision, mais on l'observe et nous essayons de commencer à comprendre ces phénomènes.

Il y a toute une série de précurseurs qui sont bien reconnus. Le transparent suivant (document 11) montre des précurseurs associés aux déformations.

Avant ces précurseurs, de plus simples sont à imaginer : les séismes eux-mêmes. Pour les gros séismes, il est parfois observé de manière indubitable l'occurrence de petits séismes (soit des crises sismiques, soit des séismes modérés, qui précèdent de quelques jours à quelques mois la grande rupture).

Le problème est que l'on ne sait pas identifier a priori la différence entre un séisme précurseur et un séisme normal. Ce n'est qu'après coup, parce que le grand séisme s'est produit, qu'on se rend compte qu'il y a eu des précurseurs.

Les précurseurs sont donc bien identifiés mais pour l'instant, ils sont inexploitablement en termes de prédiction.

Le deuxième type de phénomène est illustré sur ce transparent, où l'on voit quatre graphiques au cours du temps. L'échelle en temps est d'environ cinq mois d'enregistrement de plusieurs paramètres, associés à la déformation de la faille.

Le paramètre qui se situe en haut mesure l'activité en radon (gaz radioactif contenu dans les sols, dont on sait détecter la présence) et l'on voit qu'avant un séisme de magnitude 7 au Japon, ce gaz a eu une anomalie négative pendant plusieurs mois, très bien corrélée avec les autres anomalies observées à quelques dizaines de kilomètres de la faille :

- variations de température des eaux souterraines de 5 à 10 degrés,
- variations de niveau d'eau dans les puits souterrains d'environ une trentaine de centimètres,
- déformations du sol associées en temps avec ces phénomènes, que l'on sait mesurer avec une précision de 1 pour 1 million, ordre de grandeur des anomalies que l'on voit sur l'image.

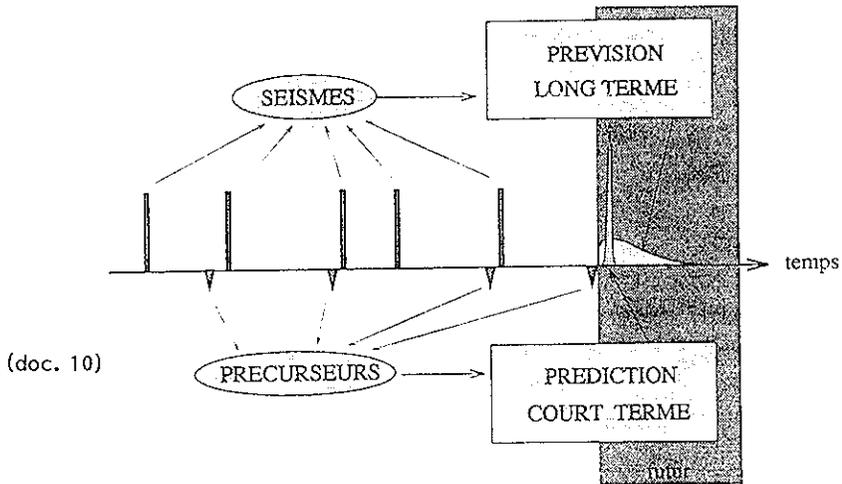
On peut comprendre ces phénomènes. C'est la zone de la faille en profondeur qui commence à relâcher ses contraintes, à glisser un peu, générant des déformations en surface avec tous les effets conséquents que je viens de citer.

Voilà donc une série de précurseurs que l'on sait bien identifier. En revanche, lorsqu'on observe la variation dans le temps de ces précurseurs, on est incapable de dire que le séisme aura lieu à tel moment. Nous n'avons pas de modèle explicatif, prédictif, physique de ces phénomènes, que l'on comprend toutefois.

En revanche, certains phénomènes précurseurs bien authentifiés ne sont pas compris. Cette image (document 12) vous en montre un.

C'est une anomalie du champ magnétique terrestre dans les périodes d'environ 100 secondes au cours du temps, avant le séisme de Loma Prieta en Californie en 1989.

Sur un mois donné, le niveau de bruit pendant les cinq premiers jours est très bas. C'est le niveau de bruit moyen des années précédentes. Tout à coup, le niveau de bruit du signal magnétique augmente de manière très notable. Pendant dix jours, il fluctue et on a ensuite un très grand pic de trois heures et le séisme survient à la fin de ces trois heures.



SEISME d'IZU-OSHIMA-KINKAI, 1978
M=7

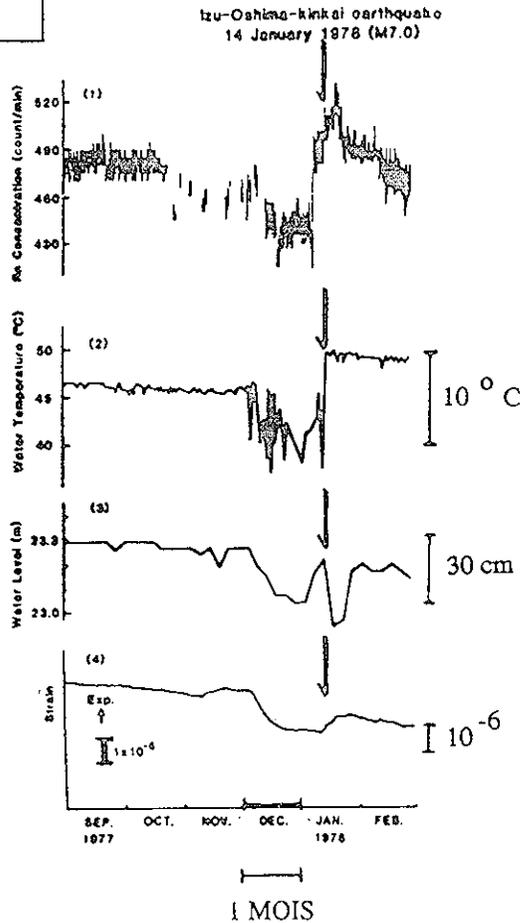
(doc. 11)

RADON
d = 25 km

TEMPERATURE
DE L'EAU
d = 30 km

NIVEAU D'EAU
d = 30 km

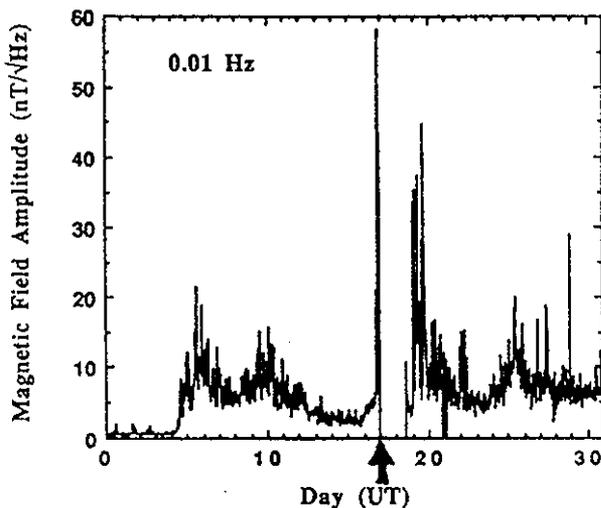
DEFORMATION
d = 50 km



SEISME DE LOMA-PRIETA 1989 M=7.0

D=7 km

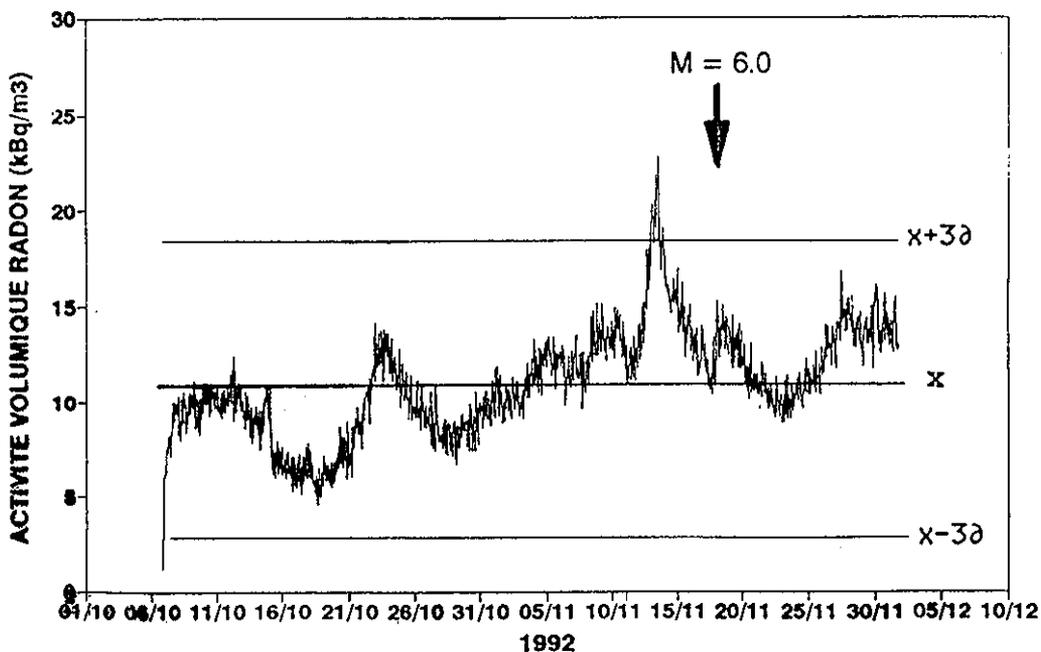
(doc. 12)



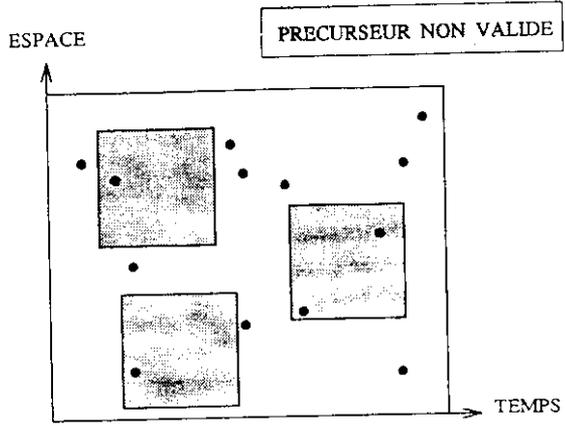
Fraser-Smith et al.

ANOMALIE RADON A KALITHEA (GRECE)
PRECURSEUR DU SEISME DE MAGNITUDE 6.0

(doc. 13)



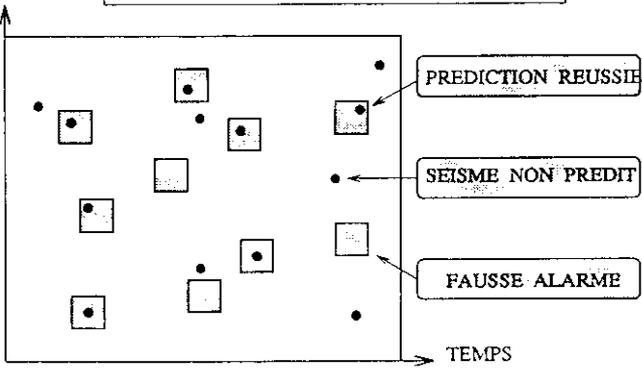
(doc. 14)



ESPACE

PHENOMENE PRECURSEUR VALIDE
METHODE DE PREDICTION INCERTAINE

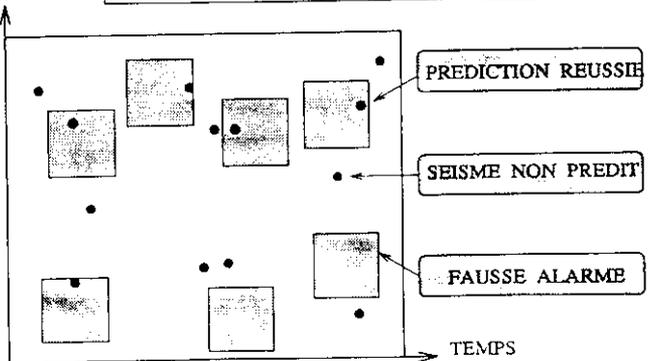
(doc. 15)



ESPACE

PHENOMENE PRECURSEUR INCERTAIN
METHODE DE PREDICTION INCERTAINE

(doc. 16)



Il y a alors rupture de courant, donc plus d'enregistrement pendant une journée, et les fluctuations du champ magnétique perdurent pendant toute la période des répliques, pendant au moins un mois.

L'association avec le séisme est donc très claire, mais le caractère prédictif de cette anomalie l'est beaucoup moins. Au vu de cette courbe, on est incapable de dire quand devrait avoir lieu le séisme parce que, pour l'instant, on ne comprend pas du tout ce phénomène. Plusieurs modèles sont possibles mais aucun n'est encore validé.

Tels sont donc les exemples de précurseurs authentifiés, mais pour l'instant incapables de nous fournir la réponse à la question : quand aura lieu le séisme quand on constate une telle anomalie ?

L'image suivante (document 13) montre des précurseurs moins certains, qui sont des anomalies observées.

Par exemple, en Grèce, on a un mois et demi d'enregistrement de l'activité radon dans le Golfe de Corinthe. La petite flèche pointe le temps d'un séisme de magnitude 6 qui a eu lieu pendant cette période d'observation et on constate qu'une forte anomalie radon a eu lieu cinq jours avant.

Cette anomalie est-elle corrélée ou non avec le séisme ? Cette anomalie est largement au-dessus du bruit. Est-ce un signal ou pas ? Seule une étude statistique de ce type d'observation permettrait de donner une réponse.

Autrement dit, il faut un grand nombre de séismes d'une telle magnitude, en espérant avoir un grand nombre d'anomalies de ce type, pour dire que c'est un précurseur et que l'on peut s'en servir, que chaque fois que l'on constate une telle anomalie radon, on aura un séisme cinq jours après.

Le point essentiel dans ce type d'anomalie -et c'est l'essentiel des anomalies reportées dans la littérature-, c'est qu'il faut faire des statistiques dessus.

Quels sont les types de statistiques et quels sont les problèmes sur les statistiques lorsqu'on analyse de tels phénomènes ?

L'image suivante (document 14) vous montre un exemple de sismicité dans l'espace et dans le temps, donc des séismes au-dessus d'une certaine magnitude par exemple. Ils sont distribués de manière aléatoire et on cherche à les prédire.

Bien sûr, si on dit que le séisme va avoir lieu sur une énorme zone sans préciser laquelle, et dans une période de temps indéterminée, on est sûr d'attraper un séisme.

Dans cet exemple, j'ai fait trois prédictions (ce sont les trois boîtes) dans l'espace et dans le temps. J'aurais pu faire cette prédiction au hasard et j'attrape un séisme. Le succès d'une prédiction ne signifie donc en rien que l'on fait mieux qu'un tirage au hasard.

Lorsqu'on fait des prédictions, on va chercher à affiner la fenêtre en temps, en espace et en magnitude, pour être efficace.

L'image suivante (document 15) montre un cas un peu optimal, en fait assez général, où l'on a clairement une prédiction réussie dans sept cas, trois fausses alarmes donc trois prédictions sans séisme et un certain nombre de séismes non prédits.

Sur cette figure, il faut voir tout d'abord que le fait de tirer ces prédictions au hasard et d'avoir ce résultat est quasiment impossible. On a donc identifié un précurseur, celui qui permet de faire cette prédiction.

Le précurseur est une anomalie géophysique réelle. En revanche, l'utilité d'une telle prédiction est discutable. En effet, on a non seulement des prédictions réussies mais également des séismes non prédits et des fausses alarmes.

Selon le poids que l'on donne, dans l'intérêt de ces prédictions, aux fausses alarmes, qui peuvent coûter très cher en termes de coût d'évacuation des populations ou de paniques, etc., on va dire que cette prédiction est utile ou pas.

Le fait d'identifier des précurseurs ne signifie donc pas forcément avoir une prédiction utile et exploitable.

Le transparent suivant (document 16) montre le cas généralement le plus fréquemment observé, par exemple pour la méthode VAN, où les boîtes ne sont pas très petites

au sens où l'on n'est pas sûr de ne pas avoir attrapé ses séismes par hasard et où, d'autre part, on a tous les problèmes de fausses alarmes et de séismes non prédits qui persistent.

Non seulement on n'est pas sûr que la prédiction puisse être utile à quoi que ce soit mais, d'autre part, on n'est pas sûr que les précurseurs qui ont fait déclencher les alarmes soient de réels précurseurs. Tel est tout l'objet du débat actuel sur la méthode VAN.

Quant à nos façons de travailler, plutôt que mesurer un paramètre ou un autre, nous essayons d'en mesurer plusieurs différents (courant électrique, champ magnétique, déformation des sols, micro-sismicité, tout ce qui est circulation de fluides), de concentrer ces efforts non pas partout en Grèce ou partout en France ou aux Etats Unis, mais dans des petits tronçons de failles.

Le choix a été fait par les Américains de se concentrer sur la petite faille de Parkfield, segment de la faille de San Andreas en Californie qui fait 30 kilomètres de long, sur lesquels sont accumulés plusieurs centaines de capteurs extrêmement sophistiqués.

Les Japonais ont fait un peu de même avec dix zones sismiques répertoriées au Japon, sur lesquelles ils ont concentré leurs efforts.

Les Allemands font de même en Turquie sur le petit segment de la faille nord-Anatolienne, qui fait une cinquantaine de kilomètres de long et sur lequel ils concentrent des observations multi-paramètres continues, comme les Américains.

Les chercheurs français travaillent dans plusieurs zones : en Chine, comme l'a dit Paul Tapponnier, au Chili, comme vous en parlerez peut-être Armando Cisternas, où l'on attend au nord un grand séisme de subduction (séisme qui revient à peu près une fois tous les siècles et qui devrait revenir d'ici quelques décennies).

Nous avons donc une surveillance de la sismicité et des déformations, mais c'est pour des grands séismes en Chine et au Chili.

Nous pouvons essayer de chercher des séismes modérés en termes de précurseurs.

Voici la sismicité de la France pendant 30 ans, au-dessus de la magnitude 5. Il n'y en a pas beaucoup. De 1963 à 1992, il y en a eu deux. Ce n'est donc pas là que nous allons chercher des séismes de magnitude supérieure à 5 pour faire des études de prédiction.

Nous allons plutôt aller en Grèce. Voici, à la même échelle la sismicité sur la même période de temps avec le même seuil de magnitude. C'est beaucoup plus intéressant.

Nous avons notamment sélectionné le site du Golfe de Corinthe, structure très active sur laquelle nous avons commencé à implanter des systèmes de mesure permanents.

Telle est la situation dans laquelle nous sommes. Notre stratégie d'observation consiste à étudier des phénomènes géophysiques variés par des mesures sensibles multi-paramètres, à concentrer nos efforts sur des objets bien précis, à faire des mesures continues dans le temps (donc à créer de véritables observatoires géophysiques, un peu comme autour des volcans) et enfin à développer des modèles physiques prédictifs à partir de ces observations.

M. le Président - Je souhaiterais poser à Monsieur Caristan une question réservée à Monsieur Mohammadioun, question qui m'a été posée hier sur une station de radio. Si l'épicentre d'un séisme se trouvait sous une centrale nucléaire, que se passerait-il ?

Je souhaiterais lui poser une autre question pour compléter les propos du Président Le Mouél. Vous connaissez bien la méthode VAN ; qu'en pensez-vous ?

M. Yves CARISTAN (Chef du Laboratoire de détection géophysique du Commissariat à l'énergie atomique) - Je laisserai la première question à Monsieur Mohammadioun, qui est plus qualifié que moi pour y répondre.

Quant à la deuxième question, je ferai un petit retour en arrière, d'abord pour commenter les propos du Président Le Mouél, que je partage totalement, à savoir qu'il faut une certaine précaution quand on parle de méthode.

Personnellement, je préfère ne pas utiliser le terme "méthode" mais celui de précurseurs, dont Pascal Bernard vient de parler longuement.

Au Laboratoire de détection géophysique, nous avons installé cinq stations en France, sous la dénomination de la "méthode VAN". L'idée qui a conduit mes prédécesseurs dans l'installation de ce réseau, était de déterminer si cette méthode était applicable en France.

Je viens de dire que je n'utilise pas le terme "méthode", parce qu'il sous-entend que l'on sait tout, que l'on a des résultats à 100 % et qu'on n'a plus à se poser de problèmes scientifiques fondamentaux.

Si l'on a une méthode, on en suit les règles et on détermine ainsi quels sont les risques de séismes dans les quelques jours qui suivent des indications données par cette méthode.

La réalité est assez différente, et je pense que les exposés précédents l'ont bien montré. Il n'est donc pas nécessaire que je revienne en détail sur la partie statistique, sur l'existence de nombreux précurseurs, la méthode VAN étant fondée sur un précurseur, essentiellement le potentiel tellurique.

On focalise beaucoup sur la méthode VAN, mais il en existe d'autres. De façon scientifique, mes collègues vous en ont parlé puisqu'ils ont parlé de la sélection géographique d'un lieu et de la période de retour dans ce lieu, c'est une méthode récurrence : on s'attend à ce que dans un lieu ou dans une zone donnée, dans un temps donné, se produise un séisme.

Nos collègues américains ont utilisé cette façon de prédire un séisme dans une expérience qu'ils ont menée à Parkfield. Ils avaient prédit un séisme dans cette zone, pour l'année 1988 plus ou moins cinq ans. Rien ne s'est produit dans cette fenêtre temporelle.

Voilà donc une méthode qui n'est pas parvenue à prédire un séisme. Cela ne signifie pas que ce ne soit jamais arrivé. Certains cas de prédiction de séismes ont été suivis d'évacuations. Ce fut le cas en Chine en 1975. Cela montre que si on arrive à prédire un séisme, c'est très important.

Revenons en France, avec l'installation en 1989 d'un réseau de cinq stations, essentiellement dans les Alpes mais aussi au niveau des Cévennes. Nous nous sommes donné l'objectif de faire un bilan après trois ou quatre ans des résultats de ce réseau.

Il se trouve que nous surveillons simultanément la sismicité. Grâce à nos installations, nous avons donc un suivi permanent de sismicité et il était très simple de faire la comparaison.

D'une part, la sismicité est relativement faible dans les Alpes par rapport à celle de Grèce ou d'autres régions du monde. En second lieu, du fait que c'est une méthode et non pas une expérience qui a été conçue au début, nous nous sommes implantés en espérant peut-être voir des signaux mais, finalement, nous n'avons pas vu grand chose.

Quelques séismes de magnitude 4 se sont bien produits dans cet intervalle de temps, mais on ne peut pas dire qu'il y ait eu une corrélation entre les signaux telluriques et ces séismes.

Ceci étant, nous avons donc décidé de ne plus continuer en tant que méthode de prévision opérationnelle. Nous avons fermé quelques unes de ces stations et, d'autre part, nous nous sommes orientés vers une étude plus scientifique des signaux qui peuvent être engendrés par des variations de contraintes dans les roches.

Une expérience est donc actuellement en cours d'installation dans les Alpes, autour de l'un des sites de mesures telluriques, qui va consister à essayer de comprendre les phénomènes constatés, dont certains ont déjà été cités par Jean-Louis Le Mouël et Pascal Bernard.

Tout cela tourne autour de l'électro-filtration et de la variation de contraintes associée à des variations de niveaux d'eau dans un lac dans le Beaufortin. Nous espérons ainsi avoir une sorte de laboratoire "naturel" (je ne devrais pas employer ce terme puisque la variation d'eau est artificielle ; c'est l'homme qui la contrôle), un laboratoire à grande échelle.

Nous espérons pouvoir mesurer un certain nombre de phénomènes associés aux variations de contraintes et aux migrations de fluides au sein de la masse rocheuse, au radon, dont a parlé Pascal Bernard, au potentiel tellurique.

(doc. 17)

INTERVENTIONS SUR LE TERRAIN LORS D'UN SEISME MAJEUR

vision pluridisciplinaire de la source

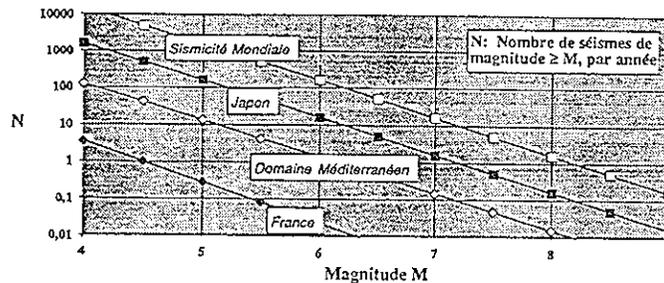
- * cartographier les ruptures en surface,
- * localiser précisément les répliques en profondeur et leur mécanisme,
- * trouver l'histoire passée des tremblements de terre en utilisant la paléosismologie.
- * utiliser les données large bande pour modéliser la propagation de la rupture.
- * déformations post-sismiques (GPS).

INTERVENTIONS DE L'IPGS

- * Frioul, Mai et Septembre 1976
- * Allemagne (Jura-Souave) 1978
- * Algérie (El Asnam) 1980
- * Azores 1980
- * Italie (Perugia) 1984
- * Algérie (Constantine) 1985
- * Remiremont 1987
- * Arménie (Spitak) 1988
- * Algérie (Chenoua) 1989
- * Géorgie (Racha) 1991
- * Turquie (Erzincan) 1992
- * Maastricht 1992

(doc. 18)

LOI DE GUTENBERG-RICHTER



En effet, comme le signalait Jean-Louis Le Mouël, des variations telluriques se produisent, liées à un ensemble de phénomènes qui peuvent être thermiques ou électro-filtration, gradient magnétique vertical, déformations avec de l'inclinométrie pour contrôler les déformations, tout cela bien sûr associé à de la modélisation, numérique ou non, indispensable dans l'approche scientifique pour comprendre les phénomènes.

Il faut comprendre les phénomènes parce que, si l'on en observe à un endroit donné (c'est par exemple le cas de nos collègues grecs de l'équipe Varopos), il faut savoir expliquer leur origine et pourquoi ils se produisent.

Si on ne sait pas l'expliquer, on ne sait pas transporter cette observation dans un autre contexte. Il est donc absolument indispensable de comprendre.

Sur ce qui concerne la partie retour temporel, je partage tout à fait l'avis exprimé à la fois par Jean-Louis Le Mouël et Paul Tapponnier sur l'importance du chaos qui résulte très probablement de l'interaction entre diverses failles.

C'est une approche, j'allais dire "nouvelle" ; oui, il y a eu déjà des idées dans ce sens il y a quelques années mais on commence à prendre cette approche de plus en plus au sérieux et c'est certainement à étudier plus précisément.

Je ferai simplement une remarque quant à l'implantation de systèmes de mesure et de suivi. Pour faire des observations et des mesures dans le cadre très général de signaux précurseurs de séismes, est-il vraiment nécessaire d'être dans des zones de séismes supérieurs à 5 ? C'est ce que préconisent nos collègues grecs de la méthode VAN, mais ce n'est peut-être pas indispensable.

Tels sont les propos que j'avais à tenir sur le problème des précurseurs et sur la méthode VAN.

Pascal Bernard demandait tout à l'heure s'il était vraiment utile de prévoir ; je pense que c'est un devoir moral vis-à-vis de la société. Le fait que ce soient les sismologues ou d'autres qui se penchent sur la question est un débat de deuxième priorité.

En revanche, il me semble que le fait d'essayer de mieux comprendre tout ce qui peut se passer avant un séisme est un devoir moral. En effet, si on demande aux habitants de Kobé si la prévision des séismes serait intéressante ou pas, je suis sûr qu'ils auront un avis très précis en la matière.

Jean-Louis Le Mouël a dit en introduction que certains Américains demandaient ce que faisaient les sismologues ; depuis plusieurs années, je pense que leur interrogation dans le fond est légitime et que, dans la forme, elle est maladroite puisque les sismologues ont beaucoup travaillé à la connaissance de la source, en association avec les tectoniciciens, pour mieux connaître la localisation des zones sismiques, et faire tout ce qui a déjà été rappelé.

Ceci étant, l'interrogation au niveau de la société est certainement une question qui doit être abordée clairement.

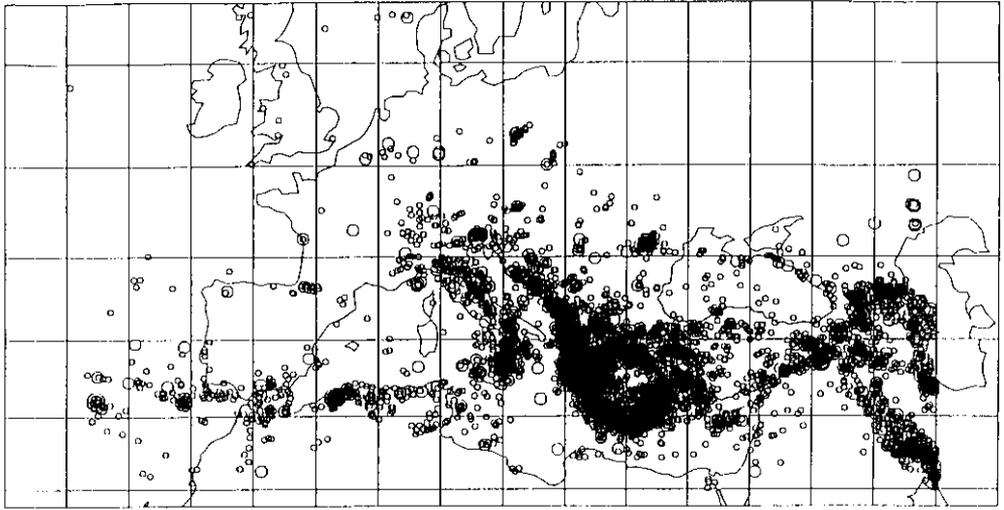
Quant à savoir quel taux de fausse alarme est acceptable, 70 % ou 30 % d'échecs, s'il faut le faire ou pas, s'il faut prendre des mesures au-delà, je pense qu'il faut se tourner vers les politiques ; c'est de leur responsabilité.

M. le Président - Monsieur Cisternas, Physicien à l'Institut de physique du Globe de Strasbourg, vous avez fait un certain nombre d'observations sur des séismes dans le monde entier. Pouvez-vous nous en parler ? Est-ce bien cela que vous souhaitez mettre en exergue ?

M. Armando CISTERNAS (Physicien à l'Institut de physique du Globe de Strasbourg) - Je suis à l'Institut de physique du Globe de Strasbourg et je voudrais parler des deux sujets que développe cet institut, ayant rapport avec les tremblements de terre.

Le premier concerne les problèmes de recherche sur les sites des grands tremblements de terre destructeurs, en particulier en Méditerranée, en Amérique du Sud et en Mongolie.

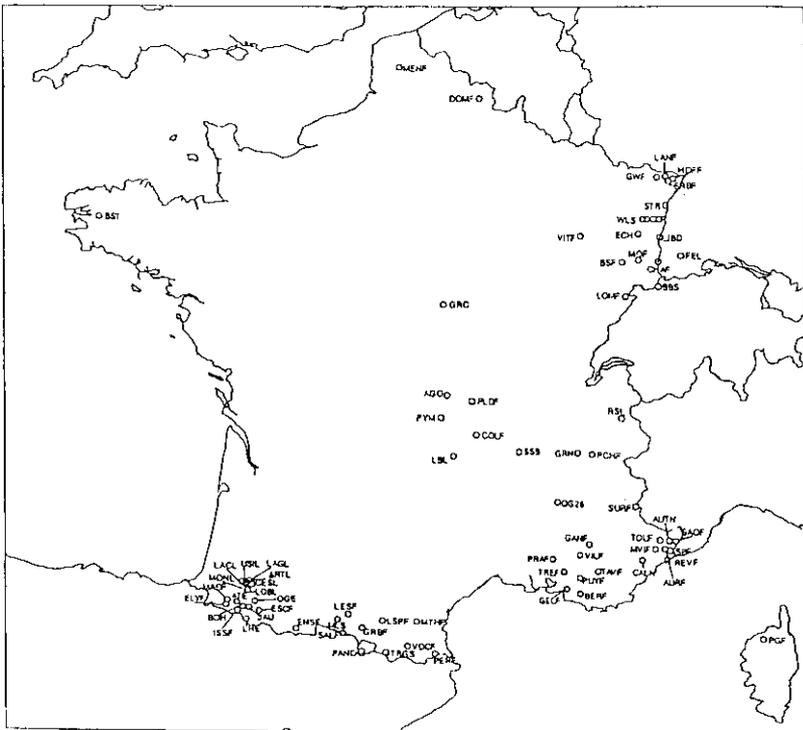
Sismicite de l'Europe 1928-1993 (doc. 19)



PROJECTION: MERCATOR, CENTER: 45.00 15.00 0.0
WINDOW ANGLES 40.0000 40.0000 20.0000 20.0000

MAGNITUDE OUT OF RANGE. LAST TABLE VALUE USED.

ReNaSS stations (doc. 20)



Le deuxième concerne une tâche de service de cet institut : la coordination du réseau national de surveillance sismique (RENASS), sensé accumuler des données en forme de routine pour déterminer les paramètres au foyer, la localisation, les temps de couvrance, la magnitude des différents séismes dans les territoires français.

Le premier transparent (document 17) montre les sites où l'Institut du Globe de Strasbourg a fait des interventions sur le terrain, lors de séismes destructeurs. On voit en particulier des interventions faites sur les séismes d'Algérie, d'Arménie, de Géorgie et de Turquie.

La magnitude de tous ces séismes était du même ordre que celle du séisme de Kobé, que l'on a tant évoqué dans la presse et à la télévision.

L'importance de ces séismes a été assez variable. Par exemple, en Arménie, il y a eu 25.000 morts, la qualité des constructions étant très mauvaise. En Turquie moins de 1000 morts et en Algérie environ 5.000 morts. Ces séismes ont donc produit des destructions assez variables.

Au Japon, des normes parasismiques étaient utilisées, ce qui a minimisé la destruction. L'effet d'un séisme dépend donc beaucoup des types de constructions, mais les Japonais ne savaient pas tout sur les imprévus de la réponse de ces bâtiments à ce type de secousse sismique, qui était une secousse moyenne. Ce n'était pas le séisme le plus grand que pouvait attendre le Japon.

Le transparent suivant (document 18) montre une comparaison de la sismicité dans plusieurs régions du monde. La loi de Gutenberg Richter donne le nombre de séismes de magnitude plus grande que la magnitude donnée dans une région, dans un délai de temps. Ici, c'est une année. Quand on regarde l'échelle logarithmique du nombre de séismes, on constate que la sismicité au Japon, toutes magnitudes comprises, est de l'ordre d'un dixième de la sismicité mondiale. Pour la région arabo-méditerranéenne qui va du Caucase à l'Atlantique (toute la Méditerranée, la France, l'Italie, la Grèce, etc.), la sismicité est plus petite (un centième de la sismicité mondiale). En France, la sismicité est de moins d'un millième de la sismicité mondiale. Cela donne une certaine idée de la sismicité en France.

Mais il ne faut pas se tromper. Le taux de production de séismes est faible mais cela ne veut pas dire que la France n'aura pas de grands séismes ou des séismes importants.

Dans ce sens, je rejoins Paul Tapponnier lorsqu'il dit qu'il est possible en France de voir des séismes de grande magnitude. Un séisme de magnitude 7 est tout à fait possible en France. Le problème, c'est de savoir quelle est la récurrence de ces séismes. Dans les régions à faible taux de déformation, on prend plus de temps pour accumuler les déformations que vont produire les séismes mais cela ne signifie pas qu'un gros séisme soit exclu en France. Avant le séisme d'El Asnam en Algérie, on pensait que le plus grand séisme que l'on pouvait avoir en Afrique du Nord était de magnitude 6. Or, le séisme d'El Asnam, de magnitude 7.3, est arrivé en 1980. Une faille a pu être repérée à partir des photos satellite, mais elle était inconnue des sismologues. Personne ne savait que cette faille existait.

Le séisme d'El Asnam a changé les idées sur la sismicité d'Afrique du nord. Je pense donc que la même chose peut se produire en France. Il y a plusieurs failles qui sont des candidats pour des séismes de magnitude 7.

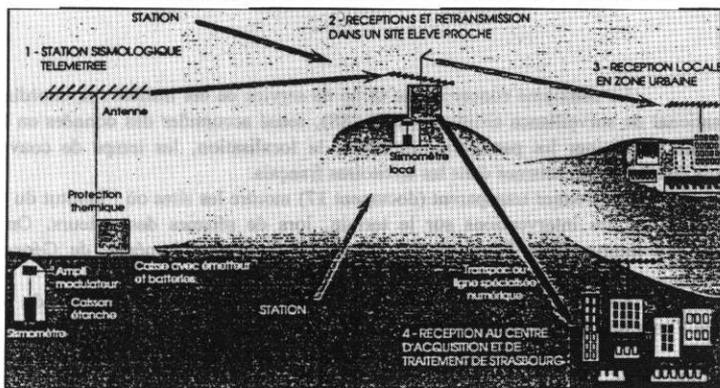
Le transparent suivant (document 19) montre la distribution de la sismicité en Europe. Il est clair que la sismicité en France est faible par rapport à celle de Grèce ou d'Italie, par exemple.

Sur le transparent suivant (document 20) apparaît le réseau RENASS. Il s'agit de la distribution géographique des différentes stations qui sont coordonnées à Strasbourg.

Toutes ces stations envoient les signaux à la centrale de Strasbourg par des méthodes différentes (lignes téléphoniques, Transpac, satellites) et, finalement, on a une idée en temps réel de ce qui se passe dans un endroit donné de la France lors d'un séisme.

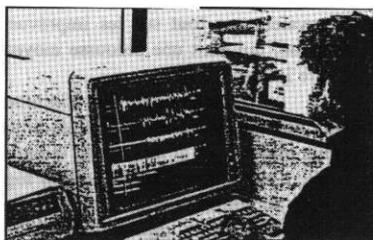
Le transparent suivant (document 21) illustre à peu près les différents modes de transmission de ces types de données à la centrale de Strasbourg.

Le cheminement des données sismiques (doc. 21)



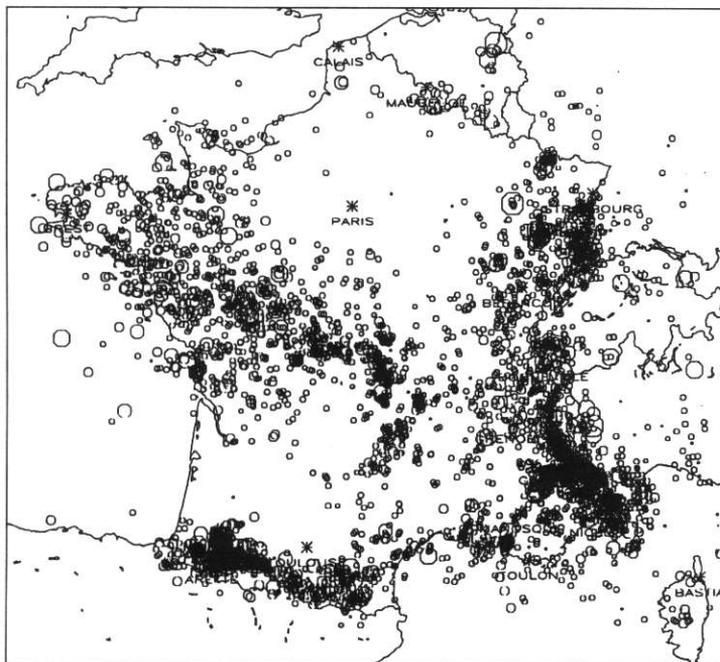
Sur cet exemple (RèNaSS), le sismomètre est enterré. La station sismologique enregistre les mouvements du sol de façon continue. Les signaux sont transmis par radio à une station de réception proche, située sur un point élevé. Les signaux sont ensuite retransmis par radio ou par les lignes téléphoniques spécialisées, à une station de réception urbaine locale, et au centre de Strasbourg.

Schéma d'une station sismologique télémetriée (BCSF-INSU)



Station de réception du RèNaSS à Strasbourg (photo BCSF)

Sismicité locale - 1980/1993 (doc. 22)



MAGNITUDE OUT OF RANGE. LAST TABLE VALUE USED.

Le transparent suivant (document 22) donne une carte de la sismicité de la France obtenue avec une grande précision par ce réseau national de surveillance sismique, réseau qui peut donner des informations assez précises sur l'épicentre, la magnitude et les temps de récurrence de ces séismes.

Vous voyez là les zones actives. Cette carte a fait augmenter largement la précision avec laquelle on étudiait la sismicité en France. Vous voyez des alignements de sismicités qui correspondent à des accidents tectoniques.

Le transparent suivant (document 23) donne un cas de paléo-sismologie en France. C'est un cas quasiment unique. Comme Paul Tapponnier l'a rappelé, la paléo-sismologie donne un peu l'histoire d'une certaine faille, qu'on étudie, et l'on peut repérer la récurrence des grands séismes du passé.

Cette faille a été révélée par l'Institut national de protection et de sûreté nucléaire et elle a très probablement eu des séismes de magnitude 6. Je pense que, sur les autres failles en France, on ignore la magnitude des séismes qui peuvent se produire et leur récurrence.

Je pense donc qu'il est tout à fait fondamental de mieux connaître les accidents actifs en France, qui correspondent à des failles actives mais aussi à des failles cachées sous des plis, aussi importantes que celles apparaissant en surface. Il faut repérer tous ces accidents, et je pense que c'est le moment de lancer en France un grand programme de récolte des données scientifiques qui puissent servir de base à un travail de zonation quantitative des risques sismiques en France.

Une publication récente est illustrée par cette figure. Elle contient l'état des connaissances que nous avons maintenant et il est évident que c'est un pas vers une étude beaucoup plus quantitative et plus détaillée des accidents actifs.

Le transparent suivant (document non reproductible) montre des failles correspondant à des zones où il y a des séismes majeurs. Dans cette faille en Mongolie, il y a 370 kilomètres de rupture. C'est un gros séisme destructeur qui s'est produit en 1905 et la trace de la rupture subsiste encore en surface. En étudiant ces sites, nous allons pouvoir connaître de façon beaucoup plus rapide, et plus sûre, les paramètres liés à la production de ces séismes. S'il y a un effort à faire dans le domaine de la prévision des séismes, de la recherche des précurseurs de ces séismes, c'est plutôt hors de France, où la sismicité est plutôt faible, qu'il faut le faire. Nous devons donc travailler dans des zones où les taux de déformation sont très rapides. C'est par exemple le cas du Chili, où la plaque Pacifique s'enfonce sous le continent sud-américain à la vitesse de 10 centimètres par an. Nous y attendons un séisme majeur de magnitude 9 et le taux de déformation est énorme (10 centimètres par an). C'est l'un des plus importants du monde. C'est là que nous allons pouvoir repérer les précurseurs, parce que les effets sont plus grands et la récurrence des séismes est beaucoup plus rapide.

Il n'est pas nécessaire de dépenser des fonds en France pour faire de la prévision. Il faut aller dans les régions très sismiques et connaître les phénomènes, les mécanismes de production des séismes pour pouvoir prédire.

En France, au contraire, il faut faire un grand effort sur le repérage des failles actives, sur leur quantification et sur l'étude de la récurrence des séismes sur ces failles.

Le transparent suivant (document non reproductible) correspond au séisme d'Arménie, équivalent à celui de Kobé. La faille passait par la ville de Spitak que l'on peut voir derrière, et c'est l'une des raisons pour laquelle cette ville a été détruite à 90 %. La qualité des constructions était très mauvaise. Si on regarde les besoins d'avoir un bon code parasismique pour éviter la destruction, il faut tout de suite penser que ce code doit être obligatoire.

Dans le sud de la France, on commence à appliquer un code parasismique, mais tous les bâtiments précédents n'ont pas été construits de façon parasismique. Je pense que les Ingénieurs vous entretiendront de ce sujet.

Sur le transparent suivant (document non reproductible), apparaissent des méthodes tout à fait nouvelles. Voici un exemple d'une réussite française. C'est le CNES à Toulouse qui a produit cette image pour les déformations correspondant au séisme de Lander, en Californie. Les scientifiques du CNES ont été capables de trouver le champ de déformation total



(doc. 23)

Paléosismicité en France

Exemple de rupture de surface quaternaire d'origine sismique Basse vallée du Rhône (Courthézon)

En 1992, la réalisation de tranchées à proximité de la faille de Nîmes, dans un secteur où plusieurs indices de déformation plio-quaternaire sont connus, a permis de mettre en évidence une rupture tectonique de surface d'origine sismique, et d'étudier l'âge du dernier événement. Ces travaux, dont l'objectif est d'améliorer nos connaissances sur les failles actives, la période de retour et les niveaux envisageables des séismes majeurs, sont les premiers de ce type réalisés en France.



autour de la faille responsable du séisme de Lander, et ce type de méthode, qui correspond à une étude à partir de données d'interférométrie radar en utilisant les satellites, est très prometteur pour l'avenir. Un jour, ce type de méthodes pourra donner les informations en temps réel pour faire de la prédiction.

En résumé, je voudrais simplement ajouter qu'en France, on est plus ou moins correctement instrumenté pour essayer de connaître les séismes. Depuis vingt ans, des efforts très importants ont été faits. L'INSU et le réseau RENASS se sont développés de façon assez complète mais on peut faire beaucoup mieux. Dans ce domaine, je prend l'exemple de l'effort fait par les collègues allemands. En Allemagne, un réseau de type large bande et grande dynamique, fonctionne maintenant depuis quelques années. En France, nous n'avons rien d'équivalent et nous voudrions en avoir. Cela permettrait de connaître mieux, avec moins de stations, les propriétés des sources sismiques. Cela permettrait aussi des études plus poussées sur la nature des sources sismiques.

Il faut aussi densifier le réseau que nous avons déjà et je pense que, par la suite, on parlera de programmes accélérométriques qu'il faut aussi soutenir avec force.

M. le Président - Merci. Vous avez parfaitement assuré le lien avec l'exposé de Monsieur Denis Hatzfeld sur le réseau accélérométrique, trop faible en France. Le rapport que je dois rendre tiendra compte de cette exigence.

Trois intervenants doivent encore s'exprimer. Il faudrait que nous puissions permettre trois quarts d'heure d'échanges entre vous car il y a peut-être quelques divergences d'analyses, et avec certains journalistes qui m'ont fait savoir qu'ils souhaitaient intervenir en cours de journée.

M. Denis HATZFELD (Laboratoire de géophysique interne de l'IRIGM Grenoble, responsable du réseau accélérométrique permanent) - Depuis le début de la matinée, dans le cadre du risque sismique, on a parlé de la prédiction ou de la prévision des séismes.

Dans le risque sismique, il y a une autre composante importante : le mouvement du sol lui-même, puisque c'est lui qui occasionne les dégâts. Ce mouvement a des caractéristiques extrêmement variées pour un séisme donné, de magnitude donnée, à une distance donnée. Il dépend de nombreux autres paramètres, liés aux mécanismes de la source mais surtout à la propagation des ondes sismiques tout au long du trajet entre la source et le site en question et aux caractéristiques géotechniques, superficielles, mécaniques du sol au site considéré.

Sur le premier transparent (document 24), apparaissent quatre accélérogrammes enregistrés lors du fameux séisme de Mexico. Deux sont situés sur des sédiments et deux sur le rocher.

Ceux qui sont sur le sédiment sont en haut et ceux qui sont situés sur le rocher sont en bas. On constate trois éléments différents :

- une amplitude extrêmement différente entre les sédiments et le rocher. Il y a donc une amplification du mouvement du sol
- une durée du signal beaucoup plus importante sur le sédiment que sur le rocher
- des fréquences qui sont générées, surtout sur l'accélérogramme du haut, et qui montrent une résonance propre. Il y a une onde monochromatique qui s'est propagée et qui s'est auto-entretenue pendant de nombreuses minutes et cette onde a fatigué les bâtiments, donc a créé des dommages plus importants que s'ils avaient été sur le rocher.

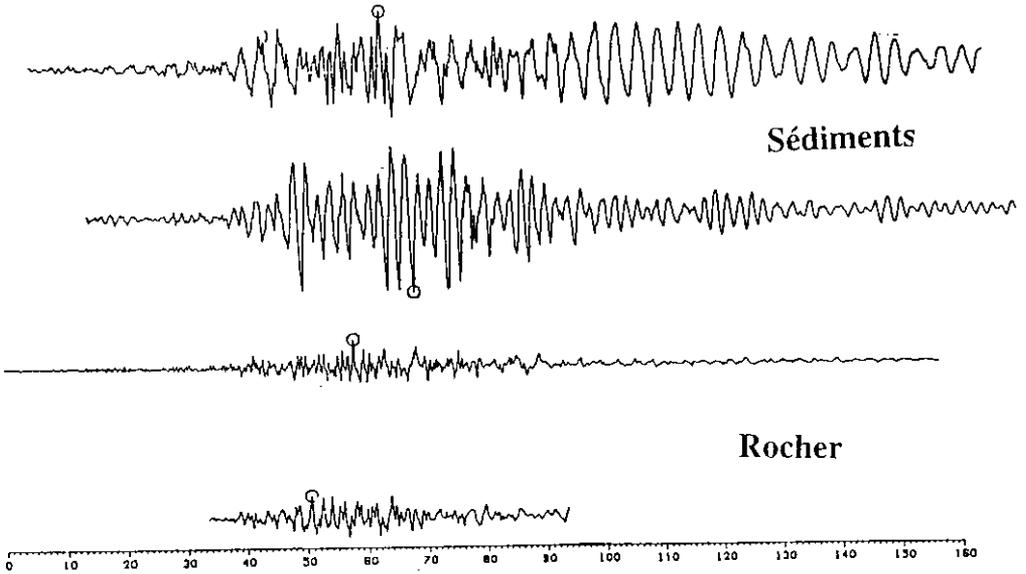
Ces accélérogrammes sont très beaux. Nous aurions pu en avoir une idée avant le séisme si nous avions étudié un certain type de données accélérométriques et si nous avions eu des enregistrements.

En effet, à partir de séismes de petite magnitude, on est capable de prédire le mouvement du sol lors de séismes de grande magnitude en se donnant des paramètres de géométrie ou de caractéristiques géotechniques.

Mais il faut chaque fois vérifier par l'expérimentation qu'on a bien paramétré la modélisation numérique.

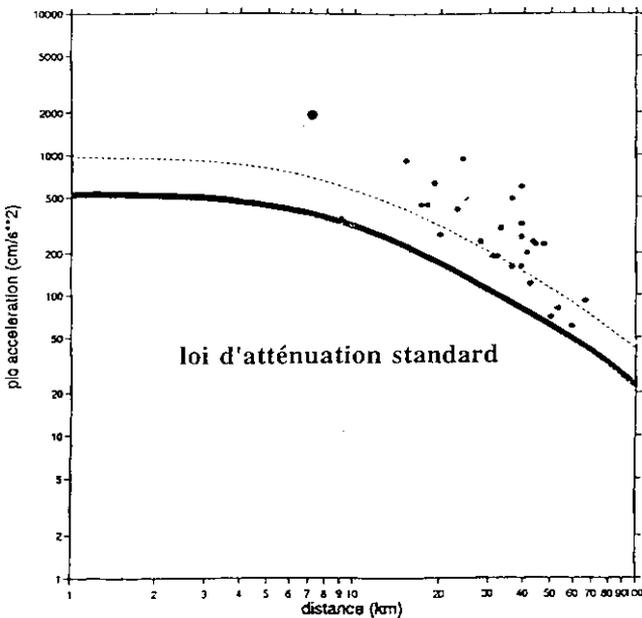
Composantes horizontales de 4 accélérogrammes enregistrés à Mexico

(doc. 24)

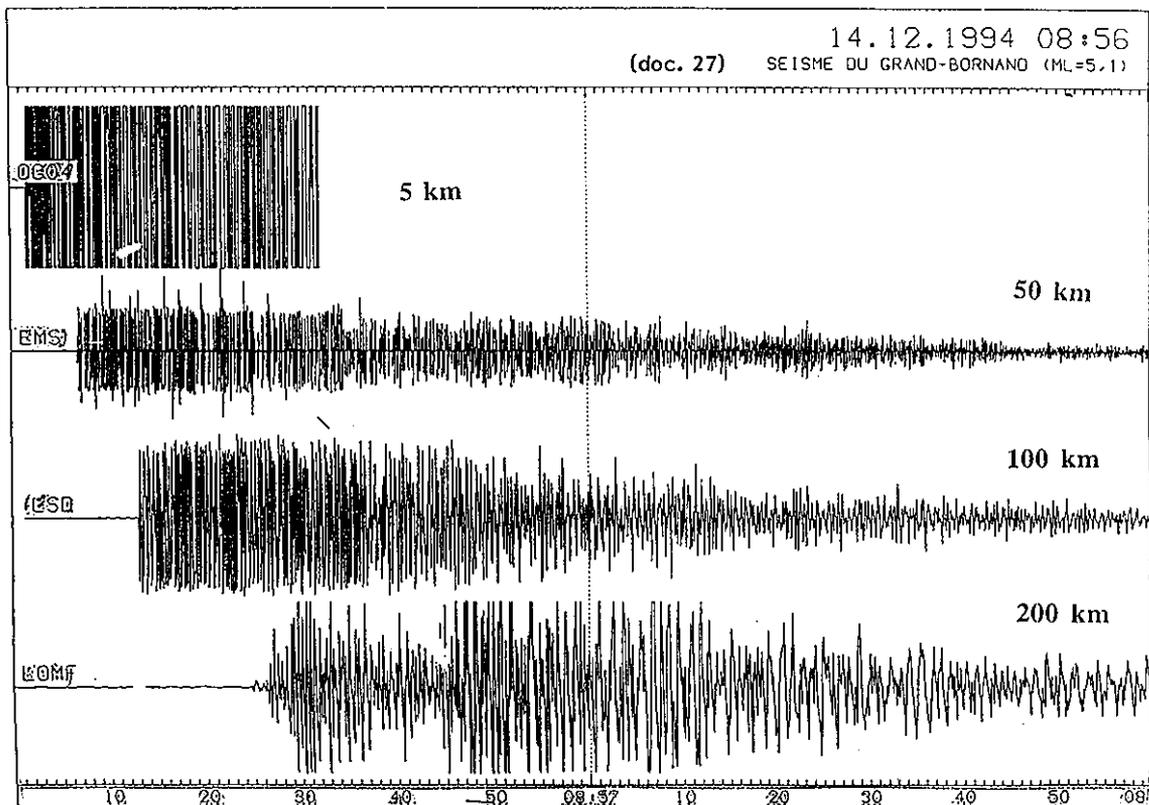
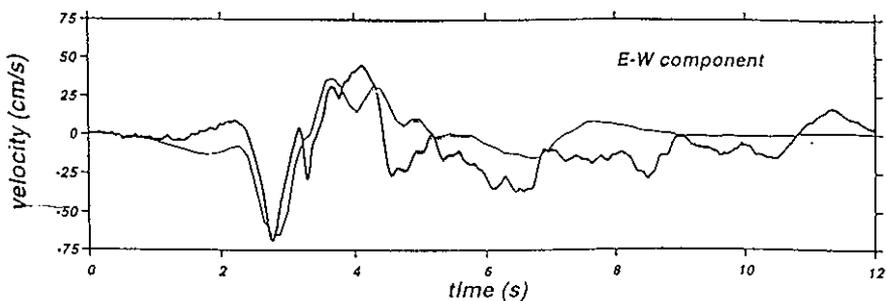
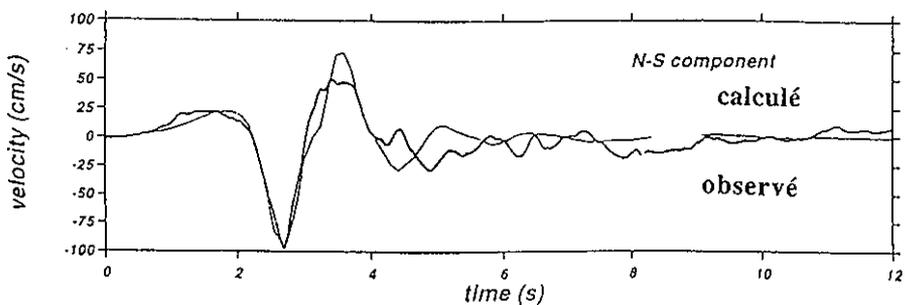


Comparaison entre les pics d'accélération observés lors du séisme de Northridge et les prévisions issues de la relation d'atténuation proposée par Joyner et Boore (trait plein). La prévision plus un écart-type est indiquée par un trait pointillé.

(doc. 25)



ERZINCAN, modélisation d'un sismogramme (doc. 26)



Le transparent suivant (document 25) montre un deuxième exemple. A Northridge, l'année dernière, un séisme important a eu lieu. Les données américaines sont nombreuses et il y a beaucoup d'accélérogrammes.

Lors de ce séisme, on a enregistré le mouvement du sol dans de nombreux sites accélérométriques. Le point, en haut, est un mouvement qui approche de 2 g (deux fois l'accélération de la pesanteur). C'est énorme.

La courbe marquée "loi d'atténuation" est la courbe standard appliquée par le Génie civil pour calculer ses structures. On voit que tous les points observés sont situés au-dessus de la courbe, c'est-à-dire que, malgré les nombreuses observations qu'on avait mais qui étaient moyennées sur l'ensemble de la Californie, dans le cas précis du séisme de Northridge, à des distances de l'ordre de la centaine de kilomètres, on s'est quelquefois trompé d'un facteur 2 dans l'amplitude du mouvement du sol.

Le transparent suivant (document 26) est un transparent de modélisation et d'observation. Ici, c'est le tremblement de terre de Erzincan en Turquie. C'est Pascal Bernard qui m'a donné ce sismogramme.

A partir de données concernant la géométrie de la faille, la propagation de la source, il a recalculé l'accélérogramme théorique, connaissant certaines propriétés de la source sismique, et il le compare avec une donnée observée pour optimiser sa modélisation.

Ceci pour dire qu'on a des outils mathématiques et théoriques qui nous permettent de recalculer le mouvement du sol, mais encore faut-il avoir ces données de départ pour pouvoir caler la modélisation.

C'étaient trois exemples pour vous montrer que le mouvement du sol est variable et que l'on est encore loin de bien comprendre quel sera le mouvement du sol pour un séisme de magnitude donnée à un endroit donné, sans parler de prédiction du séisme, problème abordé auparavant.

Le transparent suivant (document 27) va vous montrer des exemples d'enregistrements. Ici un enregistrement sismologique, mais pas accélérométrique, du dernier séisme qui a eu lieu dans les Alpes, pour vous montrer qu'à la différence d'un réseau accélérométrique, dans ce cas jusqu'à une distance de 200 kilomètres, les stations sismologiques ont complètement saturé.

Ce séisme était modéré (magnitude autour de 5) et, à 200 kilomètres, le signal est saturé dans les stations sismologiques. Il est donc totalement inexploitable pour pouvoir en tirer des informations sur le mouvement du sol, comme je vous l'ai présenté tout à l'heure.

Il faut donc absolument avoir une instrumentation adaptée. Il existe un réseau de type accélérométrique en France : le réseau EDF CEA mais, dans le cas précis de ce séisme, il ne s'est pas déclenché, car il n'est pas assez sensible. Il ne se déclenche que lorsque l'accélération dépasse un centième de g, ce qui est déjà très sérieux.

Le transparent suivant (document 28) vous montre le seul accélérogramme, à ma connaissance, de ce séisme dans les Alpes, qui est celui de notre station du réseau accélérométrique permanent qui commence à se mettre en place. Il est enregistré à une distance de 250 kilomètres par nos collègues de Nice.

Avec une instrumentation adaptée et moderne, nous pouvons donc gagner un rapport de sensibilité significatif pour calculer ensuite les mouvements du sol.

Un séisme de cette magnitude se produit environ tous les dix ans en France et probablement tous les trente ans dans les Alpes. Nous ne posséderons donc qu'un accélérogramme à une distance de 250 kilomètres.

Le transparent suivant (document 29) montre l'état du réseau accélérométrique français actuel. Les points sont un peu petits mais on voit tout de même que la densité de points par rapport à nos voisins italiens est très différente.

Vous avez ici le réseau actuel accélérométrique français qui date de 1989, mais qui n'a pas beaucoup changé depuis. Je n'ai pas voulu mettre l'Albanie pour ne pas être ridicule, parce que la densité des stations en Albanie est supérieure à celle des stations en France.

Je rappelle que ces stations, qui sont principalement des stations situées dans les centres de production nucléaire d'EDF, n'ont enregistré, depuis 25 ans qu'elles sont installées, que deux accélérogrammes en tout et pour tout, celui de Fessenheim au cours du séisme de 1980 et celui de Briançon en 1991.

Ce sont les deux seuls accélérogrammes que nous avons en notre possession dans toute la France, en termes de réseau accélérométrique national.

Je vais maintenant aborder le réseau accélérométrique permanent que nous mettons en route actuellement.

Le Ministère de l'environnement nous a demandé à plusieurs reprises des rapports sur l'accélérométrie en France. Il y a eu un rapport "BRGM, LCPC, IRIGM" de 1989, un rapport BCSF (Bureau central sismologique français) de 1990.

Le Ministère de l'environnement, et la DRM (Délégation aux risques majeurs), nous incite à mettre en place un réseau accélérométrique permanent. Ce n'est pas son rôle de l'équiper totalement mais d'en montrer la nécessité.

Après ces rapports, remis en 1989 et 1990, nous étions arrivés à la conclusion qu'il fallait un minimum d'une centaine de stations accélérométriques en France pour pouvoir étudier la source sismique et le mouvement du sol.

C'est un objectif pragmatique qui intéresse certainement nos collègues du génie civil de manière forte : les lois d'atténuation qui varient d'une région à l'autre, qu'on ne peut pas extrapoler à l'ensemble du territoire français, les effets de site et les interactions sol-structures.

C'est donc un réseau qui devrait enregistrer le mouvement du sol en cas de séisme sans saturer. Avec l'instrumentation que nous avons fait développer, nous pouvons espérer enregistrer des séismes de magnitude 2 à des distances de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres. Nous aurons alors des enregistrements exploitables pour pouvoir travailler.

Nous avons aussi chiffré ce projet, qui coûtait 25 millions de francs. Ce n'est pas un projet de recherche scientifique mais un projet qui entre dans le domaine d'un équipement national. Nous avons aussi chiffré son fonctionnement ainsi que le personnel pour le maintenir.

Actuellement, c'est une opération-pilote, promue par la DRM, pour montrer la faisabilité d'un tel projet, pour montrer notre capacité à le mener, qui est localisée dans les régions Rhône-Alpes et PACA.

Ce projet est un partenariat avec des universitaires de plusieurs universités (Strasbourg, Grenoble, Nice), le BRGM, le Laboratoire central des Ponts et chaussées, le CEA. C'est nous, à Grenoble, qui en avons pour l'instant la responsabilité, de manière temporaire pour montrer sa faisabilité, en espérant y parvenir.

Il est évident que nous n'installerons pas nous-mêmes la totalité du réseau. Le dernier transparent 7 (document 30) va montrer l'état actuel du réseau accélérométrique tel que nous sommes en train de l'installer.

Actuellement, trois stations tournent dans les régions Rhône-Alpes et PACA. Quatre stations sont en cours d'installation et devraient être opérationnelles dans les trois mois à venir. Sont programmées au cours de l'année 1995 sept autres stations.

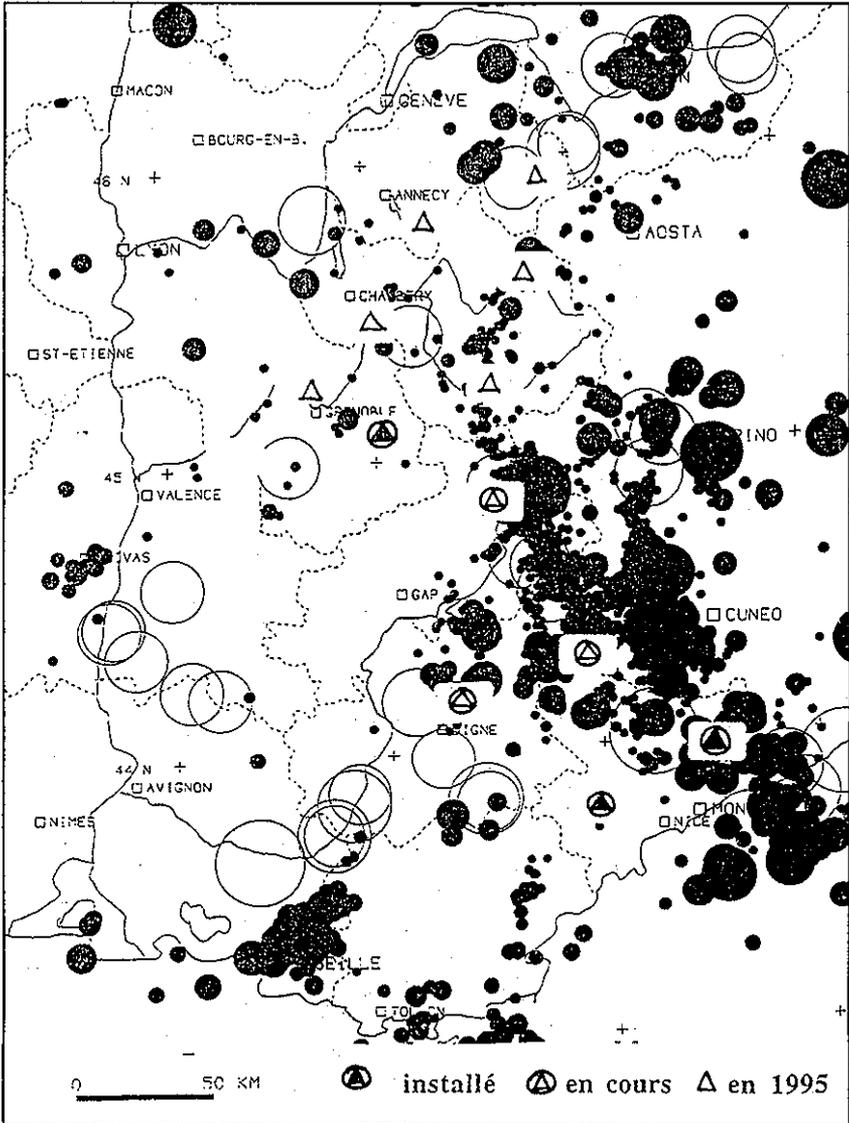
Sur le budget qui viendra ensuite en 1995-1996, nous espérons doubler ce nombre de stations, mais ce n'est pas notre vocation, nous scientifiques, de mener à bien l'exploitation d'un réseau de 100 stations accélérométriques. Cela demande des compétences et du personnel approprié.

Notre rôle est de l'initier, de montrer que c'est faisable et, ensuite, de sensibiliser l'opinion publique et je vous remercie de nous inviter à le faire dans une pareille réunion.

Nous espérons que le Ministère de l'équipement, qui nous avait promis une aide substantielle il y a plusieurs années mais qui ne s'est finalement pas matérialisée, reprendra le dialogue avec nous pour que nous puissions mener ce projet à bien.

M. le Président - Nous vous remercions de la qualité de votre exposé. Nous essaierons de vous aider à maintenir la pression sur le Ministère de l'équipement.

Monsieur François Thouvenot, a-t-on vu venir le séisme dans les Alpes ?



(doc. 30) Le Réseau accélérométrique permanent

M. François THOUVENOT (Laboratoire de Géophysique interne et Tectonophysique, Observatoire de Grenoble, surveillance sismologique SISMALP) - J'attendais la question. Non, nous ne l'avons pas vu venir, mais le réseau d'observation SISMALP n'a pas été conçu dans ce but, du moins dans son fonctionnement actuel.

En revanche, je vais essayer de vous expliquer le travail réalisé autour de ce séisme. Mon exposé sera donc un peu plus pointu que celui de mes collègues.

Je voudrais dire en liminaire que l'aléa sismique dans le sud-est de la France ne se limite pas, comme on le croit trop souvent, aux seules régions de Nice et de Salon-de-Provence.

Sur cette carte de sismicité du nord des Alpes (document 31: carte de sismicité du nord des Alpes, avec en noir les séismes historiques destructeurs des quatre derniers siècles - magnitude supérieure à 4,5 -, et en grisé la sismicité 1989-1994; encadré: séisme du Grand-Bornand du 14 décembre 1994), on se rend compte que la probabilité de l'occurrence d'un séisme de magnitude 6, voire supérieure, n'est pas nulle.

Le séisme de magnitude 5 qui s'est produit au Grand-Bornand le 14 décembre 1994 et qui est encadré sur la carte est le séisme le plus important qui se soit produit dans le sud-est de la France au cours des trente dernières années.

Le poids médiatique de ce séisme a été considérable car il a été ressenti à grande distance, jusqu'à Grenoble, Lyon, et même Clermont-Ferrand. En fait, les dégâts sont restés très légers. Cela s'est limité, dans la zone épiscopale, à des bris de vitres et des chutes de cheminées, quelquefois les deux comme sur ce transparent, ou, sur cette autre photo, à la chute de la croix d'une église à Saint-Jean-de-Sixt.

La disproportion entre le poids médiatique et les dégâts permet cependant de mesurer l'impact sociologique qu'aurait en France un séisme véritablement catastrophique.

Ce séisme a pu être particulièrement bien étudié grâce au réseau SISMALP, qui observe la sismicité des Alpes -soit environ trois séismes par jour-, avec un réseau très dense de 44 stations automatiques reliées par téléphone à l'Observatoire de Grenoble (document 32: carte des stations du réseau SISMALP - triangles noirs - et de la sismicité enregistrée dans le sud-est de la France entre 1989 et 1994).

Ce réseau a été conçu et mis en place par Julien Fréchet et moi-même à partir de 1988. A cette époque, cette région, pourtant l'une des plus sismiques de France, était très mal instrumentée. Le réseau a été financé à hauteur de 1,3 million de francs par le Conseil général de l'Isère, la Délégation aux risques majeurs, le CNRS et la région Rhône-Alpes.

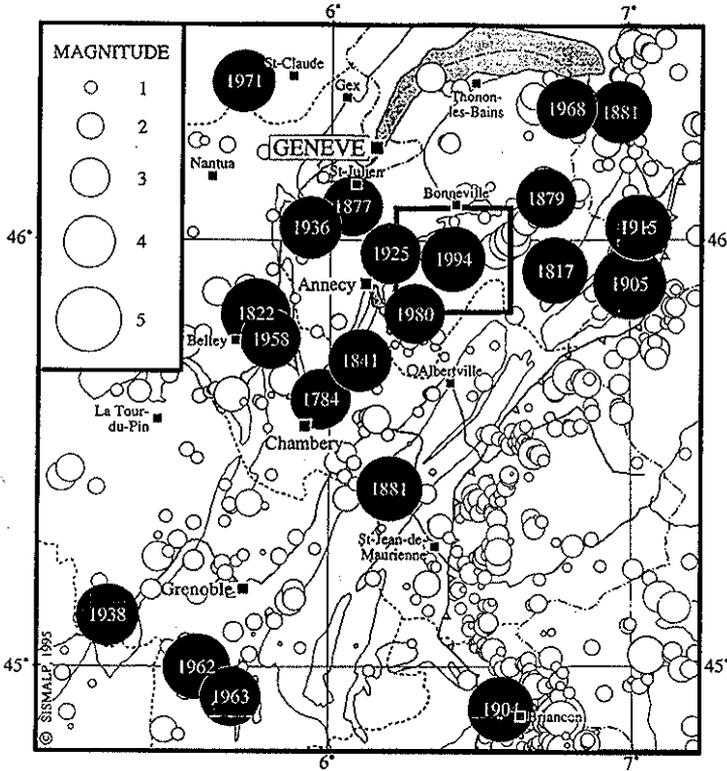
Toutes les stations du réseau ont enregistré le séisme, depuis la station la plus proche, celle de La Clusaz, à cinq kilomètres de l'épicentre, tout en haut de l'écran, jusqu'à la station la plus lointaine, au sud de la Corse, tout en bas de l'écran.

C'est donc grâce au réseau SISMALP que nous avons pu procéder à une localisation très précise de l'épicentre et, dans le quart d'heure qui a suivi, avertir les préfetures concernées en leur adressant un avis de localisation automatique tel que celui présenté sur ce transparent (document 33: édité automatiquement, cet avis de localisation du séisme du Grand-Bornand a été diffusé très rapidement aux autorités civiles et militaires).

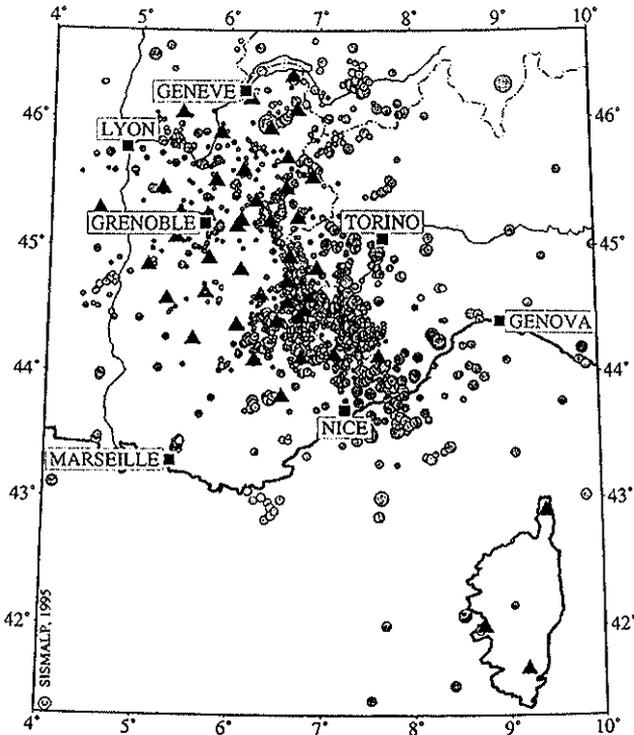
Le séisme était situé sous la ville du Grand-Bornand, à 10 kilomètres de profondeur, à quelques kilomètres en avant du chevauchement basal du massif de Belledonne.

Le réseau SISMALP a permis également d'obtenir très rapidement ce qu'on appelle le mécanisme au foyer du séisme. Je n'entre pas dans le détail de ce diagramme, qui fait apparaître deux plans de faille équiprobables, l'un orienté dans une direction nord-est/sud-ouest et l'autre sud-ouest/nord-est (document 34: carte de situation du séisme du Grand-Bornand, dans le massif des Bornes; encadré: cadre de la carte des répliques).

Pour identifier sans ambiguïté le plan de faille, l'étude des répliques est primordiale et, à cet effet, quelques heures après le séisme, un réseau de trente stations a été installé par l'Observatoire de Grenoble et nos collègues du Réseau National de Surveillance Sismique de Strasbourg dans un rayon de 15 kilomètres autour de la zone

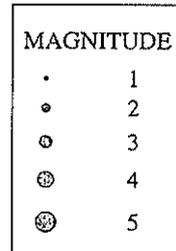


(doc. 31)



(doc. 32)

RESEAU SISMALP
SEISMES 1989-1994



(doc. 33)

RESEAU SISMALP

Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique - Observatoire de Grenoble
IRIGM, BP 53X, 38041 GRENOBLE CEDEX, France - Tél. (33) 76 51 49 41 - Fax (33) 76 51 44 22

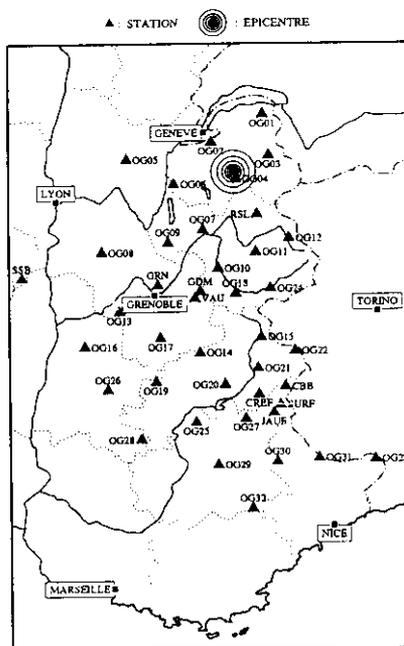
Localisation préliminaire du séisme survécu

le 14 decembre 1994 a 08:55:59 TU

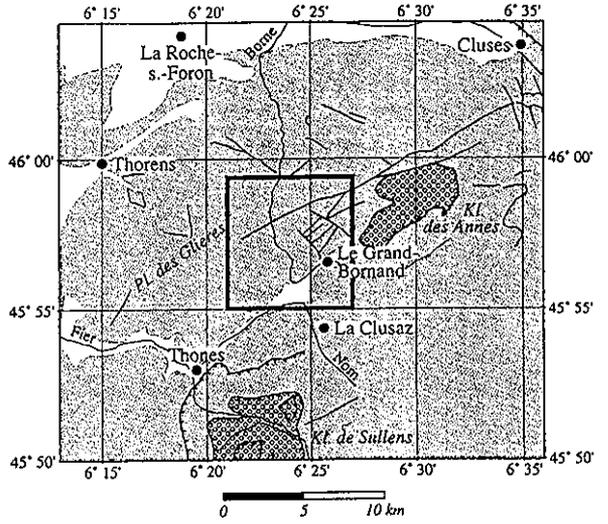
Date	Heure	Lat. N	Lon. E	Prof.	Magn.	R.M.S.	ErH	ErZ
14.12.94	08:55:59.26	45°57.60'	06°25.34'	10.37		.18	.5	1.0

10 km NE Thones (74)
13 km SUD Bonneville (74)
14 km SW Scionzier (74)

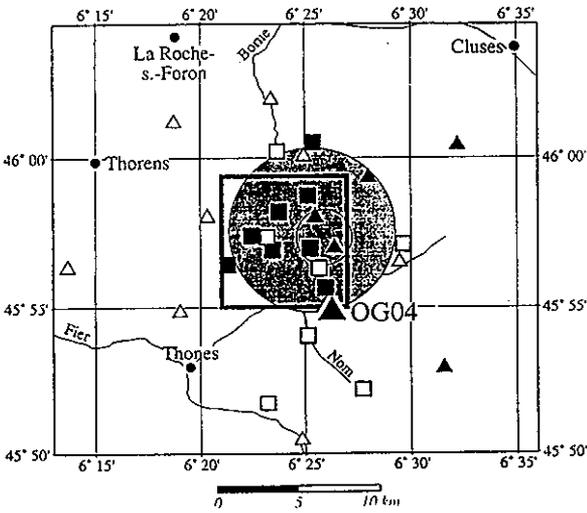
Code	Dist.	Azim.	Heure P
OG04	5.3	167	08:56:01.52
OG02	26.6	324	08:56:04.27
OG03	26.7	64	08:56:04.30
RSL	34.1	152	08:56:05.72
EMS	41.2	73	08:56:06.75
OG06	42.2	258	08:56:06.94
OG01	45.8	25	08:56:07.45
OG07	46.3	208	08:56:07.51
LFL	54.9	154	08:56:09.40
LPC	57.4	153	08:56:09.90
OG11	58.2	166	08:56:09.65
OG12	60.2	141	08:56:10.12
OG09	67.5	223	08:56:11.05
OG10	68.5	190	08:56:11.24
OG05	75.2	277	08:56:12.65
DLX2	77.2	80	08:56:12.91
DLX	77.6	80	08:56:13.02
LSO	79.9	134	08:56:13.01
OG18	85.2	180	08:56:14.05
OG24	85.6	163	08:56:14.28
GDM	87.4	196	08:56:14.12
VAU	93.1	197	08:56:15.07
GRN	95.7	214	08:56:15.83
OG16	107.7	147	08:57:40.51
RSP	111.0	144	08:56:18.29
OG15	117.9	171	08:56:19.41
RRL	119.0	166	08:56:19.64
OG26	119.0	139	08:57:40.50
MHK	120.0	85	08:56:19.23
GRN	124.6	107	08:56:20.46
OG17	127.8	204	08:56:20.44
OG14	129.5	191	08:56:21.04
OG22	132.9	162	08:56:22.00
OG21	139.2	174	08:56:22.72
BLB	141.5	152	08:56:23.23
CBB	155.2	167	08:56:26.61
CBB	155.2	167	08:56:25.39
CREP	157.5	174	08:56:25.71
CREP	157.5	174	08:56:26.67
OG19	157.5	200	08:56:25.86
LOMF	157.7	11	08:56:24.70
OG16	161.2	220	08:56:26.85
OG216	161.2	220	08:56:25.58
SSB	165.1	243	08:56:25.21
SSB	165.1	243	08:56:27.16
SURP	167.2	169	08:56:27.37
JAUF	172.1	171	08:56:28.05
JAUF	172.1	171	08:56:29.15
OG27	174.3	178	08:56:28.52
OG27	174.3	178	08:56:30.12
OG26	176.9	210	08:56:29.56
OG26	176.9	210	08:56:27.89
APL	177.8	52	08:56:27.91
OG25	178.8	189	08:56:28.53
OG25	178.8	189	08:56:29.71
THA	190.5	85	08:56:30.77
THA	190.5	85	08:56:31.58
OG28	200.0	199	08:56:31.35
STV	203.5	160	08:56:31.89



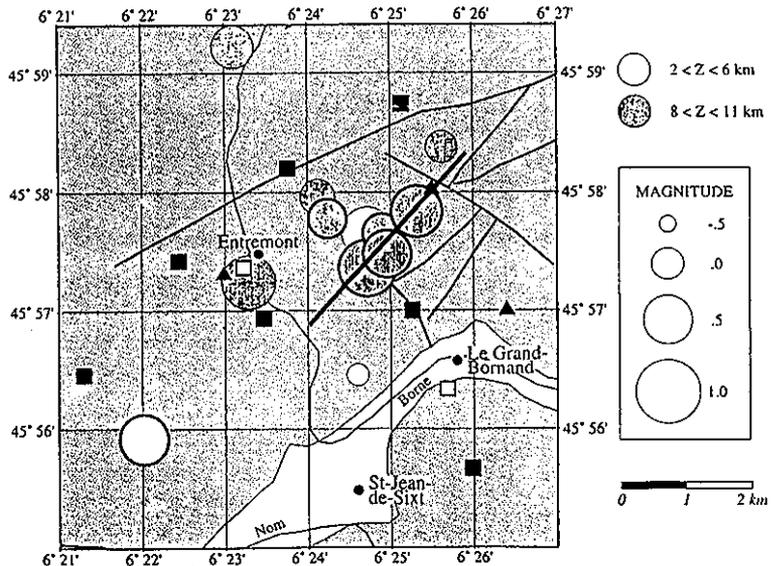
(doc. 34)



(doc. 35)



(doc. 36)



épiscopale (document 35: carte d'implantation du réseau sismologiques temporaire déployé à la suite du séisme du Grand-Bornand - triangles et carrés -).

En fait, les répliques que nous attendions ont été exceptionnellement très peu nombreuses. Nous n'avons pu en localiser qu'une douzaine. Elles étaient également, de façon tout à fait anormale, de magnitude très faible. La plus grosse que nous ayons enregistrée était de 0,9.

Néanmoins, si l'on s'en tient aux répliques les plus contiguës, qui jalonnent logiquement le plan de faille, celui-ci est orienté dans une direction nord-est/sud-ouest. Il a fonctionné sur une longueur de 2 km, avec un coulissage de 5 à 10 cm (document 36: carte des répliques: les répliques les mieux localisées - cercles gras - sont aussi les plus contiguës et définissent pour le plan de faille une orientation nord-est/sud-ouest).

Cette faille est probablement liée au réseau de failles très anciennes dites des Cévennes, qui fracturent le socle du sud-est, depuis les Cévennes jusqu'aux Préalpes.

Plus que sur ce séisme du Grand-Bornand, qui n'est en fait qu'un séisme un peu plus important que ceux sur lesquels nous travaillons habituellement, je voudrais conclure sur l'outil utilisé ici.

Dès à présent, SISMALP, par la qualité de ses localisations et de ses mécanismes au foyer, fournit les données de base pour évaluer l'aléa sismique dans les Alpes françaises. Pour compléter ce que vient de souligner Paul Tapponnier, la cartographie des failles actives est indispensable, non seulement en surface, mais aussi en profondeur, là où elles demeurent inaccessibles à l'observation directe.

Pour pallier certains inconvénients du matériel actuel, soulignés tout à l'heure par Denis Hatzfeld, une seconde génération de matériel a été développée, avec l'acquisition de trois composantes, deux méga-octets de mémoire, un convertisseur 24 bits autorisant une grande dynamique.

Ce matériel vient d'être installé sur le terrain et, à terme, il équipera une vingtaine de stations pour constituer la référence pour une observation sismologique de qualité dans les Alpes.

M. le Président - Cette région est-elle ainsi la mieux équipée de France dans ce domaine ?

M. François THOUVENOT - En terme de densité de stations sismologiques, la région la mieux équipée de France est la région du gisement de Lacq, dans les Pyrénées-Atlantiques.

Il existe donc quelques réseaux locaux très denses mais le réseau SISMALP, avec 41 stations du Lac Léman au Verdon, du Massif Central à la frontière italienne, et trois stations en Corse, est l'un des réseaux les plus denses du territoire métropolitain.

M. le Président - Je vous remercie. Monsieur Mohammadioun, vous connaissez la question que je voulais vous poser, mais vous n'êtes pas obligé de vous en tenir à cela.

M. Bagher MOHAMMADIOUN (Chef du Bureau d'évaluation des risques sismiques pour la sûreté des installations nucléaires à l'Institut de protection et de sûreté nucléaire) - Ma tâche sera plus simple parce qu'une partie de ce que je voulais dire a déjà été exprimée par mes collègues.

Il y a néanmoins une petite différence entre mon propos et les précédents : un problème pratique de protection des installations nucléaires contre les séismes.

Dès le départ de programmes électronucléaires en 1974 l'évaluation du risque sismique sur les installations nucléaires de base a bénéficié d'une attention particulière de la part des autorités concernées.

En effet, un séisme peut être à l'origine d'un accident nucléaire et mettre en danger des fonctions de confinement de radioactivité.

On peut effectivement se prémunir contre ce risque et dimensionner les installations pour résister à ces séismes.

Dès le commencement de l'enquête d'utilité publique, l'exploitant d'une installation nucléaire prépare un dossier qui définit ce que nous appelons les "séismes de référence", qui sont ensuite utilisés dans le dimensionnement parasismique de ces installations.

Je voudrais maintenant dire quel genre de données nous avons pour faire cette évaluation.

Sur ce transparent (voir Tome I, réseaux du Berssin), on voit une région avec une faille (une cassure) où un tremblement de terre se produit. C'est donc la fonction source pour nous. Ensuite, il y a le problème de propagation, puis le problème des conditions géologiques locales, expliqué par les conférenciers précédents, les couches superficielles ayant très souvent une influence néfaste et amplifiant les dégâts sur les constructions. Par exemple, à Mexico en 1985, à Loma Prieta dans la région de San Francisco en 1989 et tout récemment dans la région de Kobé, la couche superficielle locale a eu une influence importante.

Pour faire cette évaluation, de quoi disposons-nous en France, puisqu'il s'agit de l'évaluation de risques sismiques dans notre pays ?

Je voulais simplement vous présenter ce que nous possédons, des éléments de réflexion pour faire une meilleure prévention du risque sismique.

Sur le transparent suivant (document 37), on regarde d'abord les échelles du temps, le genre de données que nous avons en France.

D'abord, autour d'un site, on peut installer un réseau de surveillance sismique. Je vous parlerai par exemple du système de la faille de la Durance, où nous avons installé un réseau de surveillance sismique et où on peut réaliser des mesures ponctuelles à durée limitée (dix ans, par exemple).

Ensuite, si on augmente l'échelle, on a la sismicité instrumentale, qui peut remonter jusqu'au début du siècle. En France, on aura peut-être une sismicité instrumentale de 25 ou 30 ans.

Ensuite, on parle de la sismicité historique sur le vieux continent, dans les pays occidentaux, comme le disait tout à l'heure Paul Tapponnier. On peut effectivement remonter sur les traces des tremblements de terre historiques, mais cela ne va pas plus loin que 1000 ans en général. En Chine, on peut peut-être remonter à 2000 ans.

Puis il y a la paléo-sismicité, et finalement, on en arrive aux problèmes néo-tectoniques, à savoir chercher les traces de failles dans le quaternaire, soit il y a un ou deux millions d'années.

Le problème posé par le nucléaire, c'est que la petite fenêtre de 1000 ans ou de quelques centaines d'années est totalement insuffisante pour nous permettre de tracer les événements historiques que nous prenons comme référence dans le dimensionnement des installations nucléaires.

Par exemple, nous cherchons des probabilités de 10^{-4} par an, c'est-à-dire un séisme chaque 10.000 ans, référence de sécurité utilisé dans le dimensionnement des installations nucléaires.

Comme le disait Paul Tapponnier, des tremblements de terre se sont produits récemment dans des endroits où l'on ne les attendait pas à la lumière des événements historiques. On peut citer le séisme de l'Arménie, le tremblement de terre en Inde et, toutes proportions gardées, celui de Kobé. En revanche, des études a posteriori, par exemple des tranchées de paléo-sismicité, ont montré en Arménie, mais également au Japon (j'ai appris récemment que les Japonais avaient fait immédiatement une tranchée), une trace de tremblement de terre, il y a 1000 ans.

Les études a posteriori ont donc montré que les failles responsables de ces tremblements de terre étaient susceptibles d'être identifiées parce qu'elles avaient eu des déformations il y a 1000 ans.

Les autorités de sûreté et l'Institut de protection et de sûreté ont mis en oeuvre un ensemble de travaux de recherche et développement afin d'avoir des outils pour une meilleure prévention du risque sismique.

Echelle de temps associée aux différents types de données intervenant dans l'évaluation de l'aléa sismique	
Microsismicité	10 ans
Sismicité instrumentale	100 ans
Sismicité historique	1 000 ans
Archéosismicité	10 000 ans
Paléosismicité	100 000 ans
Néotectonique	1 000 000 ans

Le seul volet que nous suivons actuellement de façon active, c'est la prévention du risque sismique. Cela signifie que le passage obligé, c'est tout d'abord l'identification des failles actives en France.

Ce schéma (voir document 23) vous a été montré par Armando Cisternas. Il s'agit d'une tranchée dans la région de Courthézon. Avec nos collègues EDF, nous avons vu qu'il y avait un décalage. Selon les experts, c'est probablement un mouvement sismique qui s'est produit il y a entre 2000 et 100.000 ans, avec une magnitude entre 6,5 et 7. Nous devons donc aller plus loin dans ces connaissances.

Sur cette carte (document 38), j'ai porté les failles inventoriées en France dans le cadre d'une étude dont nous a parlé Armando Cisternas. C'est une étude récente que vous trouverez dans ce document en deux volumes intitulé "sismo-tectonique de la France métropolitaine".

C'est un travail préliminaire, une étape pour nous, ce document ne prétendant pas être exhaustif. On peut effectivement faire beaucoup de critiques sur ce document (sur l'identification de ces failles), mais c'est une première étape sans précédent.

On a rassemblé sur cette carte les failles montrant certains indices d'activité dans le quaternaire, indices identifiés. Cette carte montre les événements sismiques de magnitude supérieure à 4,5.

Puisque nous parlons de problèmes de risque sismique, j'ai porté sur cette autre carte (voir Tome I, réseaux du Berssin) des événements de magnitude 5 et plus. Vous voyez le passé sismique de la France, les séismes importants que nous avons observés durant 1000 ans.

Les accidents, les failles et les indices néo-tectoniques qui ont été recensés dans les années récentes ne sont pas exhaustifs ; mais ces indices font actuellement l'objet d'études détaillées. Il est nécessaire de continuer à travailler sur ces failles inventoriées dans le cadre d'une étude précise.

Le transparent suivant (voir Tome I, réseaux du Berssin) montre une étude précise, ponctuelle dans le cadre du système de la faille de la Durance. Nous avons installé un réseau de huit stations autour de cette faille, pour comprendre le fonctionnement d'un système complexe dans une région comme la France où la sismicité est diffuse et où les taux de déformation sont faibles, pour définir les taux de déformation, pour étudier le fonctionnement physique de ces failles, et enfin vérifier si, à partir des événements que nous enregistrons (des petits séismes), nous pouvons simuler un grand tremblement de terre sur cette faille.

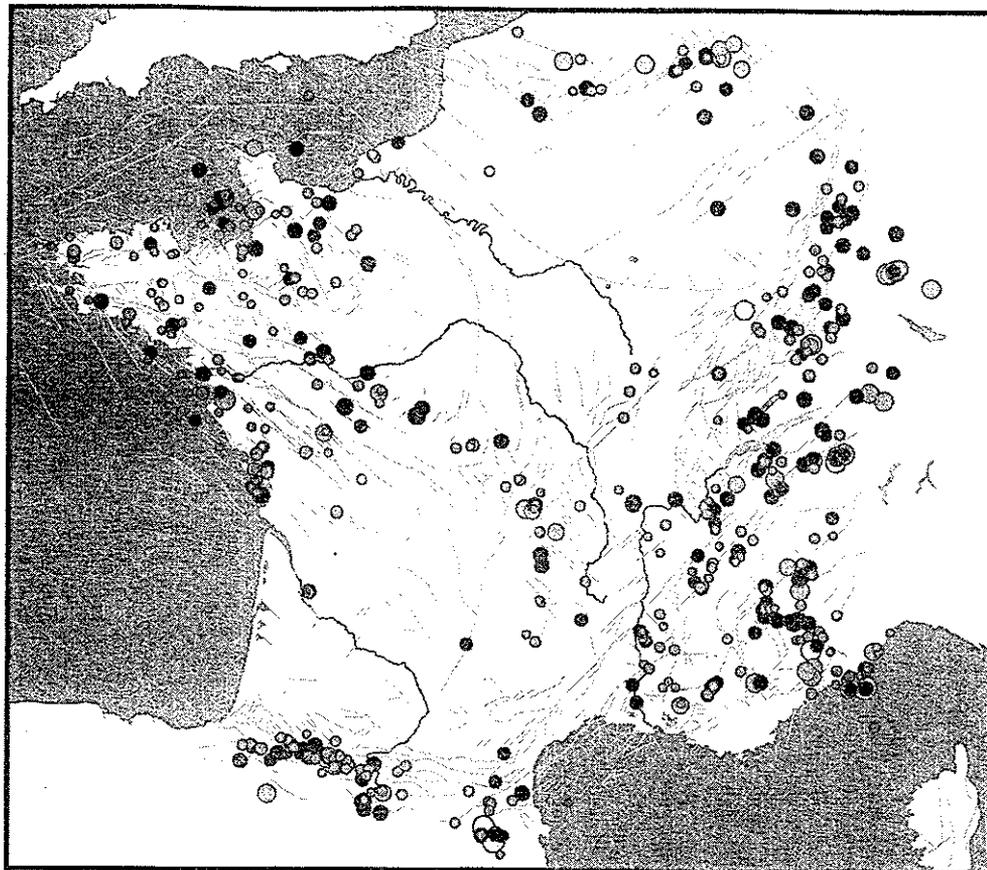
Le but principal d'évaluation de l'aléa sismique (voir Tome I, réseaux du Berssin), c'est la détermination d'un mouvement sismique de référence sur un site. Cela signifie qu'il faut définir le lieu et l'intensité des mouvements sismiques près d'un site d'installation nucléaire ou d'installation chimique.

Nous avons des données géophysiques pour définir les structures profondes, géologiques, sismologiques. Ensuite, on a les fichiers de sismicité historique et instrumentale, avec tout le réseau de surveillance dont on a entendu parler.

Mais ces deux premiers ensembles ne donnent absolument aucun moyen de définir un mouvement sismique pour les installations nucléaires : en effet, on ne peut pas donner à un ingénieur une intensité de VIII et lui dire de dimensionner l'installation nucléaire sur la seule base de cette intensité. Il faut donc avoir un mouvement sismique de référence. Or, nous n'avons pas enregistré de tels mouvements en France, notamment parce que nous n'avons pas de réseau accélérométrique. Nous avons donc constitué à l'IPSN une banque de données de mouvements forts, qui rassemble des milliers d'enregistrements obtenus dans le monde, essentiellement en Californie et au Japon.

Par le truchement de ces trois banques de données, l'IPSN a mis en pratique une méthodologie d'évaluation du risque sismique, c'est-à-dire le calcul de mouvements sismiques de référence, calcul présupposant la connaissance de la magnitude et de la distance des événements de référence, qui fournit un spectre qui sera utilisé ensuite dans le dimensionnement.

(doc. 38)



Sismicité historique
sur 1000 ans

Magnitude
macrosismique *

- $\geq 6,0$
- ◐ 5,5 à 6,0
- ◑ 5,0 à 5,5
- 4,5 à 5,0

* Calculée à partir des
données du fichier
SIRENE (BRGM/EDF/IPSN)

Cette démarche est codifiée. C'est ce que nous appelons les règles fondamentales de sûreté, édictées par le Ministère de l'industrie. Ces réglementations sont également utilisées pour les installations à risques spécifiques d'ordre chimique et autres.

Tels sont les travaux que nous avons effectués, mais j'ai oublié de vous faire part d'un point très important : les travaux mentionnés ont été effectués en étroite collaboration avec de nombreux scientifiques en France et à l'étranger, dans tous les domaines que je vous ai signalés.

Ce qui semble effectivement important (le problème-clé sur lequel a insisté Paul Tapponnier -et je suis entièrement d'accord avec lui-, le passage obligé dans l'évaluation du risque sismique), c'est la poursuite des efforts pour l'identification des failles actives en France.

Les données sont actuellement insuffisantes et pauvres et nous devons porter tous nos efforts sur l'identification de ces failles actives et des taux de déformation correspondants.

Cela nous donnera un moyen de définir des récurrences de tremblements de terre. Un séisme de type Kobé peut se produire en France, mais avec une période de récurrence de 10.000 ou 100.000 ans. En revanche, dans les zones actives, des tremblements de terre de magnitude 6 ou 7 peuvent se produire tous les 50 ans. Nous pouvons avoir un grand tremblement de terre en France, mais ils sont plus espacés.

En second lieu, je suis entièrement d'accord avec Denis Hatzfeld sur le fait que, lorsqu'il y a un tremblement de terre en France ou ailleurs en Europe du Nord, nous ne disposons d'aucun enregistrement accélérométrique correspondant.

Il y a eu, par exemple, le séisme de Northridge en Californie (janvier 1994), qui a donné lieu à des centaines d'enregistrements accélérométriques. En revanche, pour un récent séisme dans les Alpes françaises, aucun enregistrement de ce type n'a été obtenu. Il faut souligner le fait que les enregistrements classiques ne sont pas utilisables dans le dimensionnement parasismique pour les problèmes d'ingénieurs.

Je répondrai à votre question concernant les installations nucléaires lors du débat.

M. le Président - Merci. Sans répondre à la question sur le danger immédiat, le fait que les structures nucléaires au Japon paraissent ne pas avoir connu d'incidents majeurs vous rassure-t-il, vous questionne-t-il ou vous fait-il penser que les structures parasismiques dans ce pays, tout au moins dans le nucléaire, ont plutôt mieux résisté qu'ailleurs ?

M. Bagher MOHAMMADIOUN - Oui. Au Japon, les centrales nucléaires les plus proches sont à peu près à 120 ou 130 kilomètres de l'épicentre du séisme de Kobé.

Au Japon, toutes les centrales nucléaires sont construites obligatoirement sur du rocher. C'est le règlement. On ne les installe pas sur les couches d'alluvions.

Récemment, ils ont fait le tour de l'Europe et de l'Amérique pour connaître les problèmes liés à l'installation de centrales nucléaires sur des alluvions (du fait qu'ils n'ont pas beaucoup de place). Jusqu'à présent, elles étaient toutes sur du rocher.

En second lieu, sous chaque centrale nucléaire au Japon, il y a obligatoirement un séisme qu'on appelle "flottant", de magnitude 6,5.

Dans la réglementation internationale, il y a à prendre en compte deux niveaux, S1 et S2. S1 est un niveau où, après le tremblement de terre, la centrale reste opérationnelle. C'est un problème économique. S2 est un séisme de sûreté. Cela signifie qu'après le séisme, la centrale peut ne pas fonctionner mais que les fonctions de sûreté sont sauvegardées, à savoir tout ce qui est lié aux fonctions de sauvegarde et de confinement de la radioactivité.

Normalement, le niveau S2 est d'environ deux fois l'accélération du niveau S1. Le dimensionnement de la plupart des centrales alentour se situe autour de 0,4 à 0,6 g (niveau S2).

Le séisme de Kobé n'a pas déclenché d'arrêt d'urgence de ces centrales (l'arrêt d'urgence doit être au niveau S1), c'est-à-dire que l'accélération enregistrée dans ces installations se situait aux environs de 4 ou 6 centièmes de g, bien inférieure au niveau S1.

Pour vous rassurer, je peux vous dire que la réglementation internationale et française en matière d'installations nucléaires est très sévère. La démarche que l'on ne peut développer ici, faute de temps, comprend des marges de sécurité suffisantes.

Cela signifie qu'après le séisme S2, il ne devrait pas y avoir de dégradation des fonctions de sûreté. C'est très important.

M. le Président - Je propose que nous ouvrons le débat autour de la table, puis que nous l'élargissions aux invités pour la plupart journalistes, auxquels je demande de bien vouloir se présenter au moment où ils poseront leurs questions.

Si, autour de la table, vous avez noté des difficultés, je propose que vous les exposiez ou que vous apportiez des précisions.

Débat

M. Yves CARISTAN - J'interviens pour donner quelques précisions supplémentaires.

Mes collègues ayant fait assaut de réseaux, je ne voudrais pas que l'assistance n'ait pas connaissance du réseau du CEA, réseau de 40 stations télémétrées par satellite en continu (dans six mois, la rénovation en est en cours) avec une dynamique de 24 bits, c'est-à-dire que l'on sature moins les enregistrements.

C'est ce qu'a présenté Monsieur Thouvenot dans le réseau SISMALP qu'il envisage de passer à 24 bits. Je pense que c'est valable. Cela permet de ne pas saturer les enregistrements.

La preuve, c'est que nos enregistrements de la station la plus proche du dernier séisme qui vous a été présenté dans les Alpes, à 250 kilomètres, ne sont largement pas saturés.

Cela signifie que, dans la conception des réseaux, certains sont régionaux, comme SISMALP et permettent de faire des études fines, et d'autres sont nationaux, essentiellement celui présenté par Armando Cisternas, qui rassemble un certain nombre de stations au centre de Strasbourg, et celui du Laboratoire de détection et géophysique, qui a plus de 30 ans d'existence puisqu'il enregistre la sismicité depuis 1962, et qui a servi à établir en partie les cartes qui vous ont été présentées.

En ce qui concerne la partie accélérométrie, je ferai une remarque sur les mesures accélérométriques et leur interprétation. Elles demandent certainement un peu de savoir-faire.

Denis Hatzfeld nous a présenté un diagramme avec des accélérations allant à 2 g. Je pense qu'il faut être prudent sur les interprétations. Jusqu'à 1 g, il n'y a pas trop de problèmes. A partir de 1 g, il faut regarder la façon dont les capteurs sont fixés, etc.

En effet, à partir de 1 g, on peut avoir des départs en vol balistique ou d'autres phénomènes de ce genre.

Enfin, toujours dans le cadre des mesures accélérométriques, je pense que le réseau accélérométrique proposé est tout à fait souhaitable pour la France et que l'enregistrement des accélérogrammes est important, mais qu'il faut que ce réseau soit bien conçu en fonction des différents réseaux dont nous avons parlé, qui existent, et de leurs améliorations.

M. Bagher MOHAMMADIOUN - On a fait allusion à des accéléromètres installés dans les centrales nucléaires. En effet, l'exploitant est obligé d'en installer dans ces centrales mais l'objet n'en est pas la surveillance des territoires d'accélérométrie.

C'est simplement parce que, dans certaines installations, il y a parfois arrêté d'urgence au séisme parce qu'il y a une chute de bars sur le générateur. Dans d'autres installations, cela permet aux autorités de sûreté et aux pouvoirs publics de vérifier le fonctionnement des installations après un séisme pour qu'il y ait un repère.

Ces accéléromètres ne sont pas aussi vieux que le pense Denis Hatzfeld, parce qu'ils ont été renouvelés, mais il y a effectivement ce problème de seuil, c'est-à-dire qu'il y a déclenchement à partir d'un centième de g.

Ceci dit, ces accéléromètres ont le mérite d'exister mais cela concerne purement le fonctionnement des centrales nucléaires, la réglementation, l'arrêt d'urgence, l'inspection par principe.

M. Victor DAVIDOVICI (Direction technique de Socotec, Président d'honneur de l'AFPS) - Je me dois de donner le point de vue de l'ingénieur-constructeur, puisque c'est l'enjeu de la construction parasismique.

Sur tout l'aspect prévision et prédiction qui a été présenté, je n'ai aucune qualité de formation pour intervenir...

M. le Président - La prévention, c'est cet après-midi à partir de 14 heures.

M. Victor DAVIDOVICI - Il faut savoir d'où nous allons partir cet après-midi dans le débat. Il est donc bon qu'en fin de matinée, nous puissions arriver à un début de conclusion.

L'enjeu est la sauvegarde des vies humaines par la construction parasismique. On a parlé d'évacuation des personnes en cas de prévision ; il est certes important de pouvoir les évacuer, cela aurait permis à Kobé de sauver les 5.330 victimes, mais cela n'aurait pas évité les dégâts et les incendies.

L'enjeu est donc la construction parasismique. A San Francisco, dans le centre d'affaires, nous avons des tours de 30 à 40 étages ; la consigne est très claire : en cas de séisme, il faut rester à son poste de travail, qui est le meilleur endroit. En effet, les grandes tours n'ont rien eu, ni en 1989 ni auparavant, et je pense que c'est identique pour Los Angeles.

Pour Northridge, on a effectivement enregistré 2 g, et plus de 1 g dans plusieurs endroits et, pourtant, les bâtiments se sont bien comportés. Ou c'est l'enregistrement qui est faux, ou nos coefficients de sécurité sont assez conséquents, ce que nous pensons.

Nous savons construire parasismique. Nous savons construire des bâtiments résistant aux tremblements de terre, comme nous savons faire des installations nucléaires de base résistant aux tremblements de terre, pas seulement au regard du passé mais avec une projection dans l'avenir.

Le débat et l'enjeu, c'est la façon dont on peut construire, avec tout l'historique que l'on doit mettre en évidence en amont et, à partir de cela, la détermination des bases.

Les bases, c'est la définition du niveau d'agression sismique. C'est ce que nous appelons, sur les sites nucléaires, les séismes de référence.

En France, un long débat s'est concrétisé en 1985 par le nouveau zonage sismique de la France, fait par le BRGM et repris par la suite par l'Association française de génie parasismique, qui a donné lieu à douze années de débats.

On a publié un document "les accélérations nominales pour le territoire français", résumé en un tableau qui détermine, en fonction de la zone (Côte d'Azur, Pyrénées, Est de la France), les accélérations nominales, les accélérations au niveau du sol qu'on devra prendre en compte pour construire les bâtiments.

J'interviens sur ce sujet parce que je voudrais que, ce matin, nous puissions nous prononcer sans ambiguïté sur ces études, qui ont duré de 1982 à nos jours.

En effet, on assiste actuellement à une remise en cause de ces résultats et cela peut avoir pour conséquence de remettre en cause la nouvelle réglementation parasismique.

Sachez qu'actuellement, en France, l'arrêté de 1992 demande l'application des réglementations faites en 1969, avec un addenda qui s'apparente à des mesures d'urgence. Après le séisme d'El Asnam, on s'est aperçu de quelques insuffisances flagrantes du règlement de 1969 et, en 1982, on a écrit un brouillon rapide, mais on a fait mieux depuis.

Sachez qu'à Kobé, à quelques exceptions près, ce sont des bâtiments et des ensembles autoroutiers construits avant les années 70 qui se sont effondrés.

Ce qui correspond au règlement depuis 1980, surtout 1984, s'est très bien comporté. L'ancienne mairie et la nouvelle mairie sont un exemple. La nouvelle mairie n'a même pas eu une vitre cassée alors qu'un étage de l'ancienne a disparu complètement.

Je pense donc qu'il est très important que nous situions l'enjeu que nous avons et que nous soyons tous d'accord, tous unis dans cette démarche scientifique, qui a duré douze à quinze années, sur la définition de l'accélération nominale.

Je souhaiterais que nos amis du BRGM puissent intervenir pour donner leur point de vue.

Sachez que par la suite, il est absolument nécessaire, Monsieur le Député, que vous nous aidiez pour que l'arrêté qui fera référence à la nouvelle réglementation soit appliqué.

En effet, l'ancienne réglementation en vigueur est insuffisante, voire dangereuse. En France, on a besoin d'une dizaine d'années pour faire un règlement. Depuis 1969 et 1995 on a fait beaucoup mieux. La science avance et le retour d'expériences que vous verrez cet après-midi vous prouve le bien fondé de notre démarche.

Nous avons une nouvelle réglementation parfaitement fiable mais encore faut-il l'appliquer, et sans tarder.

M. le Président - Qui est preneur d'une réponse ? Y a-t-il un consensus autour de la table ?

M. Jacques TANZI (Ingénieur général Conseil général des Ponts) - A la retraite depuis quelques jours, j'ai présidé, entre 1988 et 1994, le groupe d'études chargé de proposer la réglementation au gouvernement. J'ai donc certaines connaissances du dossier, ce qui me permet d'intervenir.

Je suis d'accord avec les propos qui viennent d'être tenus par Monsieur Davidovici. Nous devons suivre sa recommandation, c'est-à-dire d'aller rapidement vers l'approbation de ce qu'on a appelé le spectre d'accélération nominale, qui résulte de travaux ayant duré de nombreuses années.

D'ailleurs, ces travaux se trouvaient déjà, assorti de recommandations, dans l'ouvrage cité. Lorsqu'on lit cet ouvrage, ce que je recommande, on s'aperçoit de la cohérence très grande de l'action entreprise en 1984-85.

Il faut d'ailleurs avoir cette cohérence présente à l'esprit parce que je pense qu'elle peut être transposée dans d'autres domaines, notamment dans celui de l'eau. Il n'y a pas, par exemple, d'intensité de référence et ces notions étaient déjà dans cet ouvrage de 1984-85, à la suite des réflexions qui avaient été menées depuis 1969.

La durée dans le temps est très importante : 1969, 1982, 1985 et nous sommes en 1995, soit 20 ans.

Il faut donc bien comprendre ce qui se passe dans la pensée de ceux qui ont lancé cette affaire, et la cohérence de cette pensée. Il faut la comprendre et aller jusqu'au bout de cette cohérence. Il ne faut pas changer chaque jour de stratégie.

L'accélération nominale et le spectre font partie de cette cohérence. Nous sommes maintenant prêts et nous devons agir. Je rejoins tout à fait Monsieur Davidovici.

Je voudrais souligner un deuxième point : le problème de l'information du public. La volonté encore exprimée dans ces ouvrages a été ensuite traduite par la loi du 22 juillet 1987. C'est la première fois qu'était définie la prévention et qu'il était fait appel à la notion de prévention dans la législation française. On n'en avait jamais parlé avant.

Cette loi prévoit que les citoyens ont le droit à l'information, mais un citoyen n'est pas simplement un individu passif, c'est aussi un individu actif. C'est d'ailleurs l'un des grands problèmes politiques qui se posent actuellement à nos gouvernements et aux hommes politiques.

On demande à ce citoyen actif de participer, à travers l'information, à l'effort de prévention. En réalité, c'est lui qui va prendre la décision. La loi édicte des règles et c'est ensuite le citoyen qui fait en sorte de se prémunir contre un risque, qui n'est malheureusement pas suffisamment fréquent pour le mobiliser.

On dit souvent que les hommes méprisent les risques qui ne les tiennent pas en haleine. Par conséquent, le rôle de l'administration, de l'Etat, des politiques, c'est de rappeler ces risques de temps en temps.

Mais un problème se pose à propos de la prédiction. Il faut veiller à ne pas laisser croire qu'il est possible actuellement de prédire. Sinon, on démobilise.

J'avais été frappé par la lecture d'un journal américain. On avait interrogé quelqu'un qui avait dit qu'un séisme, c'était pire que la guerre, parce qu'on ne pouvait pas le prévoir.

Cet élément est fondamental. Si on laisse croire - ce qui n'est pas encore vrai - que l'on pourra prédire prochainement des séismes, on change la nature du problème de la prévention. Je pense que nous devons être très attentifs.

Je ne dis pas que, jusqu'à présent, nous ne l'ayons pas fait. Je remercie la communauté scientifique d'avoir fait preuve à cet égard de la prudence qui s'est manifestée encore aujourd'hui.

Je m'adresse là à l'homme politique, puisque c'est lui qui est chargé de passer le discours vis-à-vis des citoyens ; je pense qu'il doit rester attentif à cela comme on l'a été jusqu'à présent.

Voilà pour cette préoccupation.

Concernant la question de ce qu'on appelle le signal, c'est-à-dire le diagramme fréquence/accélération, autant je dis qu'il faut approuver le spectre accélérométrique tel qu'il résulte des propositions faites par l'AFPS, autant je dis qu'il ne faut pas en rester là.

Je pense que, dans une perspective à quinze ou vingt ans, nous aurons à avoir des notions encore plus performantes.

Je ne sais pas si je rencontre ici le souhait de la communauté scientifique, mais je pense - cela rejoint la notion du microzonage - que, grosso modo, aux différents massifs, il devrait y avoir des spectres différents. Physiquement, on le sent.

La prochaine étape sera donc d'avoir des spectres qui soient spécifiques à la France et à chaque type de massif. Cela va nous demander de grands efforts. C'est la raison pour laquelle, quand la communauté scientifique dit qu'il faut des réseaux accélérométriques, je dis oui.

Bien sûr, pour des raisons financières, on ne peut pas répondre à tout le monde à la fois, mais je pense que des efforts restent encore à faire dans ce domaine pour préciser le signal, et ce sera sans doute la prochaine étape.

Mais j'ai parlé de l'échelle de temps et je rejoins toujours cette question d'ordre politique, à savoir que, dans l'esprit du public, il faut veiller à bien discerner ce qui résulte du court terme et ce qui est l'espérance du long terme.

M. le Président - Merci pour la qualité de ces explications concernant l'information du public.

Cet après-midi, avec Monsieur Collin et Monsieur Mazure, nous y reviendrons car c'est l'un des grands problèmes qui se posent dans le cadre de ce rapport.

J'imagine que le BRGM ne veut pas rester silencieux.

M. Jean-Pierre MOUROUX (Chef de projet risque et génie sismiques du BRGM) - Je voudrais appuyer tout ce qui vient d'être dit en matière de prévention et de construction parasismique, et surtout intervenir sur les valeurs proposées dès 1985, comme l'ont souligné Victor Davidovici et Jacques Tanzi.

Ce sont des valeurs dans la zone 2, qui est la plus forte du territoire métropolitain, sachant qu'il y a une zone 3 aux Antilles.

Dans cette zone 2, la valeur-pivot est de 0,25 g, définie pour une classe de bâtiments à risque normal, de bâtiments courants.

0,25 g correspond environ à une magnitude de 6, allant de 5 à 10 kilomètres de profondeur, si le séisme est situé sous le site proprement dit. On a vu que l'on pouvait peut-être avoir des magnitudes 7 dans le contexte français et que les profondeurs que nous pouvions attendre dans le contexte français étaient de cet ordre.

Lors du séisme de 1909, celui de Lambesque, en Provence, les profondeurs ont vraisemblablement été de ce type. Pour les séismes de la moyenne Durance -j'y reviendrai cet après-midi en ce qui concerne la ville de Manosque, par exemple, sur laquelle a été réalisé un

plan d'exposition aux risques, présenté la semaine dernière-, il faut également s'attendre à ces profondeurs.

La valeur de 0,25 g, valeur-pivot proposée dans le cadre du zonage sismique de la France, est tout à fait raisonnable. D'autre part, il faut la replacer dans le contexte complet de la prévention parasismique, des calculs que l'on fait en matière de génie parasismique.

En effet, il faut considérer l'accélération nominale d'une part, mais aussi ce que l'on appelle des coefficients, par exemple de comportement des bâtiments. Il faut bien voir comment tous ces calculs sont pris en compte ensuite, dans les calculs de structure proprement dite.

La valeur de 0,25 g correspondrait d'ailleurs à ce qui se fait classiquement en Californie, peut-être même à moins, comme précisé dans le rapport auquel Monsieur Davidovici a fait référence tout à l'heure.

On tergiverse depuis cinq ou dix ans en matière d'acceptation de cette valeur et de proposition des futures règles PS 92. Je pense donc qu'il est temps d'en arriver là et de sortir enfin ces règles.

Elles s'appellent PS 1992 parce qu'elles ne peuvent pas s'appeler PS 1993 du fait que, dans le contexte européen, il faut se limiter à 1992, mais des PS 92 qui vont paraître en 1995 peuvent déjà paraître suspectes.

Nous devons donc faire très vite pour les publier et faire en sorte qu'elles soient acceptées.

Cela concerne donc la prévention parasismique proprement dite en matière de construction. J'ai dit que je reviendrais cet après-midi sur les problèmes de prévention en matière de microzonage sismique et de plan d'exposition aux risques.

Je voudrais revenir également sur le problème de la prévision, ou prédiction à très court terme, pour dire essentiellement que ce n'est pas opérationnel en ce moment. Je pense que tout le monde en est bien persuadé actuellement dans le contexte français.

En second lieu, même si la méthode était effectivement opérationnelle à 100 %, si l'on disait demain au maire de Manosque qu'il aura un séisme de magnitude 6 à 15 heures 30, je ne sais pas exactement ce qu'il ferait. Il faut une préparation. Mais personne n'est préparé à recevoir une telle information, et je pense que cela mettra beaucoup de temps.

Même dans le sud-est de la France, où on sait qu'il y a eu un séisme en 1909, il y a encore beaucoup de réticences pour le prendre en compte effectivement.

En troisième lieu, je voudrais revenir au catalogue de sismicité de la France. Bagher Mohammadioun a dit qu'il existait un catalogue de la sismicité historique qui remontait à peu près à 1000 ans (700 ans fiables). Le plus vieux séisme relativement bien connu du point de vue de la sismicité historique mais pas encore connu du point de vue néo-tectonique -. il va donc falloir faire énormément de travail dans ce domaine pour mieux le connaître - remonte à 1356 . Il faut aller beaucoup plus loin au niveau des catalogues de sismicité. Actuellement, c'est 1000 ans. Je propose que nous ayons une action pour un catalogue à 100.000 ans.

Cela signifie qu'effectivement, il va falloir faire des études beaucoup plus approfondies en matière de géologie structurale, de néo-tectonique, de paléo-sismicité.

Bien sûr on ne réussira pas à avoir le maximum de renseignements, même pendant les dix prochaines années à venir ; c'est une affaire de longue haleine, qui va durer tout le XXIème siècle mais, si on a un objectif de ce type, il faut lancer cette idée pour que, par la suite, on puisse peut-être mieux réaliser les études d'aléas sismiques de type probabiliste.

Actuellement, on est surtout dans le déterminisme. On va voir les séismes maximaux que l'on a pu obtenir et l'on sait très bien que l'on peut peut-être en avoir d'autres beaucoup plus importants si on remonte à des périodes de 100.000 ans.

Nous devons donc avoir cet objectif en tête.

M. Paul TAPPONNIER - Je voudrais abonder dans le sens des propos qui viennent d'être tenus par divers orateurs, en commençant par une remarque sur les catalogues de sismicité historique, au sens où l'entendent les historiens, c'est-à-dire à partir de textes.

En France, on considère que le catalogue historique est valable à peu près pour 1000 ans, probablement fiable pour 700 ans, etc. Personnellement, je ne suis pas du tout convaincu de cela.

La raison en est assez simple : même dans des pays de civilisation ancienne, peuplés, comme la Chine ou le nord de l'Iran, quand on s'amuse à l'exercice consistant à regarder le nombre d'événements sismiques décrits dans une fenêtre temporelle donnée, par exemple 50 ans, et qu'on recule à partir du moment présent, on s'aperçoit que, dans tous ces catalogues, le nombre d'événement décrits fut à zéro en trois ou quatre siècles.

C'est vrai même en Chine, où des événements extraordinaires sont repérés jusqu'à moins 3000 ans avant le présent mais où des événements très importants ne le sont pas. Il y a donc un mélange.

D'autre part, dans ma région, la Savoie, j'ai cherché à avoir une information dans la région annécienne, sur la sismicité des quatre ou cinq derniers siècles. On s'aperçoit que certains documents très importants, par exemple des registres qui étaient tenus par des ecclésiastiques ou des moines, ont disparu, ont été brûlés en autodafé peu après la révolution française, à l'époque de la Convention.

A l'abbaye de Talloires, qui date de l'an 800, tout ce qui avait été noté par les moines a été détruit par le feu à la révolution française. Il ne reste donc rien.

Pour le catalogue de sismicité historique de la France, au sens de l'histoire du pays français, il y a probablement encore beaucoup à faire, mais il y a une sorte de limite qu'on ne franchira pas parce que de nombreux documents ont été perdus.

En second lieu, il est bon de fixer comme but l'idée que, grâce à des études de géologie structurale, de paléo-sismicité, etc., on devrait essayer de connaître la sismicité de la France depuis 100.000 ans ; mais j'estime personnellement que c'est un peu trop ambitieux.

Je pense qu'il serait souhaitable que nous arrivions à connaître la sismicité de la France depuis 10.000 ans. Telle est la période de temps qui nous importe, parce qu'en France, il est bien de trouver une faille qui a bougé une fois en 20.000 ans, comme c'est le cas de la faille de Courthézon, mais il existe probablement des failles dont les vitesses sont millimétriques ou sub-millimétriques et qui sont susceptibles de fabriquer des séismes de magnitude 6 ou 7, avec des récurrences de 2000 ans, par exemple.

Sur 10.000 ans, on verra de telles séries d'événements. Ce sont bien ceux-là qui nous importent, ceux dont la magnitude est supérieure à 6, mais nous devrions être capables de vraiment dire où, comment, etc. C'est déjà un but extrêmement ambitieux.

Nous n'y arriverons pas avec des techniques de géologie structurale et de néo-tectonique au sens classique du terme. En effet, avec la néo-tectonique, ce n'est que par hasard que l'on découvre des failles comme celle de Courthézon. Une nouvelle route ou un nouveau canal sont fabriqués, on creuse une tranchée, et on voit dans les dépôts quaternaires un décalage de 50 centimètres ou d'un mètre, etc.

Mais cela revient à chercher sa clé qu'on a perdue dans la nuit sous un réverbère qui éclaire le trottoir. Cette méthode est incomplète ; elle ne nous donnera pas les réponses que nous attendons.

Dans cette assemblée, on a beaucoup parlé de nombreuses techniques, de réseaux d'accéléromètres, de réseaux de sismo, etc. C'est très bien ; c'est pour la surveillance de ce qui se passe actuellement. On n'a pas parlé une seule fois de géodésie, et c'est extrêmement important.

En France, l'Institut géographique national s'occupe de géodésie, de nivellement. En comparant des profils de nivellement dans les Alpes, par exemple, une équipe de Chambéry a réussi à montrer qu'il y avait peut-être des vitesses millimétriques de surrection dans les Préalpes du nord ; c'est extrêmement important.

On doit favoriser ce genre d'études, en faire davantage. C'est le seul exemple que je connaisse en France où nous ayons une vitesse de mouvement. Tel est l'objectif fondamental : trouver et déterminer les vitesses de mouvement.

La technique, jusqu'à présent, n'a presque pas été employée. On a commencé à l'employer pour le séisme de Bâle, où l'on voit des profils de vallées sèches qui sont déformés, plissés. Il s'agit sans doute de failles cachées mais on voit qu'il y a 30 mètres de surrection (ce n'est pas encore daté mais on devrait le faire). C'est finalement ce que nous faisons à l'IPG de Paris, qui s'appelle la morpho-tectonique, c'est-à-dire ces effets de surface qui sont mesurables sur de longues durées à condition que l'on s'en donne les moyens (reconstruction de la topographie numérique, images satellitaires, photos aériennes, etc.).

Je pense que ce devrait être l'objectif central d'une nouvelle carte, qui ne ferait qu'améliorer et continuer celles qui ont déjà été faites, parce que c'est vraiment là que le bât blesse ; c'est cela que nous n'avons pas fait.

De ce point de vue, à l'IPG de Paris, nous avons décidé, dans le cadre des observatoires, de commencer ce travail, à la fois avec une idée de synthèse à l'échelon français et même à celui du bassin ouest-méditerranéen, et avec un éclairage particulier sur des sites qui nous paraissent critiques.

Ce qui est donc important, c'est la durée de 10.000 ans et les vitesses à partir des signatures de surface comme objectif.

M. Bagher MOHAMMADIOUN - En ce qui concerne le nivellement de précision, les mouvements verticaux, ce serait un peu inclus dans le recensement que nous avons publié récemment.

M. Paul TAPPONNIER - Bien sûr. Nous n'en avons pas parlé.

M. Bagher MOHAMMADIOUN - Deuxièmement, je voudrais abonder dans votre sens en matière de réglementation internationale. Quand on essaie de définir les failles actives, on va dans la région active et on y reste.

Or, il faut effectivement prendre une fenêtre de temps, mais le problème posé, c'est que, dans certaines régions, et surtout pour certaines installations critiques, par exemple celles de stockages de déchets, la période de 10.000 ans n'est pas suffisante.

Je suis d'accord avec vous sur le fait qu'il faut d'abord commencer par rassembler 10.000 ans, de l'antiquité jusqu'à au-delà, mais pour certaines installations critiques, il faut aller un peu plus loin.

M. le Président - Avant de passer la parole à Monsieur Cisternas, je salue la présence de mon collègue Yves Rousset-Rouard, député de la Durance, dont on parle souvent, et qui est Président du groupe France-Japon. C'est vous dire qu'il est particulièrement concerné par le propos d'aujourd'hui.

M. Armando CISTERNAS - En réalité, l'un des problèmes, c'est d'étudier les failles actives. Je pense qu'apparemment, il y a suffisamment de consensus pour le faire.

Le problème, c'est aussi de repérer la récurrence de ces séismes et les magnitudes sur les failles actives.

Pour cela, je vais insister un peu sur le besoin d'avoir aussi la paléo-sismologie. Quand nous avons fait nos travaux de paléo-sismologie à El Asnam, nous avons repéré six séismes dans une période de 6000 ans.

Or, les séismes ne s'étaient pas produits d'une façon régulière. Il y avait intensification de l'activité sismique au cours d'une certaine période, puis une période de calme, puis une nouvelle période d'intensification, etc.

Cela représente un système qui fonctionne à peu près en suivant des lois du chaos comme le disait le Professeur Le Mouél.

Je ne connais pas d'autre méthode que la paléo-sismologie pouvant fournir ce type de renseignement. Les méthodes néo-tectoniques ou les méthodes géomorphologiques vont donner de nombreux événements, mais le fait de les dater est essentiel.

M. Yves CARISTAN - Sans entrer dans un débat trop précis, je voudrais simplement faire deux remarques.

Ce qu'a dit Paul Tapponnier est important. Il est bon d'avoir des objectifs ambitieux et c'est un moteur qu'il faut absolument. Le fait d'augmenter le catalogue de sismicité ou en tout cas le prolonger sur une période plus importante est tout à fait fondamental.

En conséquence, il y a une question de méthodologie. En effet, il faudrait réquisitionner tous les géologues du territoire national pour pouvoir faire la carte de l'ensemble des failles existantes avec des tranchées, des mesures, des datations, etc.

Il y a donc un problème de méthodologie, et il me semble que ce qu'a dit Paul Tapponnier est certainement la voie à suivre, à savoir l'utilisation de la télé-détection. Cela permet de travailler sur des zones assez étendues, avec moins de potentiel humain.

Cela signifie aussi que, par rapport à toutes les études de précurseurs dont on a parlé, on se trouve non pas tout à fait dans la même situation parce qu'on connaît beaucoup de choses au niveau tectonique qu'on ne connaît pas au niveau des précurseurs, mais il y a un travail de recherche méthodologique à faire aussi à long terme, et je pense que c'est un point important.

Je ne serai malheureusement pas présent cet après-midi, mais je pense que le débat sur la prévention a déjà été un peu amorcé par anticipation.

Je pense qu'il ne serait pas souhaitable d'opposer prévention et prévision. Cela ne me semble pas une façon raisonnable d'aborder les choses. Ce sont deux notions tout à fait complémentaires et autant la prévention est aujourd'hui opérationnelle (un certain nombre d'exemples ont existé), autant la prévision ne l'est pas.

Je ne pense cependant pas que cela signifie qu'il faille arrêter toutes les études relatives à la prévision. Ce sont des études à long terme qu'il faut continuer. Si on ne les fait pas, on n'arrivera jamais à un résultat.

D'autre part, la prévention s'applique au bâtiment et permet de sauver des vies humaines, mais il ne faut pas oublier tout le bâti ancien qui existe et qui représente peut-être 99,9999 % du bâti de la planète.

Je pense donc qu'il serait dommage d'arriver à une conclusion qui opposerait prévention et prévision.

M. Philippe MASURE (Directeur risques majeurs au BRGM, vice-président du Comité français de la DIPCN) - Je voulais aborder le sujet sous l'angle que vient d'évoquer Monsieur Caristan, à savoir qu'il ne faudrait pas que nous interrompions la séance sur une impression d'opposition ou de divergences entre écoles de pensée ou méthodes d'approche.

En particulier, je voudrais continuer sur ce qui vient d'être dit, en proposant d'éviter d'opposer d'une part la recherche scientifique et l'amélioration des connaissances, qui sont absolument indispensables, et d'autre part l'action qui doit se développer sur la base des connaissances déjà acquises et qui sont suffisantes pour un certain niveau de prévention, avec une fiabilité qui semble relativement acceptable dès à présent.

N'oublions donc pas que le moteur de l'amélioration des connaissances scientifiques, ce sont les divergences, les confrontations d'idées. On y assiste un petit peu ce matin, et c'est tout à fait fructueux et il est souhaitable que cela continue. Toutes les méthodes, toutes les pistes sont utiles et doivent continuer à être développées.

En revanche, le moteur de l'action, c'est plutôt la recherche de convergences et de consensus et, ce qui nous réunit aujourd'hui, c'est tout de même beaucoup cela également. A ce sujet, je rejoins les remarques et les préoccupations présentées par Monsieur Davidovici et Monsieur Tanzi, à savoir que nous avons atteint un niveau de cohérence dans la réflexion sur la base des connaissances, qui sont limitées, mais qui sont en partie suffisantes pour identifier et définir un certain nombre de décisions, d'actions préventives.

Poursuivons sur ce sujet - nous en parlerons cet après-midi - mais je crois qu'il faut bien souligner les différences de réflexion et de raisonnement entre les scientifiques d'une part et les ingénieurs ou les décideurs d'autre part. Elles ne sont absolument pas à opposer, au contraire. Les deux correspondent à des processus différents.

M. Paul TAPPONNIER - Je ne souhaite pas que mes propos aient été compris comme si j'opposais la morphologie à la paléo-sismicité. Ce n'est pas du tout le cas. On a peut-être l'impression que Monsieur Cisternas défend la paléo-sismicité et moi la morphologie, mais ce n'est pas vrai.

Je veux simplement dire que, jusqu'à présent, la morphologie a été une technique laissée de côté en France, parce que c'est une technique difficile, qui nécessite un talent que beaucoup de chercheurs français n'ont pas.

D'autre part, c'est une technique où on fait les choses dans un certain ordre. Par exemple, en Californie, la faille de San Andreas a déjà été identifiée par les géomorphologues il y a 100 ans. On peut creuser des tranchées sur cette faille, dont chaque petit segment est déjà cartographié au mètre près par les géomorphologues.

En France, la situation est différente ; nous n'avons pas fait ce travail. Il convient donc d'abord de le faire, puis de creuser des tranchées. A El Asnam, on peut creuser des tranchées ; il y a eu un séisme, la faille est identifiée, donc on creuse des tranchées.

Mais il faut commencer par le plus urgent, qui n'a pas été fait et qui, à bien des égards, est aussi le plus simple, puisqu'il est moins compliqué de regarder la surface du sol que de creuser avec des bulldozers et des pelles mécaniques à l'intérieur du sol.

De plus, pour qu'une tranchée donne tous les résultats qu'on en attend, il faut aussi qu'elle soit creusée au bon endroit. Comment connaître cet endroit si on ne commence pas par étudier la surface du sol et la morphologie ?

C'est simplement un problème d'ordre et de priorité, mais il n'y a pas du tout d'opposition dans ces deux méthodes, qui se complètent d'ailleurs. En effet, comme l'a rappelé Armando Cisternas, la paléo-sismicité en tranchées permet de bien dater des événements mais ne permet pas en général de trouver des vitesses, alors que les études de surface permettent de trouver des vitesses mais plus difficilement de dater des événements.

Tout est donc à faire, mais dans l'ordre.

M. le Président - Des journalistes ont-ils des questions à poser sur l'aspect connaissance des séismes microsismiques, prévision, prédiction ? (*Pas d'intervention*)

La qualité du débat a montré que nous avons fait le tour de la question.

J'ai tout de même une question fondamentale par rapport à la méthode VAN ou pas, selon Monsieur Caristan. Président Le Mouël, quelles que soient les réticences que l'on puisse exposer à l'égard de cette méthode, préconisez-vous que la France - je parle là de la France métropolitaine comme des départements d'Outre-mer - tente de se doter, à titre expérimental, d'un réseau de stations VAN, comme cela avait été envisagé à une certaine époque et comme cela a été peu ou prou abandonné de façon tacite ?

M. Jean-Louis LE MOUËL - Je ne sais pas s'il faut se doter d'un réseau. Je ne crois pas que les Grecs prédisent actuellement les tremblements de terre, et je crois encore moins qu'en trébuchant sur un autre terrain une série d'électromètres, on puisse prédire quoi que ce soit dans l'état actuel des choses.

Je pense simplement qu'il y a des signaux électriques intéressants. Nous y travaillons depuis longtemps et je trouve même que c'est un sujet fascinant. Je pense que le fait de mesurer les signaux électriques là où il y a des variations de contrainte est un objectif tout à fait louable.

Cette technique n'est pas très compliquée. Il s'agit de piquer deux électrodes dans le sol et de mesurer une différence de potentiel. A-t-on besoin d'un réseau particulier ? Chacun y met l'enregistreur qu'il veut ; il prend un voltmètre à haute impédance, des électrodes qui ne dérivent pas et un enregistreur au choix selon ce qu'on regarde. Je ne suis pas donc sûr que le réseau soit nécessaire.

En revanche, le fait d'installer dans des régions propices quelques lignes tellurique me paraît tout à fait bienvenu. J'ai dit que nous l'avions fait en Grèce pour, d'une certaine manière, "espionner" nos collègues, mais avec beaucoup de bienveillance, parce que je ne leur veux pas de mal, bien au contraire. Nous avons vu quelques signaux.

Nous l'avons également fait à la Guadeloupe. A mon avis, nous n'avons pas assez parlé des Antilles. Or, c'est là que le risque est le plus important en France. Il faut donc y faire quelque chose.

Le CEA a installé ce réseau dans les Alpes. Je ne veux pas que Monsieur Caristan le prenne mal, mais j'estime que c'est vertueux, parce qu'il n'y a pas grand

chose. Cela ne remue pas beaucoup, il n'y a pas beaucoup de contraintes, mais je leur souhaite un bon succès. En tout cas, ils vont faire le tri des signaux, commencer et faire des avancées méthodologiques. Ce ne sera donc pas du tout inutile.

M. Yves CARISTAN - Je n'ai pas du tout mal pris la chose. J'ai déjà dit ce que je pensais de l'histoire de cette méthode. Je ne vais donc pas y revenir. Cela me semble clair, sauf si vous avez des questions précises et si je me suis mal exprimé.

Ceci étant, si je dois préciser un peu, je dirai simplement que, derrière cette méthode VAN - le Député Kert relance le débat et celui d'aujourd'hui est civilisé -, il y a eu des débats sanglants. Il ne me semble pas utile de relancer ces débats sanglants.

Je pense que nous sommes à peu près d'accord sur le fond scientifique. Des réseaux ont été installés en France, pour des raisons historiques qui ne me concernaient pas puisque je n'étais pas au Laboratoire de détection géophysique à cette époque.

Ceci étant, ce qu'a dit Jean-Louis Le Mouël est tout à fait vrai ; aujourd'hui, il serait absolument ridicule d'arrêter toute recherche sur les mesures électriques et telluriques.

Personnellement, je ne préconise pas non plus l'installation de réseaux VAN sur l'ensemble du territoire national, que ce soit en métropole ou aux Antilles. En revanche, je pense qu'une approche scientifique, telle que celle que j'ai évoquée, telle que Jean-Louis Le Mouël la pratique, puisque l'IPG a installé des stations aux Afars, en Grèce et aux Antilles, est tout à fait raisonnable.

Cela me semble une approche réaliste qu'il faut poursuivre. En revanche, de là à installer des réseaux en reprenant une terminologie opérationnelle... Je crois que Monsieur Masure a bien précisé la différence entre ce que l'on peut juger comme opérationnel et comme recherche scientifique ; les personnes autour de cette table, aussi bien mes collègues de l'IPG que moi-même, nous travaillons scientifiquement, pas de façon opérationnelle. C'est très clair et ça l'a toujours été, en tout cas en ce qui me concerne.

M. François THOUVENOT - Sans me lancer dans un débat sanglant, je voudrais poser une question à Yves Caristan.

Il se trouve que le séisme du Grand-Bornand se trouve situé à moins de 40 kilomètres de deux sites tenus par deux stations VAN gérées par le LDG.

Ces deux stations fonctionnelles ont-elles enregistré des signaux précurseurs pour ce séisme, qui est tout de même le séisme le plus important qui se soit produit dans le sud-est au cours des trente dernières années, le plus important qui se soit produit en France au cours des quinze dernières années ?

M. Yves CARISTAN - Non. S'il y avait eu des signaux, cela aurait peut-être été une coïncidence. Cela aurait peut-être éveillé notre curiosité sur la relation entre le séisme et le signal.

Il n'y en a pas eu. Personnellement, cela n'ébranle pas ma conviction que les signaux électriques restent intéressants à étudier en relation avec les variations de contraintes. Je ne fais que répéter ce que j'ai dit depuis le début.

Même les stations grecques n'enregistrent pas toutes des signaux et les plus proches n'enregistrent pas obligatoirement.

M. Gabor CZITROM (Chargé risque sismique DRM) - La question était d'installer un réseau VAN. Je n'ai pas d'opinion particulière en la matière mais je vais peut-être proposer à votre attention une urgence qui existe et sur laquelle on est peut-être passé un peu trop vite au cours de la discussion.

Admettons le cas purement hypothétique où, dans dix ans, on dispose d'emblée d'une ou de plusieurs méthodes de prédiction sismique. Admettons donc que, dans dix ans, une équipe scientifique formule une prédiction selon laquelle il y a 70 % de probabilités que, dans un point du sud de la France, avec un rayon d'incertitude de 30 kilomètres, au sein duquel se trouve par exemple Salon-de-Provence, dans une fenêtre temporelle à partir de 72 heures jusqu'à 10 jours, on doive s'attendre à un séisme de magnitude $M_6 + ou - 1$.

Admettons également - hypothèse non vérifiée - qu'il y ait également un consensus du milieu scientifique et que celui-ci parle d'une seule voix, autrement dit qu'une

instance scientifique valide la prédiction de cette équipe scientifique, et que cette prédiction formulée, validée soit présentée aux pouvoirs publics.

Je pense qu'il vaut mieux ne pas formuler cette prédiction. C'est une pure option. Je ne sais pas si c'est la meilleure.

En particulier, je pense que la réflexion "que faire d'une telle prédiction ?" s'impose à l'heure actuelle, si tant est qu'on veut que, dans quelque temps, lorsque le milieu scientifique aura pu faire des prédictions, les pouvoirs publics ne soient pas totalement désarmés devant une telle situation.

La prédiction ne peut avoir de sens que lorsque des scientifiques ayant dit quelque chose, les pouvoirs publics savent en faire quelque chose.

Le fait de dire que les habitants de Kobé auraient été bien contents s'ils avaient été évacués, est peut-être parler un peu vite. Comment évacue-t-on la population de Kobé à partir de prédictions qui scientifiquement sont incertaines ?

A ma connaissance, je pense pouvoir dire qu'à l'heure actuelle, la réflexion est inexistante en France. Il est peut-être urgent de l'entamer.

M. Yves CARISTAN - Je pense que c'est une question fondamentale. Je veux simplement citer un ouvrage publié à la suite d'une prédiction concernant un tremblement de terre sous la ville de Lima au Pérou, datant de 1981. Cette prédiction avait été faite par un scientifique tout à fait connu appartenant au "bon pays"...

M. Denis HATZFELD - Non, non, non !

M. Yves CARISTAN - ...Prédiction faite par un scientifique ayant fait d'excellentes études aux Etats Unis et ayant un excellent curriculum. Au niveau de la communauté scientifique, cette prédiction était aberrante et assez incompréhensible.

Toujours est-il que ce scientifique a fait cette prédiction, que le Pérou a pris tout à fait sérieusement. Il y a eu un ensemble de réunions pour organiser l'évacuation, mais le séisme ne s'est pas produit.

Ce n'est qu'un exemple de prédiction telle qu'on en voit assez souvent et, dans ce cas, il y a malheureusement eu exactement ce que vous venez de signaler (comment évacue-t-on, etc.).

Je ne veux pas élucubrer ici sur cet exemple. Je vous signale simplement qu'un excellent ouvrage est écrit sur ce cas, appelé : "The politics of earthquake prediction", qui relate l'ensemble de l'engrenage depuis la prévision jusqu'aux actions que les autorités péruviennes avaient menées. C'est tout à fait instructif de la façon dont les choses se sont passées.

M. Denis HATZFELD - J'étais au Pérou en 1981. Je suis sismologue et, pendant mes deux mois de mission au Pérou, j'ai été continuellement agressé par des personnes qui disaient que, nous les sismologues, nous prédisions des séismes et que ce Monsieur était un mécanicien des roches.

Il avait extrapolé ce qu'il avait observé en laboratoire sur des échantillons de douze centimètres de long aux séismes. Il a ensuite utilisé les médias, ce que font nos collègues grecs.

Le jour où les scientifiques comprendront que l'accès direct aux médias et le jour où les médias comprendront que l'accès direct aux scientifiques n'est pas la meilleure manière de faire avancer la science et de faire que des décisions sages soient prises, on aura fait de grands progrès. Or, actuellement, ce n'est pas ce que les médias nous encouragent à faire. Ils sont toujours là, prêts à nous prendre en photo lors d'un séisme...

A la suite de ce séisme péruvien, les Etats Unis, qui sont relativement sages - il faut l'avouer -, ont mis en place une sorte de commission chargée d'évaluer les prédictions. Cette commission est homogène ; les membres se disputent un peu entre eux mais ils valident ou ne valident pas des prédictions annoncées par des particuliers ou des scientifiques, et c'est la meilleure chose à faire.

Si les Grecs suivaient cette discipline minimum, nous aurions beaucoup moins d'ennuis. En particulier, la France aurait dépensé l'argent qu'elle a mis pour les stations VAN pour faire de la recherche scientifique sur les signaux précurseurs électriques, ce qui est une très

bonne chose. Nous n'aurions pas eu dix ans de circulation de fausses rumeurs au travers des médias, des pouvoirs publics.

Quand il faut défendre auprès d'un Conseil général d'une part l'installation d'un réseau sismologique et, d'autre part, le fait qu'avec une station VAN on a peut-être un espoir de faire quelque chose un jour, les pouvoirs publics voient plus facilement l'immédiateté de la prédiction plutôt que le travail de fond, qui est plus difficile et beaucoup plus ingrat.

M. Yves CARISTAN - Je répète pour la cinquième ou sixième fois depuis ce matin que je ne suis pas un défenseur de la méthode VAN.

Je pense que l'argent dépensé a tout de même servi à travailler dans le domaine tellurique, et que cela nous a certainement apporté une bonne connaissance de ces phénomènes.

Denis Hatzfeld n'a fait que confirmer mes propos concernant ce séisme du Pérou. Je pense que le livre vaut la peine d'être lu. D'ailleurs, les remarques de Monsieur Czitrom et de Monsieur Hatzfeld vont tout à fait dans le sens de ce livre, qui décortique l'engrenage.

J'appuie tout à fait le fait que les médias doivent être très prudents en ce qui concerne la prise d'informations directes. Il y a eu récemment des exemples éloquentes, non pas dans le domaine de la sismologie mais dans d'autres domaines, comme par exemple celui de la fusion froide.

M. le Président - Je vous remercie.

La séance est suspendue à 12 heures 45

La séance est reprise à 14 heures 35.

M. le Président - Merci à toutes celles et à tous ceux qui se sont joints à nous pour participer à cette série d'auditions publiques, qui a pour vocation de clore l'ensemble des auditions que nous avons réalisées dans le cadre du rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, et de faire le point sur l'actualité que nous devons au séisme de Kobé.

Cet après-midi, nous aurons deux tables rondes:

- l'une sur la prévention des séismes;
- l'autre sur la gestion de la crise.

S'agissant de la prévention des séismes, je pense inutile de cerner à nouveau le problème. Il est évident que, dans le cadre d'un rapport parlementaire, deux grands axes vont nous préoccuper :

- . Qu'en est-il de la législation et de la réglementation?
- . Comment est-elle appliquée? Par qui? Comment la construction parasismique est-elle réalisée en France et dans le monde? Que pouvons-nous retirer des expériences des grandes régions sismiques du monde pour rapporter ces exemples à la France?

Nous débiterons par l'actualité de Kobé, puisqu'une mission de l'Association française de génie parasismique rentre de Kobé. Il est passionnant de commencer cet après-midi de travail par l'audition des membres de cette mission, car Kobé plane un peu au-dessus de nos travaux et planera probablement un peu sur un certain nombre de conclusions de ce rapport.

2. LA PRÉVENTION DES SÉISMES

Bilan de la mission de génie parasismique de retour de Kobé. La loi du 22 juillet 1987 et le décret du 14 mai 1991, ainsi que le bâti existant concernant les installations classées et nucléaires, les infrastructures de transport, les établissements à risque normal de classe D. L'application du microzonage sismique. Les normes européennes. L'information et la préparation des populations.

*** Bilan de la mission de l'Association française de génie parasismique de retour de Kobé**

M. Jean-Pierre MENEROUD (Chef du groupe géologie-sols risque sismique au Centre d'études techniques de l'équipement (CETE de Nice), Chef de mission) - Le 17 janvier 1995 à 5 heures 46 heure locale, un séisme de magnitude 7,2 a frappé la région de Hyogo au Japon. Cette secousse, qui a atteint une intensité de 7 sur l'échelle japonaise (intensité maximum prévue par cette échelle et qui correspondrait chez nous à une intensité de 9 ou 10) a provoqué de nombreux dégâts (plus de 5.000 morts, 74.000 bâtiments détruits sans compter les nombreux ouvrages, viaducs, ouvrages ferroviaires ou autoroutiers), laissant beaucoup de sans-abri.

Sur ce transparent (document 39) apparaissent les principales données de ce séisme. Cet événement a été jugé suffisamment important et intéressant par la communauté scientifique française pour que l'Association française de génie parasismique envoie une mission le plus rapidement possible de façon à essayer de récolter le maximum d'informations.

Ces informations étant effectivement très périssables avec le temps, il fallait agir avec rapidité.

Cette mission, dont les membres sont présentés sur ce transparent (document 40), comprenait 11 personnes. Elle a été supportée par le Ministère de l'environnement (délégation aux risques majeurs) et par un certain nombre d'entreprises tant publiques que privées et de bureaux d'études.

SÉISME DE HYOGO KEN NAMBU

(dit séisme de Kobé)

17 janvier 1995 5 h 46 HL

MAGNITUDE	7,2
INTENSITÉ (échelle japonaise)	VII
MORTS	5 360
BLESSÉS	26 618
BÂTIMENTS DÉTRUITS	74 500
DÉGÂTS	500 à 1 000 Mds de F. (3 à 6 % PIB du Japon)

(doc.39)

SÉISME DE HYOGO KEN NAMBU

(dit séisme de Kobé)

17 janvier 1995 5 h 46 HL

Introduction	JP. Méneroud
Présentation du séisme	JC. Gariel C. Boutin
Bâtiments, ouvrages d'art, installations portuaires	J. Betbeder-Matibet JP. Biger, J. Dalbera, S. Iche, JF. Sidaner
Réseaux et équipements industriels	M. Zaréa L. Cret, T. S. Duong, S. Iche
Conclusions	JP. Méneroud

(doc.40)

Cette mission a donc réalisé à chaud un travail non exhaustif. Avant de tirer les principales conclusions de cet événement, je vais laisser la parole à quelques-uns de mes collègues, mais sachez bien que tous ont participé à ce travail et à la mise au point de cette présentation.

Dans un premier temps, Jean-Christophe Gariel vous présentera l'événement sismique, puis Jacques Betbeder-Matibet vous parlera des bâtiments, des ouvrages d'art et des installations portuaires. Enfin, Murès Zarea vous parlera des réseaux avant que je conclue sur les faits marquants et les points importants de ce séisme.

M. Jean-Christophe GARIEL (IPSN) - Je vais vous présenter les aspects sismologiques de ces séismes, en rappelant tout d'abord le contexte sismotectonique du Japon.

Sur la figure du haut (document 41), vous voyez que le Japon se situe à la frontière entre trois plaques :

- la plaque Eurasie à l'ouest,
- la plaque Philippines et la plaque Pacifique à l'est, qui vont passer sous la plaque Eurasie.

Le point de rencontre entre ces plaques se situe au droit de Tokyo.

La ville de Kobé se situe 500 kilomètres au sud-ouest de Tokyo et le séisme de Kobé s'est produit loin de la zone d'affrontement entre la plaque Philippines et la plaque Eurasie.

Ce n'est donc pas un séisme de subduction dans la zone où s'affrontent ces deux plaques. Ce séisme est en arrière de cette zone de subduction, dans la plaque Eurasie, et on peut le qualifier de séisme intraplaque.

Sur le schéma du bas (document 42), on voit comment fonctionne une zone de subduction. L'essentiel de la sismicité se répartit à la zone d'affrontement entre la plaque chevauchante et la plaque chevauchée.

Un certain nombre de séismes ont également lieu dans la plaque chevauchée et le séisme de Kobé s'est produit dans la plaque chevauchante, au milieu de la figure. C'est donc un séisme intraplaque.

En 1993 et en 1994, il y avait eu au nord du Japon un certain nombre de séismes de magnitude très importante (tous autour de 8) et correspondant à des séismes liés à la zone de subduction (liés soit à la rupture le long du plan de subduction, soit à une rupture dans la plaque subductée).

Il n'y avait donc pas eu à proprement parler de séisme intraplaque. Le séisme de Kobé peut donc être considéré comme un séisme relativement nouveau pour le Japon. Un tel séisme n'avait pas eu lieu depuis longtemps à l'intérieur de l'archipel japonais.

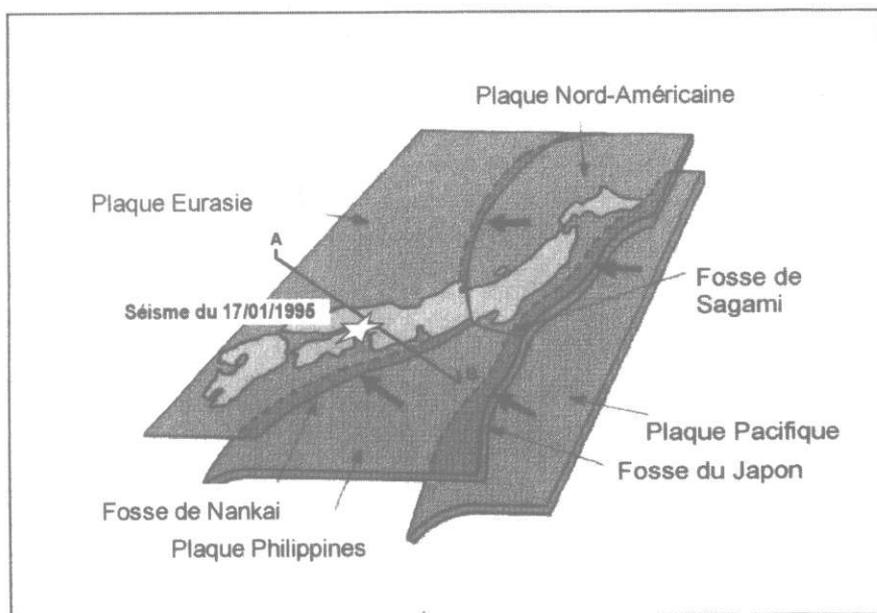
Sur ce transparent, on voit le détail de la zone du sud de l'île d'Honshu, région appelée le Kansai. En bas, on voit la fosse de Nankai, qui correspond à la zone de subduction.

Il y a deux rectangles verts et un rectangle jaune, qui correspondent aux plans de faille activés lors des derniers grands séismes de subduction qui se sont produits en 1944 et en 1946. Il s'agissait de séismes de magnitude aux alentours de 8 et, si on remonte plus au nord, on voit la ville de Kobé et une étoile rouge qui indique l'épicentre du séisme de Kobé.

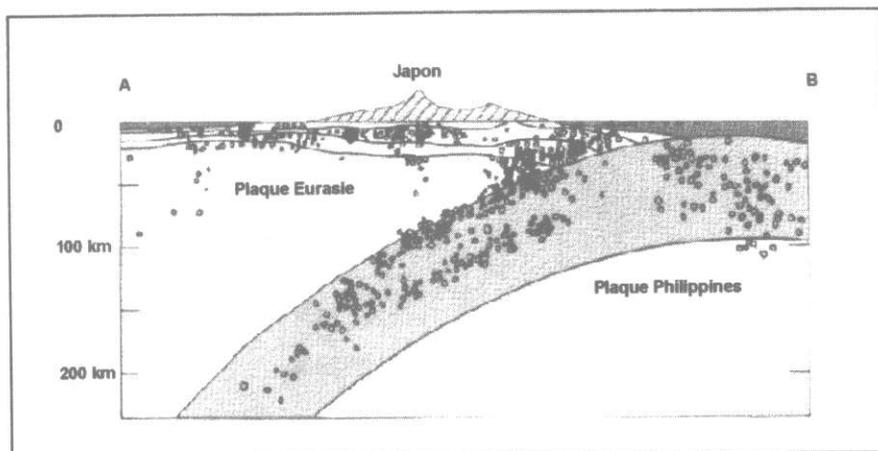
Ce transparent (document 43) vous présente la sismicité historique dans la première moitié du XXème siècle, dans cette région du Kansai. Sur cette figure, on a considéré uniquement les séismes pouvant être qualifiés de significatifs à l'échelle du Japon, donc ayant une magnitude supérieure à 6.

On peut voir qu'un certain nombre d'événements intraplaque se sont produits, avec des magnitudes comprises entre 6 et 7,3 au maximum. On notera un séisme de magnitude 6,1, qui s'était produit en 1916, exactement au même endroit que le séisme de Kobé de 1995.

Au sud, les deux gros points rouges correspondent aux épicentres des deux gros séismes de subduction qui se sont produits en 1944 et en 1946. Il faut donc noter toute cette sismicité intraplaque qui se finit par deux gros séismes de subduction.

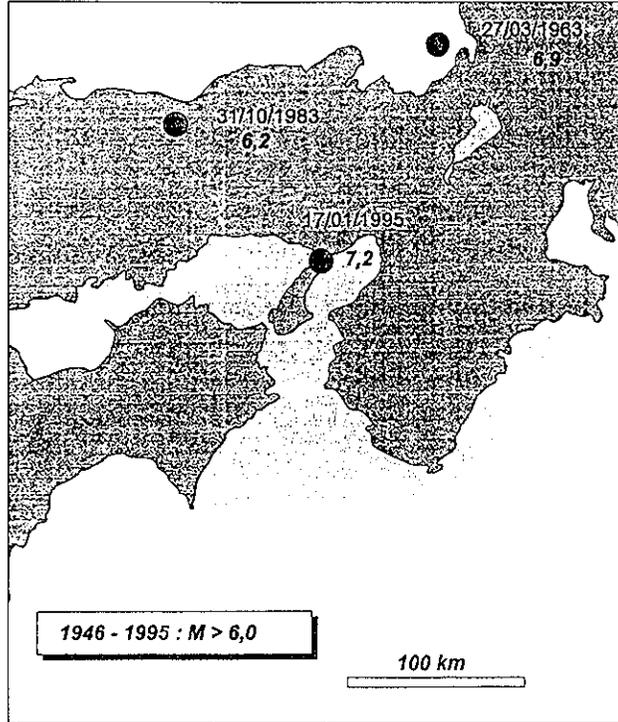


(doc. 41)

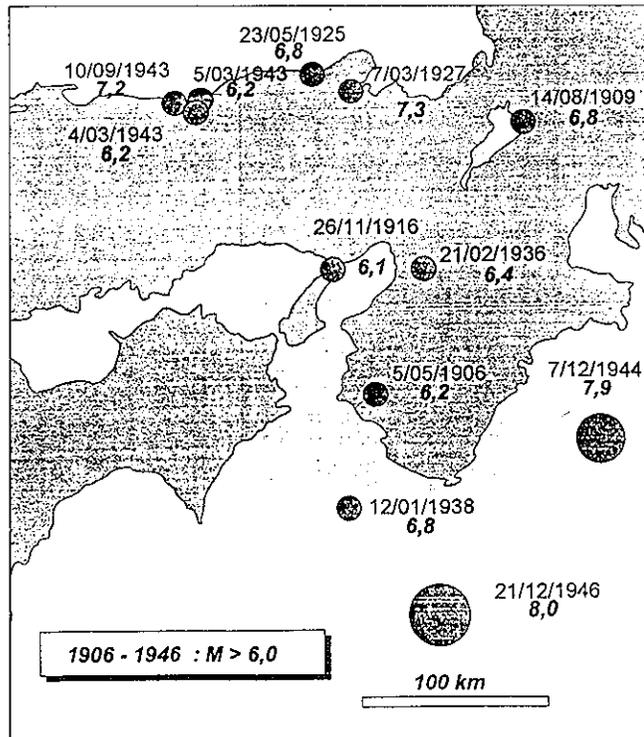


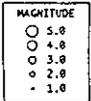
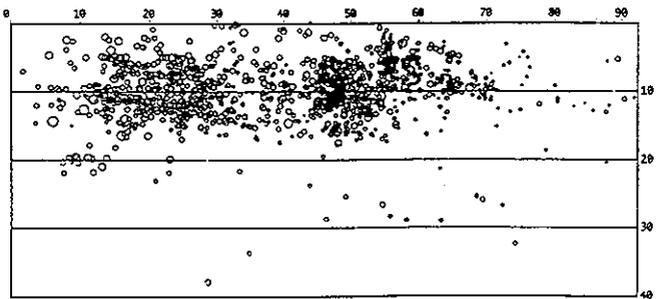
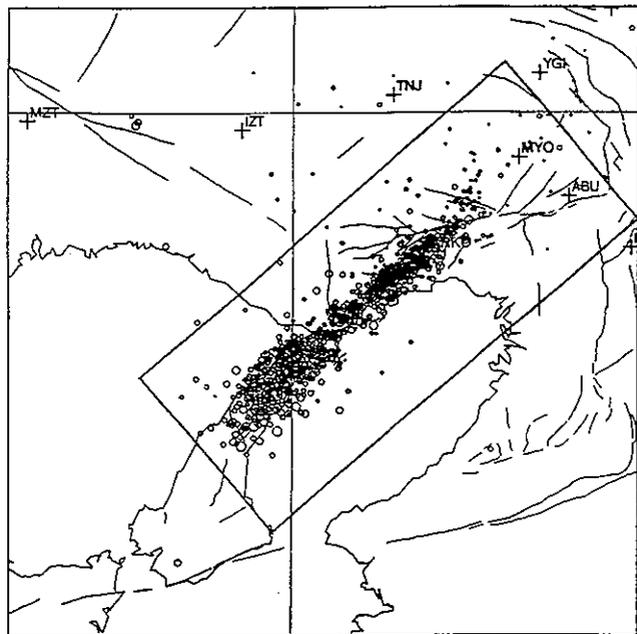
(doc. 42)

(doc. 43)



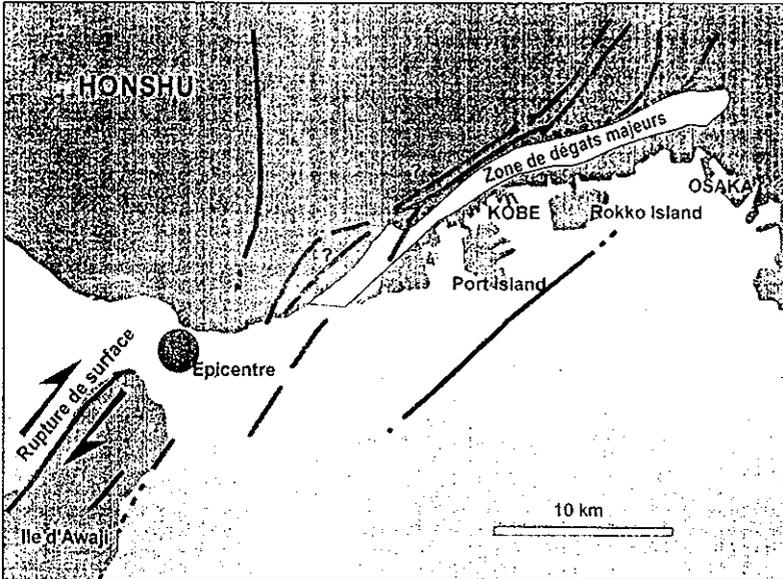
(doc. 44)





START TIME- 950117 1000 Total = 1285
 END TIME- 950120 1600
 X1- -50.00 (134.9571E) Y1- -80.00 (34.2783N)
 X2- 20.00 (135.7186E) Y2- -20.00 (34.8197N)
 X3- -75.41 (134.6785E) Y3- -50.35 (34.5461N)
 X4- -5.41 (135.4487E) Y4- 9.65 (35.0870N)
 Zmin= 0.00km Zmax= 40.00km
 Mmin= 0.00 Mmax= 9.00

(doc. 45)



(doc. 46)

Sur ce transparent (document 44), on étudie maintenant la sismicité pour la période de 1946 à nos jours. On constate que l'activité a été beaucoup plus faible. Il y a eu deux séismes au nord et, finalement, le séisme de Kobé en 1995, avec une magnitude de 7,2.

Il était donc frappant, dans le transparent précédent, de voir toute cette activité intraplaque qui finissait par les gros séismes de subduction. Là, nous sommes en revanche dans une période beaucoup plus calme en matière de sismicité.

Cette figure (document 45) vous présente une carte sur laquelle sont représentées les répliques enregistrées dans les quinze jours suivant le séisme de Kobé. Cela s'aligne dans une direction sud-ouest nord-est et cela détermine un plan de rupture d'environ 35 à 40 kilomètres de long.

Sur la figure du bas, apparaît une coupe en travers de la figure précédente, qui nous montre que l'activité sismique qui a suivi la rupture du grand séisme s'est répartie entre 15 kilomètres de profondeur et la surface. On voit un plan de faille de 35 à 40 kilomètre, ce que l'on attend pour un séisme de magnitude 7.

Voici maintenant un schéma de la région épiscopale (document 46). Le rond rouge vous présente la localisation de l'épicentre, qu'il faudrait qualifier d'approximative parce qu'elle peut encore changer.

Au sud-ouest de l'épicentre, apparaît un grand trait rouge marqué "rupture de surface". C'est le plan de faille qui a cassé lors du séisme et il est important de noter que, dans cette île, qui s'appelle Awaji, nous avons observé la rupture jusqu'à la surface.

Les deux flèches vous indiquent le mouvement relatif entre les deux côtés de la faille. Le côté gauche de la faille est remonté vers le nord et le côté Est est descendu vers le sud. C'est ce que l'on appelle une faille de coulissage.

Au nord-est de l'épicentre, on voit des traits rouges correspondant à des failles avec des points d'interrogation. Ces failles ont été reconnues, sont considérées comme actives, et on suppose que ce sont ces failles qui ont été activées lors du séisme de Kobé.

En jaune, apparaît la zone des dégâts majeurs occasionnés par ce séisme. Il s'agit d'une bande relativement étroite, entre 1,5 et 2 kilomètres de largeur, qui traverse Kobé d'ouest en est.

Cela ne signifie pas qu'en dehors de cette zone, il n'y a pas eu de dégâts. Il y en a eu aussi au sud et au nord, mais moins importants.

Il faut noter que la ville de Kobé s'étend des failles que l'on voit au nord jusqu'à la mer, où se trouvent deux îles artificielles dont nous aurons l'occasion de parler dans cet exposé.

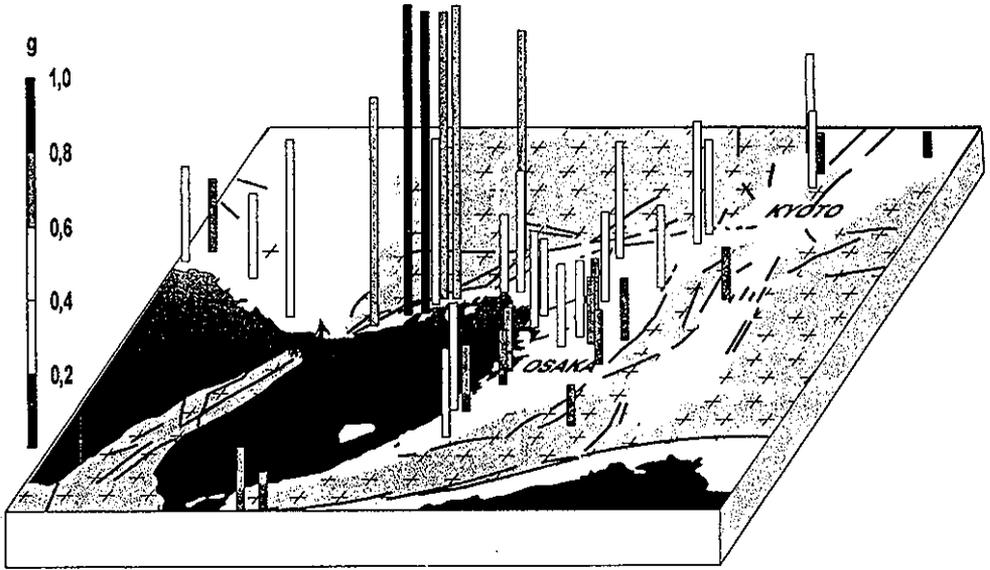
Cette photo a été prise dans l'île d'Awaji et serait censée vous montrer la rupture en surface. Malheureusement, les géologues japonais étaient déjà passés et avaient recouvert la faille d'une bâche en plastique sur une centaine de mètres de long pour pouvoir mieux l'étudier.

On peut tout de même avoir une idée de l'endroit où elle passe en voyant le mur qui se trouve devant la maison. La faille a cassé le mur, l'a décalé. On voit que la partie gauche du mur est montée et que la partie droite est descendue. Puis la faille est allée traverser la maison sans lui occasionner beaucoup de dommages.

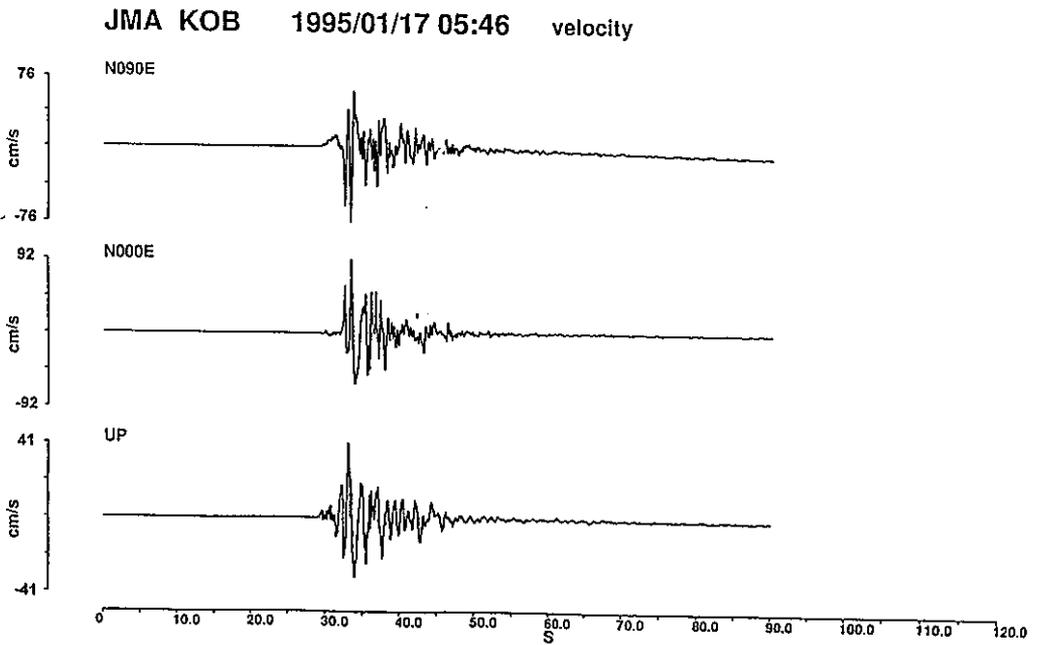
Cette photo est prise plus au nord de l'île d'Awaji. On y voit l'expression de la rupture en surface. Il est important de remarquer la roche. Dans cette île, on est sur du granit et on voit le granit qui a été cassé et qui affleure directement. A cet endroit le compartiment est de la faille s'est soulevé d'environ un mètre.

Cette autre photo permet d'avoir une idée du déplacement en coulissage. Il s'agit d'un canal qui a été décalé. La partie la plus au fond correspond au compartiment ouest et la plus près au compartiment est. On a donc bien un mouvement dextre.

Sur cette carte en perspective sont représentés les pics d'accélération horizontaux maximaux qui ont été enregistrés par différents réseaux accélérométriques lors du séisme de Kobé (document 47).



(doc. 47)



(doc. 48)

C'est une compilation de données venant d'un réseau de l'université de Kyoto, de la compagnie Osaka Gaz et de la Compagnie nationale de chemin de fer japonaise qui s'appelle la JR.

Une échelle est à gauche. La hauteur des petits bâtonnets donne la valeur d'accélération. Dans la ville de Kobé, le pic d'accélération maximal a dépassé de 0,8 g à au moins 4 stations.

Quand on se déplace vers Osaka, le pic d'accélération horizontale a été compris généralement entre 0,2 et 0,4 g. A Kyoto, qui est beaucoup plus loin qu'Osaka, le pic d'accélération était aussi compris entre 0,2 et 0,4 g.

On remarque aussi sur ce schéma les deux types de formation géologiques : la formation rose avec des croix correspond à ce que l'on appelle le bedrock (roches que l'on qualifie de dures) alors que le fond jaune correspond à des formations sédimentaires. Au Japon, la quasi-totalité des villes est installée sur ces grands bassins sédimentaires.

Un petit pont est dessiné entre l'île d'Awaji et le confluent. Ce pont était en construction lorsque le séisme s'est produit. Il y avait déjà les câbles mais pas encore le tablier, et un déplacement relatif de 1,20 mètre entre le côté nord et le côté sud a été noté.

Cette figure (document 48) montre un enregistrement en vitesse effectué dans la ville de Kobé. La vitesse maximale a atteint 92 centimètres par seconde dans la ville de Kobé, sur la composante horizontale, ce qui est relativement important. La composante verticale était de l'ordre de 40 centimètres par seconde. La durée des deux a été de l'ordre d'une quinzaine de secondes.

Nous voyons maintenant un ensemble d'enregistrements obtenus par l'université de Kyoto à un certain nombre de stations (document 49). Les deux stations au sommet (Kobé university et Kobé) sont situées dans la ville de Kobé. Le pic de vitesse était de l'ordre de 40 à 50 centimètres par seconde.

Toutes les autres stations sont situées dans le bassin d'Osaka, donc à 20 ou 30 kilomètres de l'épicentre, et il faut remarquer que c'est la différence de durée entre les enregistrements à Kobé, qui sont relativement courts (une quinzaine de seconde) et ceux dans le bassin d'Osaka, qui sont beaucoup plus longues. Cela correspond à des effets de propagation dans le grand bassin sédimentaire d'Osaka.

Sur cette figure (document 50) est reporté, en fonction de la distance en abscisses, le pic d'accélération horizontal observé à un certain nombre de points d'enregistrement de différents organismes (ce sont tous les petits carrés noirs).

C'est comparé à une courbe qui est en fait une courbe de prévision d'un chercheur japonais, que l'on aurait pu utiliser avant le séisme pour prévoir les mouvements dans la ville de Kobé.

On voit que les points se répartissent autour de cette courbe. Dans ce genre de loi statistique, une certaine dispersion est indiquée par les deux traits pointillés (plus et moins un écart type) et l'ensemble des points se répartit entre ces deux traits.

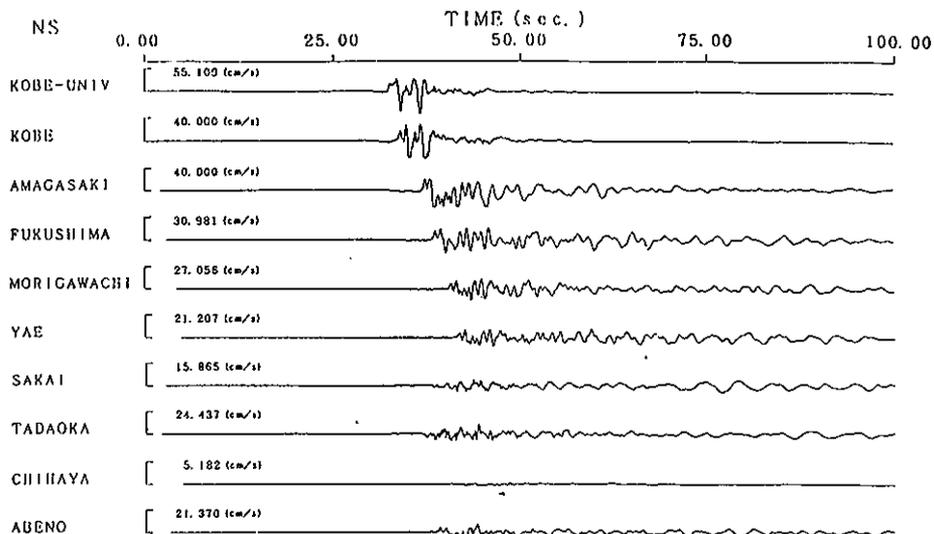
Dans la ville de Kobé, trois ou quatre enregistrements ont dépassé de 0,8 g et tous ces points d'enregistrement étaient situés dans la zone de dégâts majeurs.

Nous allons essayer d'expliquer ce qui a pu se passer dans cette zone.

Ce transparent (document 51) donne un zoom dans la ville de Kobé. En gros, la zone de dégâts majeurs est limitée par la voie de chemin de fer qui passe au nord et l'autoroute qui passe au sud.

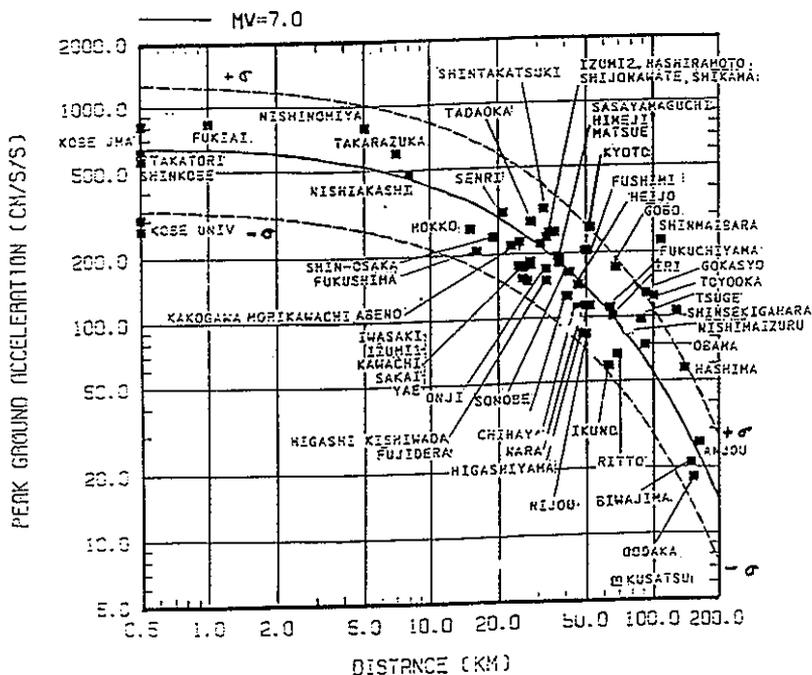
Peu après le séisme, les membres de l'université de Kyoto sont allés mettre des stations sismologiques et ils ont commencé à enregistrer les répliques (une centaine par jour dans la ville). Ils ont récupéré un certain nombre de données qu'ils ont analysées.

Nous voyons maintenant des enregistrements en travers de ce profil, pour une réplique localisée à une dizaine de kilomètres au nord de cette zone de Kobé. C'était une réplique de magnitude 4 à 4,5.



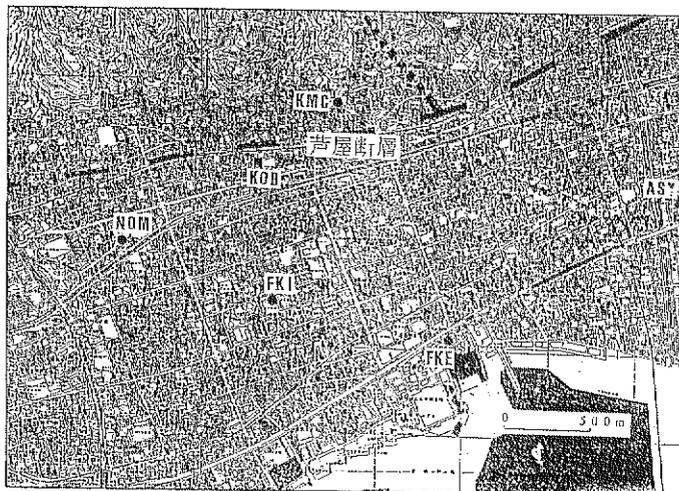
ORIGIN TIME 1995-01-17 05:46:27.78 DT=0.010 (s)

(doc. 49)

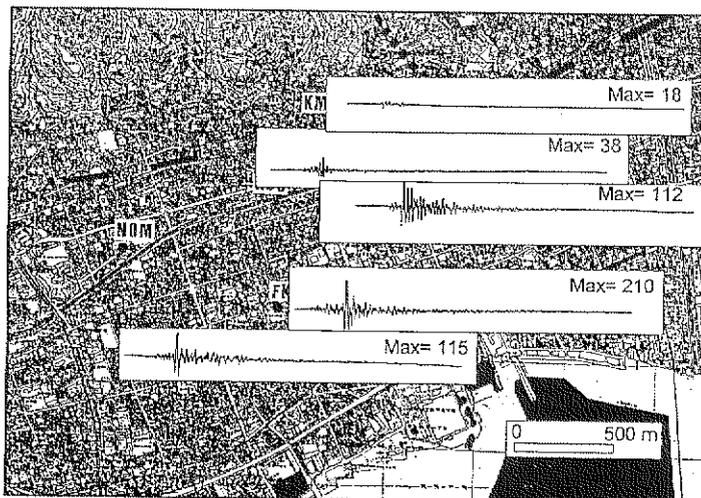


(doc. 50)

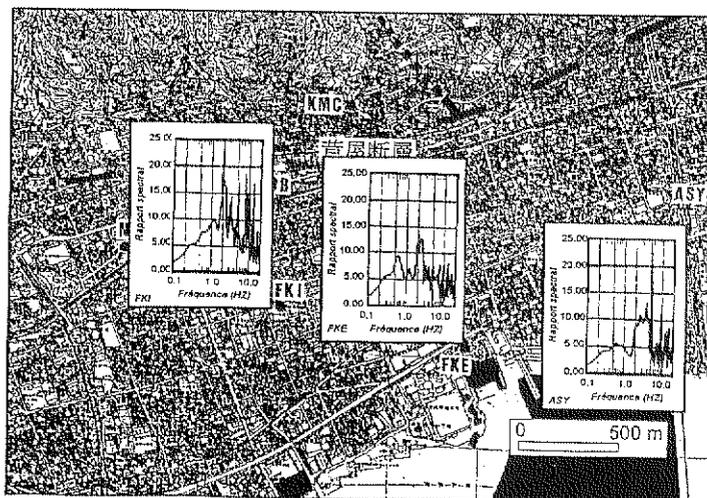
(doc. 51)



(doc. 52)



(doc. 53)



Sur les enregistrements, on peut noter une très forte amplification du signal dans la zone médiane, donc la zone de dégâts majeurs (document 52). Complètement au nord, la station avait une amplitude de 18 centimètres par seconde au carré, située directement sur du granit. Toutes les autres stations sont situées sur des sols.

En amplitude, on note donc un facteur 10 entre les mouvements enregistrés dans la zone de dégâts et ceux situés sur des rochers.

Il faut être relativement prudent parce que l'on est dans une situation différente de celle du séisme principal. Ces enregistrements correspondent à un petit séisme. La taille de la source est donc très faible alors que dans le cas du grand séisme, la rupture s'est très probablement propagée au nord de cette zone, où on a pu avoir un certain nombre d'effets complexes d'interaction entre le phénomène de rupture et les phénomènes d'amplification locale.

Ce transparent (document 53) présente les rapports spectraux. Cette opération a consisté à calculer les spectres d'enregistrement et à faire leur rapport. La station de référence étant la station au rocher, au nord, on voit de fortes amplifications (un facteur 10 à 20 pour cette réplique), à une fréquence d'environ 2 Hertz.

L'une des conclusions, c'est qu'il semblerait que le mouvement ait été amplifié dans la partie médiane de la ville, la zone de forts dégâts, dans une fréquence située entre 1,5 et 2,5 Hertz.

Ce sont des études très récentes et les résultats sont très préliminaires. C'est à prendre avec beaucoup de précautions, mais c'est peut-être une première explication.

Qui dit qu'il y a eu des amplifications dit qu'il faut trouver l'explication au niveau des conditions de sol sous la ville. De ce point de vue, on n'a pas obtenu de données très concluantes permettant d'affecter à la zone de dégâts intermédiaire des qualités de sol particulières par rapport à ce qui se trouve au sud et au nord de la zone.

Ce problème d'effet de site et d'amplification sera ouvert et je pense que nous devons faire confiance aux Japonais pour donner une réponse relativement rapide.

J'en ai terminé pour les aspects sismologiques de ce séisme et je laisse la parole à Monsieur Betbeder-Matibet.

M. Jacques BETBEDER-MATIBET (Conseiller scientifique EDF-SEPTEN) - J'ai fait ce transparent (document 54) à partir d'un extrait du journal japonais qui essaie de rassembler sur une même figure les principaux dégâts constatés.

On a une vue d'ensemble de la ville de Kobé et des villes voisines sur environ 30 kilomètres de long. La zone de dégâts correspond à peu près à ces 30 kilomètres de long sur 2 à 3 kilomètres de large.

Des nombres de morts par quartiers sont indiqués avec une répartition relativement uniforme de l'est à l'ouest. La plupart des décès proviennent de l'effondrement des petites maisons d'habitation.

Des dégâts sont notés en matière d'effondrement des ponts, soit ferroviaires, soit autoroutiers. Sont également indiquées des zones d'incendie puisque l'une des caractéristiques de ce séisme, c'est que des incendies assez catastrophiques se sont produits après le séisme et ont duré pendant plusieurs jours, les pompiers ayant eu beaucoup de difficultés à les éteindre du fait de la rupture de l'alimentation en eau.

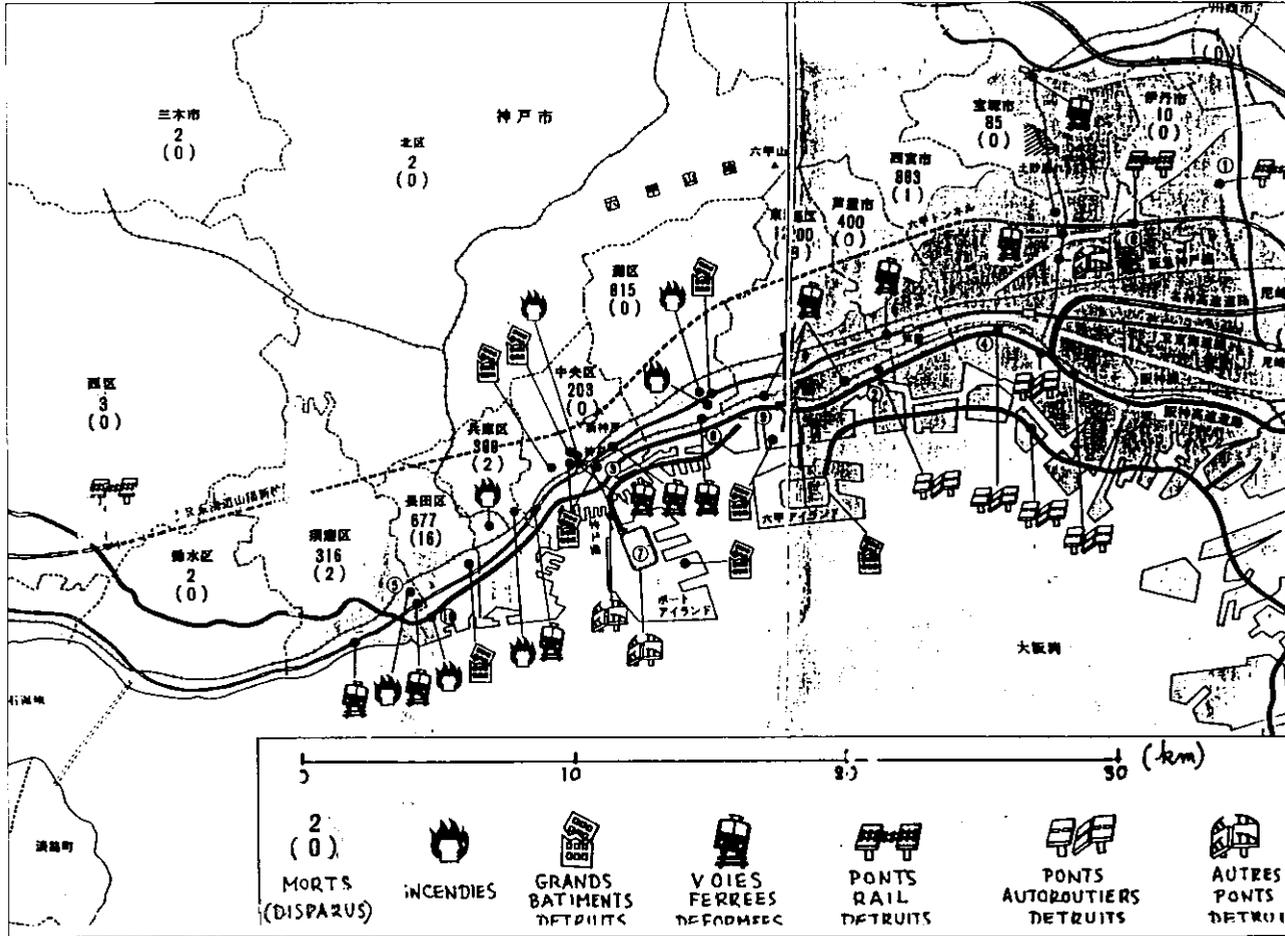
Quatre voies ferrées traversent Kobé. La plus au nord est celle du TGV japonais, qui passe en tunnel sur la plus grande partie de la traversée de la ville et qui est en aérien à l'ouest et à l'est.

Les autres voies ferrées sont de desserte locale puisque la base du transport au Japon est le train. Ces trois voies ferrées ont également été détruites, soit par rupture de ponts, soit par déformation de voies sur des longueurs considérables.

Je vais maintenant vous passer une série de diapositives illustrant les dégâts constatés sur les différents types de bâtiments et d'ouvrages.

La première (photographie 1) donne une vue d'ensemble de la ville de Kobé, coincée entre la mer et la montagne. Nous voyons la partie centrale, dans la zone de la mairie.

(doc. 54)



En haut à gauche, sur la montagne, on voit ce que l'on pense être la trace d'un glissement de terrain. Nous ne sommes pas allés le voir mais il semble assez frais.

La suivante (photographie 2) montre une rue de Kobé. On voit l'un des portiques que l'on trouve à l'entrée des temples shintô (torii).

Nous voyons ensuite ce qui reste d'un autre portique (photographie 3). Apparemment, le pilier de granit a été complètement cisailé par la violence des secousses.

Sur cette vue, on observe le renversement de quelques pierres tombales (photographie 4). A l'époque où on ne disposait pas d'enregistrement, on arrivait à évaluer l'intensité des mouvements du sol à partir de l'observation de ces pierres tombales ou de statues renversées.

Dans le cas présent, compte tenu de la dimension de ces pierres, cela correspond à une accélération de 0,3 à 0,4 g, qui paraît cohérente avec les enregistrements.

Ceci est pris dans la zone nord de la ville, lorsqu'on s'approche des collines.

Après un séisme, les Japonais comme les Américains classent les bâtiments en trois catégories, verte (bâtiment bon pouvant être réoccupé), rouge (bâtiment trop dangereux à l'intérieur duquel il est absolument interdit de se réinstaller) et jaune (situation intermédiaire : la réinstallation permanente n'est pas permise mais on peut y entrer pour récupérer des objets) (photographie 5).

En fait, nous avons eu assez peu de ces affiches, peut-être dix fois moins que lors de la mission de l'an dernier à Los Angeles. D'une manière générale, les conditions de sécurité étaient d'ailleurs très différentes à Northridge, où tout était grillagé et où il était impossible de s'approcher des bâtiments menaçant de s'écrouler et à Kobé, où on circulait comme on voulait et où on pouvait passer sous des constructions pouvant s'écrouler à la moindre réplique un peu forte.

Nous voyons maintenant les dégâts qui affectent les bâtiments (photographie 6). On voit ici le résultat de différences de mouvements entre deux bâtiments adjacents. Les caractéristiques de fréquence dans leurs réponses ne sont pas du tout les mêmes et cela s'est traduit par la destruction de cet ensemble de passerelles.

La photo suivante (photographie 7) montre l'une des rues animées de la vie nocturne de Kobé. Un bâtiment a complètement basculé en travers de la rue et n'a été arrêté que par le bâtiment qui lui faisait face.

On a constaté un assez grand nombre de ruines de ce type, c'est-à-dire des bâtiments d'assez petite taille, de quelques niveaux, ayant complètement basculé. En général, c'est dû à la rupture des poteaux d'appui. Il s'agit souvent de bâtiments posés sur des poteaux assez mal conçus et, quand les poteaux se cassent, le bâtiment "s'agenouille" et peut même basculer s'il descend d'assez haut.

Dans d'autres cas, cela correspond à un écrasement de la façade à l'avant du bâtiment. Il est possible que la composante verticale du séisme ait aussi joué pour ce phénomène, en fragilisant encore plus les éléments d'appui (poteaux ou façades).

Nous voyons maintenant un autre bâtiment du même type (photographie 8).

Ce détail du ferrailage du même bâtiment montre un véritable musée des horreurs (photographie 9). On y voit à peu près tout ce qu'il ne faut pas faire, en particulier l'absence d'armatures transversales.

Il s'agit vraisemblablement d'un bâtiment de construction assez ancienne, qui n'a pas bénéficié des progrès réalisés en matière de conception des ouvrages en béton en zones sismiques.

L'endommagement de cet autre bâtiment (photographie 10) a été assez uniforme sur toute sa hauteur, ce qui est loin d'être un cas général, comme vous allez le voir sur les autres diapositives.

L'une des caractéristiques de ce séisme, c'est le nombre important de bâtiments qui ont perdu un étage. Il s'agit en général de bâtiments de 6 à 12 niveaux et la rupture de l'étage se produit soit vers le bas, soit à mi-hauteur (photographies 11, 12 et 13).

Il semble que cela résulte de la présence de discontinuités de structure à l'intérieur du bâtiment. Nous en avons la certitude dans le cas d'un bâtiment puisque nous avons pu discuter avec l'Ingénieur qui l'avait conçu. Dans le cas général, c'est peut-être un peu moins clair mais cette explication semble tout de même plausible.

Cela peut également se produire pour des bâtiments nettement plus petits (photographie 14).

Tous ces bâtiments sont en structure portique, soit métallique, soit en béton armé. Celui-ci est typique (photographie 15). Il y a suppression complète d'un étage. Du fait qu'il s'agit essentiellement d'immeubles de bureaux, on peut penser que le bilan du séisme aurait été plus lourd dans la journée qu'à 6 heures moins le quart du matin, où ils étaient vides.

Nous ne les avons pas comptés, mais plusieurs dizaines de bâtiments ont dû subir ce genre de rupture sur un étage.

Cette photo (photographie 16) est assez curieuse. Les deux bâtiments étaient identiques. Celui de gauche a perdu un étage et paraît plus bas, et ce qui est remarquable, c'est que toutes ses vitres sont intactes alors que celles de l'autre sont cassées.

C'est un constat ; l'explication n'en est pas extrêmement claire. Vraisemblablement, la perte de l'étage a dû se passer relativement en douceur alors que l'autre bâtiment a dû vibrer à plus haute fréquence.

Cet autre bâtiment endommagé est l'ancienne mairie de Kobé (photographie 17). A l'arrière-plan, on voit la nouvelle mairie, immeuble-tour qui a très bien résisté. Le bâtiment plus ancien a complètement perdu un étage, peut-être par suite d'un choc par l'intermédiaire d'une passerelle qui le reliait à la tour. Mais, là aussi, le diagnostic n'est pas très facile à faire en l'absence d'une connaissance détaillée du bâtiment.

C'est pour ce bâtiment que l'Ingénieur nous a confirmé qu'il y avait bien une discontinuité de structure au niveau de l'étage détruit. Il y avait une structure métallique avec remplissage béton pour la partie inférieure et simplement du béton pour la partie supérieure (photographie 18).

La perte d'un étage s'accompagne d'un déplacement latéral d'environ 2 mètres de la partie supérieure.

Comme je l'ai dit tout à l'heure, de nombreux décès sont dus à l'effondrement de constructions traditionnelles en bois, qui ont dans l'ensemble très mal résisté et qui ont donné lieu aux zones incendiées que l'on voit sur ce transparent.

Sur l'image suivante (photographie 19), ces maisons en bois sont des structures qui tiennent sans doute assez bien jusqu'à des niveaux modérés de séismes, mais qui sont en fait assez fragiles puisqu'il n'y a pas vraiment un contreventement efficace, c'est-à-dire un système permettant de reprendre les efforts horizontaux. Lorsque le placage est parti, la structure paraît manifestement assez fragile.

De ce point de vue, nous avons eu une information intéressante par les spécialistes japonais : pendant les séismes très importants de l'an dernier ayant affecté le nord du Japon, ils avaient constaté que les habitations y résistaient assez bien et, à l'occasion du séisme de Kobé, ils ont pu constater qu'il y avait une différence entre les maisons du nord et celles du sud.

Celles du nord sont intrinsèquement beaucoup plus résistantes du fait qu'en raison du froid dans cette région, les murs sont beaucoup plus épais et les toitures mieux proportionnées.

Dans le sud, il y a un risque de cyclone et, de ce fait, on adopte des toitures relativement lourdes pour ce type de structure.

Cette photo (photographie 20) illustre l'incendie qui, en plusieurs endroits, a aggravé les dégâts de façon catastrophique. Certaines zones d'incendie représentaient plusieurs dizaines d'hectares.

Sur l'image suivante (photographie 21), on constate la dévastation totale de toutes les petites constructions qui se trouvaient à cet endroit.

Très souvent, les désordres et même les effondrements constatés dans les bâtiments proviennent de défauts manifestes de ferrailage, comme je l'ai dit tout à l'heure. Sur cette photo (photographie 22), on voit un poteau qui est passé tout près de la ruine complète. On s'aperçoit une fois de plus que le ferrailage transversal est insuffisant.

Des milliers de photos de ce type sont prises par les différentes missions de génie parasismique dans différentes parties du monde. C'est extrêmement répétitif mais c'est sans doute l'un des points les plus importants de la construction parasismique.

On voit sur cette photo (photographie 23) un voile en béton complètement cisailé, mais ayant tout de même eu le mérite de permettre au bâtiment qui se trouve au-dessus de ne pas s'effondrer.

D'une façon générale, les structures en voile paraissent présenter une sécurité supérieure aux autres structures. Même si les voiles sont très fortement cisailés, ils assurent encore leur capacité portante. Le bâtiment est bien sûr à démolir, mais il a assuré sa fonction du point de vue du génie parasismique pour les constructions courantes, c'est-à-dire qu'il ne s'est pas effondré et qu'il n'a pas tué ses occupants.

Voici le seul exemple de structure en charpente métallique (photographie 24). La photo est prise dans une centrale thermique classique de la société Kansai Electric. C'est une centrale assez ancienne, datant d'une trentaine d'années, avec une charpente métallique.

Vous voyez que l'un des éléments de contreventement (la barre diagonale en haut à droite) est légèrement plié. C'est un comportement normal pour une charpente métallique fortement sollicitée.

La centrale elle-même a connu quelques dégâts mineurs qui ont pu être réparés en deux ou trois jours. Quand nous l'avons visitée, elle était en état de marche.

Il faut de temps en temps montrer des structures qui ont parfaitement résisté, pour ne pas laisser une fausse impression (photographie 25). Cette photo a été prise dans le centre ville, c'est-à-dire dans l'une des zones où il y a eu le plus de destruction, et cet immeuble est apparemment tout à fait intact, y compris sa façade en verre.

Nous passons maintenant aux dégâts sur les ponts, qui ont présenté une pathologie riche et variée compte tenu du nombre d'ouvrages dans la ville de Kobé.

Ici, ce sont les ponts du TGV japonais (photographie 26), ouvrage qui date de 1971, soit il y a 25 ans, et on retrouve un effondrement par rupture fragile de piles tout à fait caractéristique.

Sur ce détail de la pile qui a cédé (photographie 27), on constate une fois de plus l'absence d'armatures transversales, qui laisse le béton fissuré libre de tomber. Lorsqu'il est tombé, l'armature longitudinale se trouve mise à nu et, l'effort vertical passant dedans, elle flambe et cela donne ces figures en forme de pétale.

En fait, tous les poteaux sont cisailés, même ceux qui ne sont pas complètement effondrés. La voie est certainement à reprendre sur une longueur importante.

Sur cette photo (photographie 28), on voit un point à tablier métallique qui a échappé à ses appuis. Il est passé tout près de la chute complète puisque l'appui est au bord de la pile qui est elle-même cassée.

On voit ici (photographie 29) ce qui est sans doute un renforcement par chemisage métallique d'un appui en béton. Il y a tout de même une amorce de flambement dans le bas du chemisage et une sorte d'ourlet s'est créé à la base.

Voici un pont très compliqué avec des accès par rampes hélicoïdales, et une chute complète de travée (photographie 30).

Cette photo (photographie 31) montre un ouvrage apparemment récent qui a également connu des échappements d'appuis, avec des déplacements de l'ordre du mètre, voire davantage.

Je passe cette autre photo par curiosité (photographie 32) : nous sommes en plein centre ville de Kobé et on voit deux sphères de gaz d'environ 20 mètres qui sont en pleine ville. On peut passer à pied à environ 20 mètres de distance de ces sphères qui, heureusement, semblent avoir été bien étudiées et n'ont pas connu de problèmes particuliers.

Je passe maintenant aux dégâts ayant affecté la partie basse de la ville et la zone portuaire, où les mouvements très importants du sol liés à la liquéfaction sont caractéristiques.

Vous allez voir un spectacle assez dantesque de quais complètement désorganisés par les déplacements résultant de la liquéfaction. Le quai dans la ville même est complètement couché (photographie 33).

Ne croyez pas qu'il s'agisse d'un point particulier que j'aurais mis en exergue ; pratiquement tous les quais de Kobé, selon ce que nous avons pu en voir, sont à peu près dans cet état (photographies 34 et 35).

Sur la photo suivante (photographie 36), vous voyez des déplacements très importants puisque l'eau a même envahi ce qui aurait normalement être dû être à sec, avec une voiture malchanceuse.

Sur celle-ci (photographie 37), on voit des containers ayant glissé jusqu'à l'eau par suite de la désorganisation complète du quai.

L'appui avant de cette petite passerelle permettant d'accéder à un bateau a connu un dénivelé de 1 mètre 50 à 2 mètres par rapport à l'appui arrière, ce qui a entraîné le basculement de l'engin (photographie 38).

Voici maintenant Jean-Pierre Meneroud contemplant avec perplexité une fissure gigantesque (photographie 39). En général, lorsqu'on photographie des fissures courantes pendant les séismes, qui sont assez petites, on utilise un carnet plutôt qu'une personne pour donner l'échelle.

Cette photo est prise sur l'île dite de Port Island. Tout ce qu'on a vu dans la zone portuaire est affecté par des déplacements d'un mètre, voire davantage (photographie 40).

On voit ici une zone (photographie 41) où les voies ferrées sont complètement déformées par suite des mouvements du sol. C'est dans la partie basse de la ville. Il y en a ainsi des kilomètres de long et le rétablissement des communications ferroviaires supposera non seulement la reconstruction d'un certain nombre de ponts mais également la reprise complète de la voie sur des longueurs importantes.

Toujours dans la centrale de la Kansai Electric, on voit l'accès au bâtiment administratif, où le sol s'est tassé de plus d'un mètre (photographie 42). Il a fallu ménager un accès temporaire au moyen d'une planche.

La photo suivante montre les piles d'un pont, le sol s'étant tassé d'une hauteur considérable (photographie 43).

Tous ces ouvrages, qu'il s'agisse de ce pont ou de la centrale électrique, sont fondés sur pieux et tout ce qui a été fondé ainsi paraît avoir bien résisté.

Je pense que l'un des enseignements du séisme est que les Japonais savent bien calculer et bien construire leurs pieux. Dans l'ensemble, je pense que le bilan est extrêmement positif.

Voici un détail de caillebotis (photographie 44). Il ne s'agit plus de déplacement métrique mais plutôt de déplacement centimétrique.

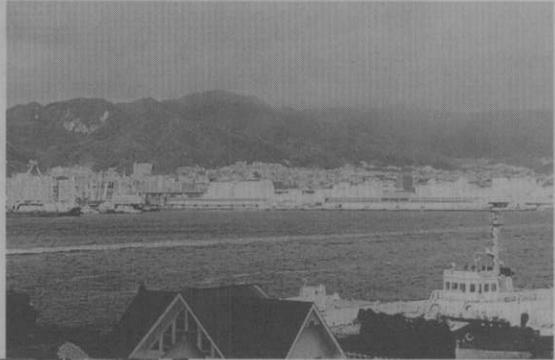
Sur cette photo (photographie 45), on observe une série de montagnes russes périodiques que l'on pense être due à une série de têtes de pieux. Le sol s'étant tassé, les pieux sont restés en place et les têtes de pieux ont poinçonné ce parking de voitures.

Je termine très rapidement par un commentaire sur les règlements parasismique japonais. Il en existe un certain nombre pour les bâtiments, les barrages, les ouvrages portuaires, etc.

Je ne pense pas que le séisme de Kobé remette en cause la validité de ces règlements. Le problème qui s'est posé était essentiellement un problème de vulnérabilité des constructions existantes, soit qui n'avaient pas été calculées au séisme, soit qui avaient été calculées par des dispositions reconnues maintenant comme mauvaises, en particulier, ces ferraillasses avec une insuffisance notoire d'armatures transversales.

Le règlement japonais applicable aux bâtiments date de 1981 et, apparemment, là où il a été correctement appliqué, il semble que les bâtiments aient effectivement bien résisté.

(photo 1)



(photo 2)



(photo 3)



(photo 4)

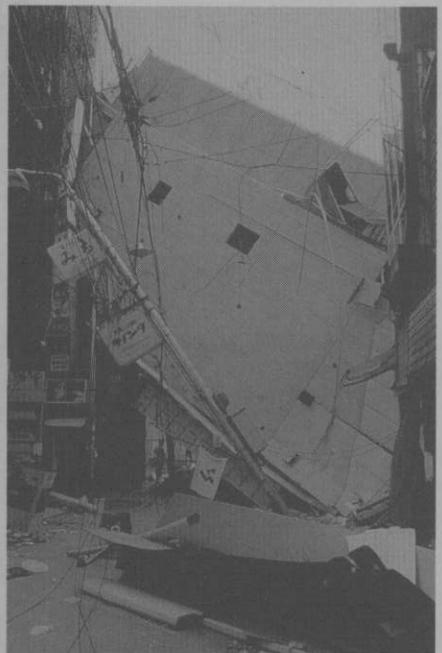




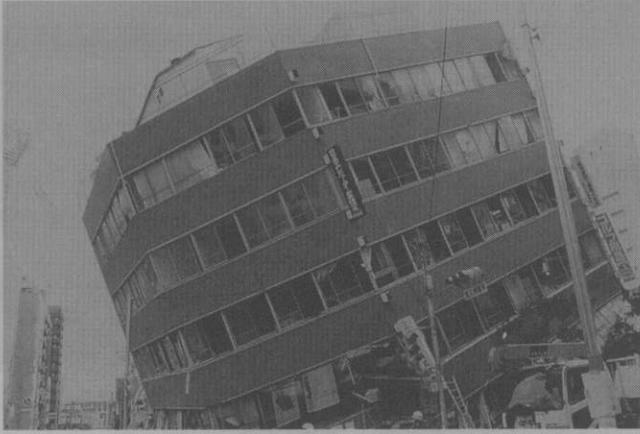
(photo 5)



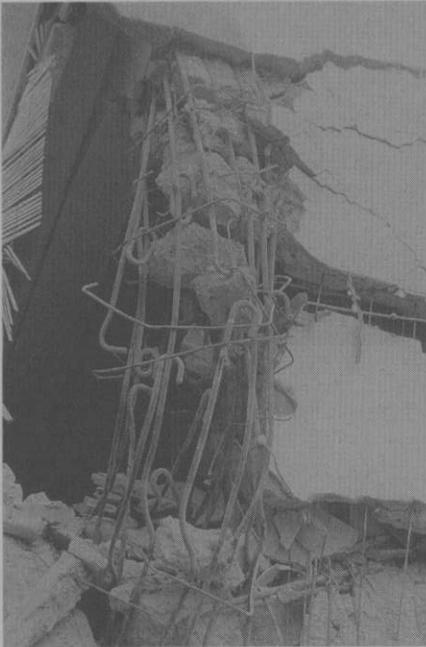
(photo 6)



(photo 7)



(photo 8)



(photo 9)



(photo 10)

(photo 11)



(photo 12)

(photo 13)



(photo 14)



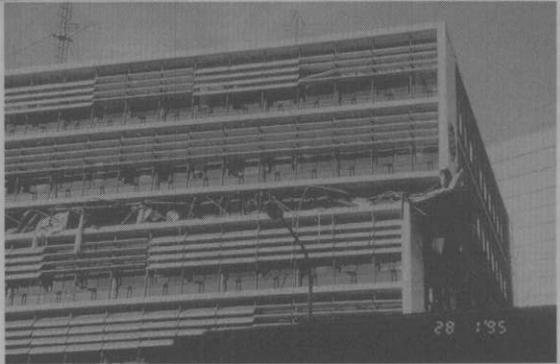
(photo 15)



(photo 16)



(photo 17)



(photo 18)



(photo 19)



(photo 20)



(photo 21)



(photo 22)



(photo 24)

(photo 23)

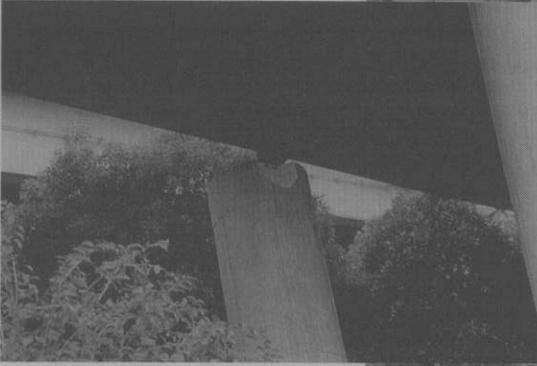
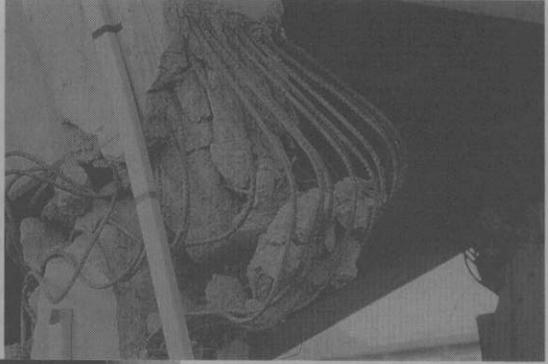


(photo 25)



(photo 26)

(photo 27)



(photo 28)

(photo 29)



(photo 30)

(photo 31)



(photo 32)

(photo 33)



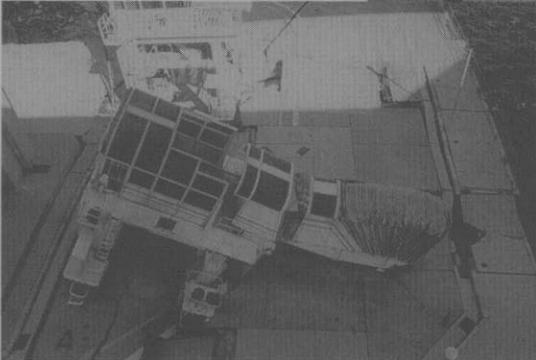
(photo 34)

(photo 35)



(photo 36)

(photo 37)



(photo 38)



(photo 39)



(photo 40)

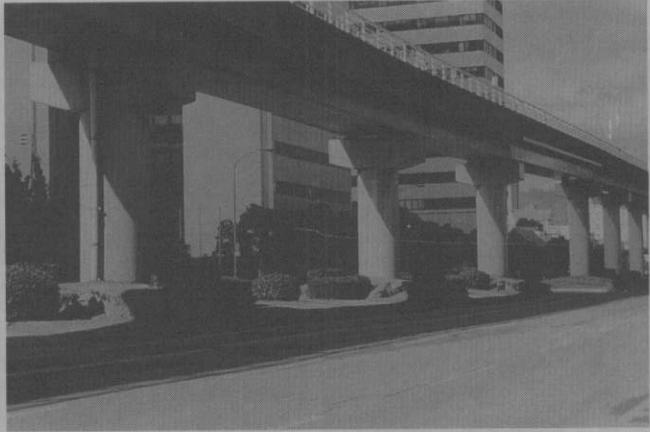


(photo 41)

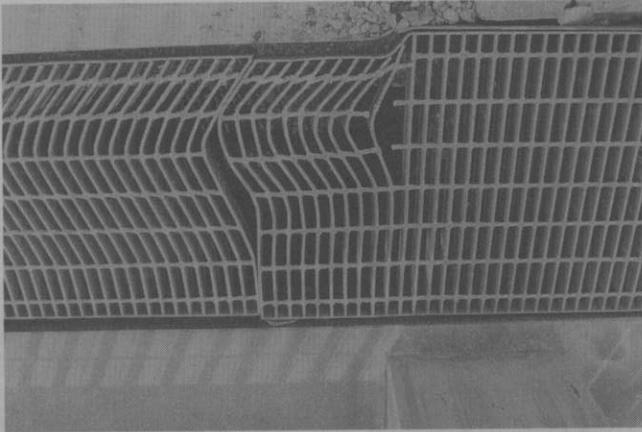


(photo 42)

(photo 43)



(04-010-10)



(photo 44)

(photo 45)



M. Murès ZAREA (Gaz de France) - Je vais vous parler des réseaux en général, que l'on appelle en anglais les life lines ("lignes de vie"), et qui sont assez nombreuses.

Nous allons commencer par une vue d'ensemble de ces lignes de vie, puis nous analyserons plus particulièrement et successivement les réseaux d'eau, les réseaux électriques, les réseaux de gaz, les réseaux téléphoniques, les réseaux ferroviaires et les réseaux d'assainissement.

Ce graphique (document 55) représente la progression des remises en état des différents réseaux. Il faut tout d'abord constater que, sur une population de la zone déclarée sinistrée par les autorités, d'environ 3,3 millions d'habitants, environ 900.000 clients ont perdu l'usage de différents réseaux (près du million pour l'eau, environ 950.000 pour l'électricité, 850.000 pour le gaz).

Les chiffres sont à peu près cohérents dans la mesure où un client représente 2,5 à 3 personnes. On retrouve bien un chiffre voisin de 3,3 millions de personnes dans la zone affectée, ce qui signifie que la perte de service dans cette zone recouvrait un pourcentage assez important.

Je tiens à préciser ce que j'entends par "zone affectée" : c'est la bande de dégâts importants montrée à plusieurs reprises. Ce n'est pas du tout l'ensemble de la baie de Kobé Osaka, dans laquelle on a pu constater des accélérations non négligeables, sachant que la population de l'ensemble de la baie recouvre entre 13 et 15 millions de personnes.

D'autre part, les réseaux de distribution aérienne comme l'électricité et le téléphone, ont vu le rétablissement du service se réaliser en une à deux semaines après le séisme.

En revanche, la remise en route des réseaux enterrés comme la distribution d'eau ou de gaz est beaucoup plus lente.

Vous voyez ici, sur le même graphique, les projections pour les dates d'achèvement des travaux.

Un graphique similaire (document 56) est présenté là concernant le réseau ferroviaire, qui sous l'aspect liaison relève des réseaux alors que sous l'aspect infrastructure, il relève plutôt des ouvrages d'art. Est représenté ici le nombre de liaisons intergares qui ont été coupées. On constate que le tiers de ces liaisons a été assez rapidement réparé.

Sur le transparent suivant (document 57), on peut constater, comme le disait Monsieur Betbeder, que la remise en état de l'ensemble du réseau va durer au moins un an, si ce n'est davantage.

Passons à l'analyse de chacun de ces réseaux.

La responsabilité du réseau d'adduction d'eau relève de la préfecture de Hyogo ainsi qu'aux différentes mairies. Ce sont les autorités locales qui en ont la charge.

Pour tout ce qui concerne les grosses infrastructures comme les stations de pompage et les réseaux d'adduction, les dégâts sont légers. Par contre, les réseaux de distribution sont nettement plus endommagés.

L'eau étant un élément de nécessité vitale, des dispositions transitoires ont été prises, notamment par la mise en place de quasiment un millier de camions-citernes, dont la moitié était fournie par l'armée, pour approvisionner les personnes, et de 412 points d'eau.

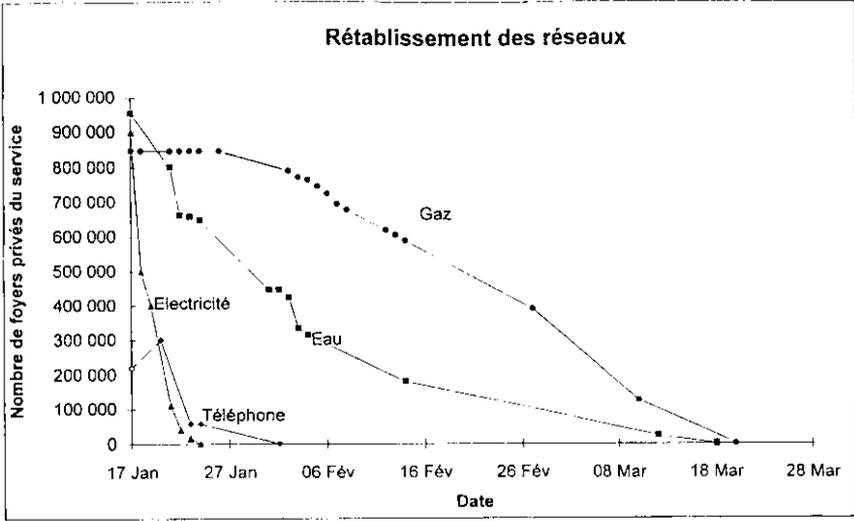
Les points d'eau ont été installés dans la rue et environ 300.000 bidons de 20 litres et 500.000 bouteilles de 1 à 2 litres ont été distribués par les autorités à la population.

Des moyens de remise en état ont été mobilisés, notamment 1.300 agents des compagnies des eaux et 3.800 agents des services municipaux.

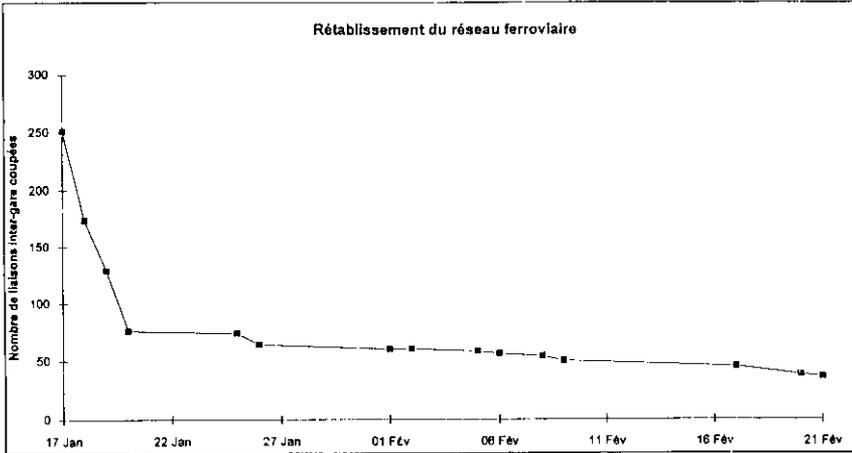
Les prévisions de remise en service sont d'un mois et demi à un an. Nous verrons tout à l'heure la raison de cette fourchette d'appréciation si large.

En ce qui concerne le long terme, on retrouve une image que l'on a vue tout à l'heure (cf. photographies précédentes). En fait, cette diapositive raconte aussi une autre histoire : l'étage qui a disparu se trouve être celui du service de l'eau.

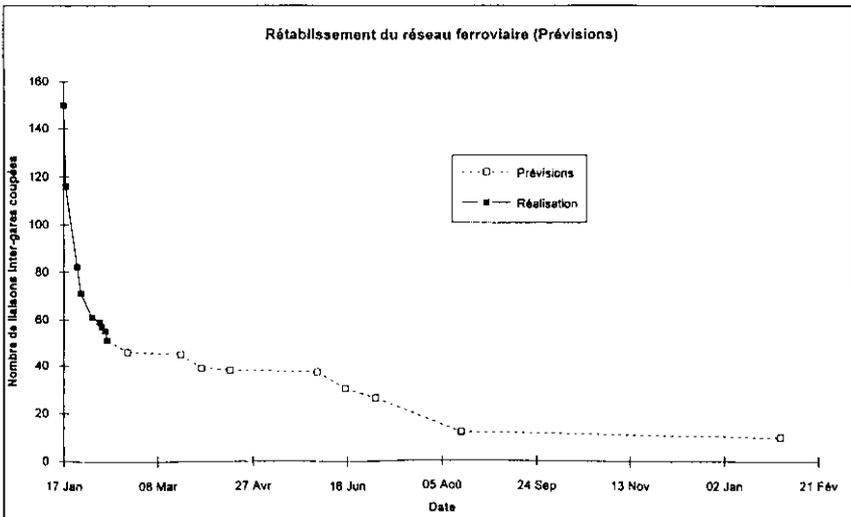
(doc. 55)



(doc. 56)



(doc. 57)



Cela signifie qu'à la fois pour l'organisation immédiate des secours et surtout pour la remise en état durable du réseau, le problème de la destruction des archives est réel et difficile à résoudre.

Un autre point pour les difficultés à long terme concerne la réparation des réseaux de distribution. Cette réparation a été réalisée avec des tuyaux rigides parce qu'il fallait réagir très vite, alors que, pour avoir un réseau plus parasismique, il aurait été préférable d'employer des tuyaux souples. Un débat a été lancé à ce sujet dans la presse japonaise.

En revanche, dans le cas des réseaux d'eau, même s'ils sont enterrés, il y a une facilité : l'étanchéité n'est pas indispensable. On peut donc augmenter la pression d'eau. On peut tolérer des fuites pour assurer l'approvisionnement de la population.

Nous passons maintenant aux réseaux dits "d'énergie".

La responsabilité du réseau électrique incombe à la Kansai Electric Power Corporation.

Au niveau des unités de production nucléaires et hydroélectriques, il n'y a pas eu de dégâts. Notamment, les centrales nucléaires se trouvaient au nord de cette zone, donc pas du tout dans la zone affectée.

Les centrales thermiques classiques, qui étaient pour partie plus proches de cette zone, ont subi quelques dégâts, ainsi que quelques sous-stations.

En ce qui concerne les réseaux, il y a eu quelques dégâts en haute tension. Par contre, en basse tension, 950.000 clients ont été coupés.

En revanche, la remise en état a été très rapide car la distribution aérienne fournit un accès facile.

Sur cette diapositive, on voit un exemple de distribution aérienne, image pas très courante en Europe. Les dégâts peuvent être considérables.

En revanche, les réparations peuvent être assez simples, même si elles sont très précieuses et devront être remplacées par la suite par des réparations plus définitives.

Quant aux réseaux de gaz, la responsabilité en incombe à la compagnie Osaka Gaz.

Sur les terminaux méthaniens et les réseaux de transport, aucun dégât n'a été observé. En revanche, sur les réseaux de distribution, en basse pression, des dégâts ont été observés sur les réseaux en acier à assemblages vissés, qui sont les plus anciens, cette zone ayant été équipée de longue date.

Pour la remise en état, 6.000 agents d'Osaka Gaz ainsi que de 1.800 à 2.300 agents d'autres compagnies gazières sont à l'oeuvre et -fait notable-, ils remplacent les assemblages qui ont cédé par des assemblages résistants aux séismes.

Les prévisions de remise en service ont commencé par un mois et demi, puis on a prévu un certain retard, dû notamment à des difficultés non prévues comme l'entrée d'eau et de terre dans les tubes, les difficultés pour localiser les fuites et le fait que, dans le cas du gaz, on ne peut pas agir de la même façon que dans le cas de l'eau. Il est impératif d'assurer l'étanchéité du réseau.

A titre de dispositions temporaires, on distribue du GPL dans cette région.

Le transparent suivant concerne le réseau téléphonique, qui relève de NTT. Pour les centraux, les dégâts sont inconnus. On sait que c'est après deux à trois jours qu'ils sont arrêtés parce que leur alimentation d'appoint en énergie a manqué de carburant. Les lignes ont été largement atteintes. En tout, cela a représenté environ 300.000 lignes coupées.

La remise en état a été rapide car le réseau aérien était d'accès facile. Des dispositions transitoires ont été prises, dont l'une peut prêter à débat, à savoir que le réseau a été ouvert au grand public, qu'il n'y a pas eu de réseau réservé aux seuls secours, ce qui a provoqué la saturation.

Des téléphones ont également été mis à disposition dans la rue pour des communications gratuites.

Pour les réseaux ferroviaires, on note plusieurs exploitants (Japan Railways et des compagnies locales).

Vous avez vu les gares endommagées, les voies aériennes, les rails tordus. Je signale également les voitures et les rames déraillées qui sont éventuellement un indice de composante verticale de l'accélération.

Est également à noter l'effet domino, à savoir que les ponts effondrés immobilisent à la fois la voie qui passe sur le pont et celle d'en-dessous.

Des mesures transitoires ont été prises, comme des services de bus qui se sont révélés inefficaces à cause des embouteillages. On a là un exemple de voie ferrée au-dessus de laquelle un pont a été abîmé, qui est en pleine reconstruction.

Nous nous sommes également intéressés aux réseaux d'assainissement, qui relèvent de la préfecture de Hyogo, mais il a été difficile d'avoir des informations dans la mesure où cet aspect était considéré comme secondaire au départ.

Néanmoins, par crainte de problèmes sanitaires, après une quinzaine de jours, le diagnostic de l'état du réseau d'assainissement a commencé.

Je finirai sur deux diapositives qui illustrent le fait que les réseaux enterrés peuvent être plus sensibles aux déformations permanentes du sol mais que, dans les cas où seuls les effets vibratoires sont en jeu, ils ne subissent pas de dégâts particuliers.

M. Jean-Pierre MENEROUD - Pour conclure, je ferais tout d'abord une remarque: il s'agit là d'enseignements à chaud et nous ne disposons pas du recul nécessaire pour pouvoir conclure avec certitude sur un certain nombre de points. Il faudra probablement plusieurs mois, voire plusieurs années, pour exploiter tous les enseignements et tous les renseignements de ce séisme.

Néanmoins, on peut dire aujourd'hui que les caractéristiques principales de ce séisme en font un événement exemplaire, d'abord parce qu'il est situé sous la ville -cela s'est déjà produit auparavant, que ce soit à Agadir ou à El Asnam, par exemple- et aussi parce que cet événement est conjugué avec des phénomènes d'amplification non négligeables, qui ont probablement amplifié le mouvement dans la partie centrale.

Cette conjonction de faits fait finalement penser que ce séisme est tout à fait local. C'est un risque à considérer d'une façon vraiment locale.

Cela milite bien sûr en faveur de la définition de l'aléa local. En effet, en ce qui concerne ce séisme, on voit bien les limites de la définition de l'aléa régional. Il faut donc s'occuper précisément des effets du séisme au niveau local et, pour cela, la méthode est évidemment le microzonage sismique.

Ce séisme a également provoqué un certain nombre de phénomènes induits, probablement très peu de glissements et d'éboulements (nous en avons vu sur une des illustrations de Jacques Betbeder, mais il s'agit simplement d'un phénomène de décapage de versant plus que d'un glissement).

En revanche, vous avez vu les illustrations des ports et des files artificielles qui ont été complètement liquéfiés et complètement désorganisés par ce phénomène de liquéfaction. Là encore, ce phénomène de liquéfaction est à prendre au niveau local. En aucun cas l'aléa régional ne peut rendre compte de l'agressivité sismique sur un site tel qu'on a pu le voir dans le cas de Kobé.

Enfin, il faut insister sur le fait que la région de Kobé n'était pas considérée comme une région asismique par les Japonais, comme on a parfois pu le lire dans la presse.

Cette région était parfaitement connue. Jean-Christophe Gariel nous a montré un certain nombre d'études antérieures au séisme, qui montraient le contexte néo-tectonique. On savait qu'il y avait des failles actives. Cette région était donc tout à fait considérée comme sismique. La protection qui était envisagée sur la région n'est pas très différente, de certains points de vue, de celle envisagée sur Tokyo.

Dernière remarque: la ville d'Osaka, située à 20 ou 30 kilomètres du point central de Kobé, n'a subi que très peu de désordre, et très peu de bâtiments y ont été affectés par le séisme.

Or, à Osaka, on se situe dans un contexte qui rappelle très sensiblement le contexte français. On est à une trentaine de kilomètres d'un séisme, ici de forte magnitude (en

France, cette magnitude serait plus faible) et, avec les règlements parasismiques conçus au Japon et appliqués à Osaka, on a finalement très peu de destructions.

Tels sont les premiers enseignements que l'on peut tirer de ce séisme. Encore une fois, ce sont des impressions à chaud qui demandent à être confortées et validées par un certain nombre d'études, que ne manqueront pas de faire nos collègues japonais.

M. le Président - Merci, Monsieur Meneroud, de nous avoir réservé la primeur de cet exposé. Je propose maintenant un débat sur le module "mission à Kobé".

Débat

M. Claude COLLIN (Directeur de l'IPGR, Institut de Prévention et de gestion des risques urbains) - Monsieur Meneroud, avez-vous eu des informations relatives à la réaction de la population ? Toute l'information préventive qui avait été faite a-t-elle été utile ?

M. Jean-Pierre MENEROUD - Il est assez difficile de répondre à votre question parce que ce n'était pas l'objectif central de notre mission.

Certains membres de la mission ont peut-être des éléments d'information sur ce sujet mais, en ce qui concerne les réactions de la population, je pense que Monsieur Koller, qui a vécu en direct les premiers instants du séisme et les premiers secours, pourrait peut-être apporter un éclaircissement, à moins que quelqu'un de la mission veuille intervenir. Mais cela fait plutôt partie de la table ronde suivante.

M. le Président - Un entretien direct pourra avoir lieu entre Monsieur Koller et Monsieur Collin.

M. Jacques TANZI - Je voudrais poser une question sur les relations que l'on peut établir entre les incendies et la rupture des canalisations de gaz.

M. Murès ZAREA - Nous avons posé cette question à plusieurs interlocuteurs. Il a été constaté environ 500 incendies, ayant détruit environ 100 hectares.

Il y a plusieurs causes aux incendies, et plusieurs facteurs aggravants.

Tout de suite après le séisme, plusieurs causes ont pu contribuer au déclenchement des incendies : la rupture de canalisations de gaz, les courts-circuits lors de la destruction de la distribution aérienne d'électricité. S'y ajoute le cas très particulier de la multitude de petites maisons en bois détruites, qui forment un combustible particulièrement efficace.

D'autres incendies se sont déclarés nettement par la suite (jusqu'à dix ou quinze jours après) et il est beaucoup moins évident d'en déterminer la cause exacte.

On nous a signalé plusieurs causes possibles :

- le fait que dans la plupart des maisons il y avait des jerricans remplis de pétrole ou d'essence,

- le fait que les populations créaient des feux de fortune pour se chauffer. Il faut se souvenir qu'à l'époque, il faisait assez froid. Nous avons notamment vu de la neige au-dessus de Kobé pendant plusieurs jours.

- un grand quartier a brûlé où se trouvaient de petites maisons avec, au rez-de-chaussée, des colles et des solvants très inflammables utilisés par des artisans.

- de nombreuses personnes ont brûlé par elles-mêmes leurs ordures.

Cela signifie qu' hormis les premiers instants après le séisme, il semble, selon les différentes informations que nous avons recueillies, que les causes d'incendie soient assez diversifiées.

La façon dont ils se sont étendus est également un peu particulière dans la mesure où pas grand chose n'était prévu dans le domaine de l'adduction d'eau ou plutôt des réserves d'eau locales.

Tout à l'heure, on parlait des parallèles entre Tokyo et Kobé. En fait, à Tokyo la densité de réservoirs dans les différentes zones de la ville est à peu près dix fois supérieure à celle de Kobé.

M. Jean-Pierre BIGER (Bureau Veritas) - Dans le quartier de Nagata-Ku, où une cinquantaine d'hectares ont été détruits par l'incendie, on observe que la plupart des

bâtiments détruits sont à ossature métallique à deux ou trois étages, et comportent au rez-de-chaussée soit des galeries marchandes, soit des ateliers. Ce quartier est connu pour la fabrication de chaussures de gymnastique et il y avait donc des solvants, du plastique, toutes sortes de produits qui pouvaient brûler.

Ces structures n'ont pas particulièrement été détruites par le séisme. Ce sont les secousses qui ont pu provoquer des courts-circuits, qui ont pu renverser des appareils de chauffage à pétrole, des bidons de solvants, etc.

On voit donc très bien que des structures complètement aplaties au sol ont péri du fait de l'incendie et non pas du séisme.

M. Paul TAPPONNIER - Je voudrais poser une question sur les sources du séisme, pour ceux qui ont eu le bénéfice d'aller sur le terrain.

Tous les mécanismes au foyer que j'ai vus indiquent une faille de direction nord-est, principalement à mouvement horizontal dextre, avec une composante inverse et un pendage d'ouest.

Or, la dislocation de surface trouvée par nos collègues japonais semblait être compatible avec un mouvement inverse, par exemple sur une faille à pendage est.

Donc, soit la dislocation de surface trouvée n'est pas celle de la faille principale, soit les mécanismes au foyer que nous avons sont dans l'erreur.

M. Jean-Christophe GARIEL - J'ai vu un certain nombre de mécanismes au foyer, faits par différentes universités au Japon, et il n'y en a pas beaucoup qui étaient compatibles entre eux.

Lors de ce tremblement de terre, plusieurs segments de faille ont été activés mais il semble qu'il y ait eu plusieurs mécanismes différents. Selon une étude, trois segments ont été trouvés, dont deux en coulissage et un en inverse.

M. Victor DAVIDOVICI - Avez-vous pu examiner sur place la fiabilité de la réglementation parasismique japonaise? Les bâtiments qui ont tenu sont-ils ceux construits à partir d'environ 1980 et ceux qui n'ont pas tenu sont-ils ceux construits antérieurement? Peut-on faire cette séparation? La réglementation dans ce domaine est-elle efficace?

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Je ne pense pas que nous ayons des éléments complets et irréfutables pour répondre à cette question.

Des bâtiments récents ont peut-être subi des dommages... Statistiquement - c'était tout au moins l'opinion des Japonais que nous avons rencontrés -, les constructions les plus récentes ont bien résisté dans l'ensemble.

Mais, compte tenu du nombre de bâtiments concernés, il y a peut-être eu quelques loupés tout de même.

Quant au code japonais pour les bâtiments, qui semble-t-il est toujours appliquée, la version que j'en ai date de 1981. Connaissant leur mentalité, les japonais ne changent pas très facilement. Ils ont certainement mis longtemps à sortir ce règlement, suivant leur méthode bien connue de recherche du consensus.

Il est possible que ce séisme les amène à réviser leur code. Est-ce que ce sera une révision au niveau du calcul lui-même de l'intensité de l'action sismique ou est-ce que ce sera une révision au niveau des dispositions constructives? Personnellement, je n'en préjuge pas.

Il semblait y avoir un sentiment assez général dans la profession que, d'une manière générale, les constructions récentes s'étaient bien comportées et que, pour l'essentiel, ce qui avait subi des dommages à des degrés divers correspondait à des structures très anciennes qui n'avaient pas été calculées.

Nous n'avons pas vu le pont autoroutier parce qu'il était déjà démolé lorsque nous sommes allés sur place. Vous avez tous vu à la télévision cette photo très impressionnante du pont complètement basculé sur le côté sur plusieurs centaines de mètres. Il paraît que ce pont, qui était un ouvrage ancien, n'était pratiquement pas calculé.

Il y a des constructions anciennes qui n'étaient manifestement pas calculées et d'autres qui étaient sans doute calculées mais qui avaient des dispositions constructives tout à fait

inadéquates. Nous en avons vu quelques exemples sur les diapositives, notamment l'absence d'armatures transversales. C'est typique de ce que l'on faisait il y a 25 ans.

Nous ne pouvons pas en dire davantage. Nous n'avons pas une statistique très précise, bâtiment par bâtiment, des dates de construction, des cotes appliquées et de la performance pendant le séisme.

M. Pierre MOUROUX - Nous n'avons pas tellement vu d'installations industrielles, à part les deux que Jacques Betbeder a montrées. Y a-t-il eu des problèmes et des facteurs aggravants concernant les installations industrielles sur un port ? Il devrait y en avoir...

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Oui. Il faut reconnaître que notre information sur les installations industrielles est très loin d'être complète.

Nous avons des introductions, notamment auprès d'Osaka Gaz ou de Kansai Electric. Pour les industriels qui opéraient sur la zone du port, Kobé étant une zone d'industries lourdes, nous n'y avons pas d'introduction particulière. J'ai fait une tentative sur Mitsubishi puisque j'ai un collègue EDF qui y travaille en ce moment; on lui a opposé un refus à peine poli.

Manifestement, ceux qui avaient sans doute des problèmes assez difficiles à résoudre parce qu'ils avaient eu des dégâts dans leurs installations ne tenaient pas à recevoir une mission de l'étranger qu'ils ne connaissaient pas.

De ce point de vue, notre information a donc été très incomplète.

M. Pierre BOURRIER (Directeur du développement bâtiments et travaux publics du groupe Usinor-Sacilor, membre de l'Earthquake Engineering Research Institute) - Nous avons eu des contacts avec Kobé Steel et Kawasaki Steel, qui sont sur place. Les usines ont été arrêtées pendant environ 24 heures pour des raisons de déplacement de cylindres de laminage, par exemple, mais ce qui a le plus perturbé leur production, c'est le fait que le quai d'approvisionnement du minerai s'était effondré. Plus de minerai, plus d'usine.

Mais les installations elles-mêmes, qui sont des halls industriels en acier, n'ont pas tellement subi de dégâts.

M. Martin KOLLER (Conseiller technique de la mission suisse de sauvetage à Kobé, membre de la société suisse de génie parasismique et de la dynamique des structures (SGEB)) - Nous avons essayé de trouver des stockages de produits pétroliers, des stockages cylindriques s'étant effondrés ou montrant un "pied d'éléphant", et j'ai presque été déçu de ne pas en trouver un seul.

A Kobé, il y a 400 à 500 stockages de produits pétroliers et, selon le Japan Times, 40 % d'entre eux ont subi des dégâts, mais des dégâts mineurs. Aucun n'a eu de fuite, sauf cette compagnie mentionnée, où s'est produite une petite fuite de soupape qui a occasionné l'évacuation de la population alentour.

Mais, en général, les installations se sont très bien comportées du point de vue inertie. Il faut aussi dire que c'était une orgie de décompensateurs. On a pu visiter le site de Nippon Oil et nous avons constaté que c'était vraiment bien fait.

Les tuyauteries ont supporté des déplacements différentiels d'environ 1 mètre sans aucune fuite. Sur ce site, toutes les tuyauteries de produits pétroliers étaient dans l'air et aucune fuite importante ne s'est produite.

En revanche, pour l'électricité et l'eau, qui étaient enterrés, on n'a pas été capable de combattre le feu sur le site.

Mais, à ma connaissance, il n'y a pas eu un seul incendie dans les installations pétrolières.

M. Murès ZAREA - J'apporte une petite précision à la question de Monsieur Mouroux.

En visitant le terminal méthanier d'Osaka Gas, nous avons pu vérifier que, dès sa conception, qui remonte aux années 70, cette installation avait été conçue avec des normes parasismiques. L'installation a été mise sur pieux d'environ 30 mètres parce que toute cette zone portuaire est construite sur des terrains gagnés sur la mer. Il fallait donc assurer à tout prix une stabilité suffisante aux installations.

Mme Sabine GIGNOUX (Journal La Croix) - Y a-t-il un rapport entre le type de destruction des bâtiments et la nature du séisme constaté ?

D'autre part, vous avez dit que la protection parasismique dans la région était assez comparable à celle de Tokyo. Cela signifie-t-il qu'un séisme de magnitude comparable ferait des dégâts aussi importants, voire davantage ?

M. Jean-Pierre MENEROUD - Concernant la liaison entre la nature du séisme et les destructions, il y a évidemment une relation puisque l'on a un séisme en champ proche avec un séisme qui a engendré des effets de sites.

Il y a donc fatalement une relation de cause à effet entre la nature du séisme, mais considérée d'un point de vue local, et les destructions. Mais encore faudrait-il analyser de façon plus détaillée et plus statistique les destructions liées ou non aux effets de site.

Quant à la deuxième question, j'ai effectivement dit que c'était la protection parasismique au Japon. En fait, il n'y a pas d'énormes différences entre les différentes zones du Japon, et les coefficients sismiques maximaux pris en compte pour les différentes régions ne sont finalement pas éloignés les uns des autres.

Je voulais simplement souligner par là le fait que la région d'Osaka et de Kobé n'était pas du tout asismique et que le coefficient sismique retenu était le même que celui de Tokyo. Il est donc faux de dire que, pour les Japonais, cette région était asismique.

En revanche, la nature des séismes attendus au sud et à l'est du Japon, des séismes de subduction, sont effectivement de magnitude probablement plus élevée et de nature différente, mais aussi plus lointains, et engendrent des effets relativement différents.

Quant à savoir quelles seront les destructions du futur séisme du Tokai, qui va affecter la ville de Tokyo, nous attendrons les résultats.

M. Philippe MASURE - Je voudrais compléter la question précédente. Vous avez évoqué une bande relativement étroite de dégâts majeurs. N'avez-vous pas d'indications sur l'évolution des dommages lorsqu'on s'éloigne de la source, en particulier des indications d'iso-séismes qui auraient pu être identifiés par les Japonais ?

M. Jean-Pierre MENEROUD - Comme vous l'a montré Jean-Christophe Gariel, ces iso-séismes sont très centrés sur cet alignement que l'on suppose être celui de la faille ou de l'une des failles, où l'on a une concentration, qui est liée à la faille et au seuil mais qui est assez allongée.

M. Philippe MASURE - Oui, mais sur les 74.000 bâtiments détruits, quelle est la part de ceux qui se trouvent au-delà et avec quelle rapidité ? Avez-vous eu l'occasion de faire des observations en la matière ?

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Nous n'avons pas de statistiques très précises sur les destructions. On peut dire, au plan qualitatif, qu'il y a un effet assez manifeste de directivité. Les destructions s'étendent plus loin vers le nord-est, en direction de Kyoto, que vers l'ouest.

Nous sommes allés dans la ville de Tagasago, à l'ouest, environ à 50 kilomètres de l'épicentre, et le niveau de destruction était très faible. En revanche, si on prolonge la faille vers le nord-est, les effets paraissent avoir été ressentis nettement plus loin que dans la direction opposée.

M. Pierre BOURRIER - Tout à l'heure, Jacques Betbeder-Matibet a montré une diapositive où l'on voyait la nouvelle et l'ancienne mairie de Kobé. J'aurais souhaité savoir quelle explication on pouvait donner au fait que l'ancienne mairie, qui est monolithique, trapue, rigide, qui a bonne allure, a moins bien résisté que la nouvelle, qui est fine et élancée ?

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Pour l'ancienne mairie, il semble que ce soit l'effet d'une discontinuité de structure, peut-être jointe à des dispositions constructives pas très bonnes.

D'autre part, il existait une passerelle entre l'ancienne et la nouvelle mairie et, bien que nous n'en ayons pas la preuve, cette passerelle a certainement joué un rôle. Si l'on peut dire, le nouveau bâtiment a poussé l'ancien, dans une zone qui était manifestement un point faible.

Ceci dit, le fait que la nouvelle mairie, qui est un immeuble tour, ait bien résisté, n'est pas tellement étonnant, même si cela paraît aller à l'encontre de ce que beaucoup pensent.

En général, lorsqu'ils sont bien conçus et lorsqu'ils ont de bonnes fondations, les bâtiments de grande hauteur résistent bien. Ils sont en fait davantage dimensionnés par le vent, surtout dans ces régions où il y a des cyclones, que par les séismes.

Je rappelle qu'à Mexico, dans la zone centrale de la ville, là où ont été observées les destructions les plus importantes, les immeubles qui ont bien résisté étaient précisément des immeubles tours.

M. Pierre-Yves BARD (Ingénieur des Ponts et chaussées, responsable du microzonage sismique) - Vous avez montré des photos des dégâts se situant vers le nord-est et des photos de la faille au sud-ouest, dans l'île d'Awaji.

Je voudrais savoir s'il n'y a pas eu de dégâts dans l'île d'Awaji parce qu'il n'y avait rien à détruire ou si c'est également parce que le sol était différent, ou encore pour tout autre raison.

M. Jean-Christophe GARIEL - Dans l'île d'Awaji, on n'est plus sur les sédiments mais plus directement sur le granit, et ce peut être une explication. Il y a eu beaucoup moins de dégâts dans cette île. Il y a aussi beaucoup moins de constructions mais, en proportion, nous avons tout de même l'impression qu'il y a eu moins de dégâts. Il y a eu 38 morts.

Sur la carte d'intensité GMA, il est annoncé 6 dans l'île d'Awaji et 7 à Kobé. Il est également vrai que l'on devrait attendre de la directivité puisque c'est parti en direction de l'île.

M. Jean-Pierre MENEROUD - Dans l'île d'Awaji, il y a peu de destructions sur le granit. Mais, quand on s'éloigne de la faille et qu'on est sur le terrain d'alluvions, en bordure de mer, les destructions augmentent.

M. Bagher MOHAMMADIOUN - Jean-Christophe Gariel nous a montré que la faille passait à 500 mètres d'un bâtiment sans dégâts pour ce dernier.

M. Jean-Christophe GARIEL - Elle a traversé le bâtiment, qui n'a pas été détruit.

M. Bagher MOHAMMADIOUN - Comment cela se fait-il ?

M. Jean-Christophe GARIEL - Il faut construire sur les failles! (*Sourires*)

M. Bagher MOHAMMADIOUN - Quelle est votre analyse concernant ce bâtiment ?

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Je n'ai pas vu personnellement ce bâtiment, mais, d'après d'autres photos, il ne semble pas exceptionnel de trouver des bâtiments intacts à proximité d'une faille qui a bougé.

Quant à en définir la cause, je ne me risquerai pas à émettre une théorie, mais les mouvements les plus violents ne se font pas forcément au niveau du plan de faille. Mais cela est considéré comme une hérésie par les sismologues!

M. le Président - Je remercie Monsieur Meneroud pour ses réflexions, qui ont éclairé notre débat.

Je vous propose de continuer par modules, en commençant par les installations nucléaires.

* Installations nucléaires

M. le Président - Sur le nucléaire, quatre intervenants vont faire part de leurs réflexions, puis nous lancerons le débat.

La grande question qui se pose est qu'à Kobé, on s'est rendu compte - nous en avons parlé ce matin - que les structures nucléaires n'avaient pas été touchées. Y a-t-il des explications ? Et qu'en est-il en France ?

M. François COGNÉ (Inspecteur général de la Sûreté nucléaire du CEA) - Pour répondre à cette dernière question, il faudrait avoir davantage d'informations - Je voulais demander tout à l'heure à Monsieur Betbeder si les installations nucléaires à Kobé avaient une

instrumentation et si on savait ce qu'elles avait ressenti. Du fait qu'elles sont très loin, c'est probablement moins de 0,1 g.

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Les trois sites de centrales nucléaires de la Kansai Electric, qui se trouvent sur la côte nord, à des distances supérieures à 100 kilomètres, ont enregistré une accélération de l'ordre de 0,02 g, soit le vingtième de leur valeur de dimensionnement. Il ne s'est donc évidemment rien passé de particulier.

Leur seuil de déclenchement automatique est de l'ordre de 0,15 à 0,20 g, selon les sites, et ce seuil n'ayant pas été atteint, les installations ont continué à fonctionner.

M. François COGNÉ - Le Commissariat à l'énergie atomique a commencé à faire des installations dès les années 45. Les différents sites du CEA ont essentiellement été ouverts entre 1945 et 1965.

Depuis, les connaissances dans le domaine sismique ont largement évolué et c'est l'une des réflexions que je vais être amené à développer.

Ceci étant, quand les sites ont été choisis, une dizaine de sites ont été répartis dans différentes régions, marquant ainsi une volonté de décentralisation, car la première tendance était d'être très parisien.

D'une manière générale, le choix du site est fait à partir d'un certain nombre de critères, parfois antinomiques, qui sont fonction du type d'activité prévue et de la disponibilité en eau, des voies de communication, de la proximité de centres de recherche ou de centres urbains, industriels ou universitaires, de la faible densité de population, etc.

Au risque de choquer, je dirai que la sismicité n'est pas le critère premier, en tout cas pour un centre de recherche, même nucléaire.

Le site étant choisi pour un certain nombre de critères et d'avantages, il faut alors concevoir les installations pour se protéger vis-à-vis du risque sismique propre au site, ce qui conduit, pour les régions à plus fort risque sismique, à un surcoût, et il faut que ce soit traité à ce moment-là.

Le CEA s'est préoccupé du risque sismique dès le début des années 60, notamment lors de la réalisation du centre de Cadarache. C'est ainsi que nous avons mis en place, il y a donc 30 ans, des moyens importants d'étude, de suivi, d'enregistrement. Ces études sont rapidement devenues une certaine référence en France et sont actuellement gérées par l'IPSN, notamment par Monsieur Mohammadioun.

Ceci étant, comme l'expliquera sans doute Monsieur Niel, ce n'est pas suffisant. Il faut s'assurer régulièrement que les installations en service restent compatibles au plan de la sûreté, avec l'évolution des connaissances.

C'est vers le milieu des années 60 qu'ont été mises au point, avec la participation d'ingénieurs du CEA et compte tenu des travaux que nous avons effectués, les premières règles de génie parasismique.

A la fin des années 60, notamment avec l'Electricité de France, ont été développées les premières méthodes de calcul en dynamique des séismes.

Au cours des années 70, ces méthodes se sont développées pendant que, parallèlement, on étudiait la sismicité de la France. Je rappelle que la première carte sismotectonique de la France a été publiée en 1975, si mes souvenirs sont exacts, réalisée en commun par le CEA, EDF et le BRGM.

Il faut donc retenir que l'évolution des connaissances acquises conduit à réviser régulièrement les règles de génie parasismique, à affiner les méthodes de calcul, à préciser les mouvements sismiques à prendre en compte sur chaque site et, finalement, à durcir toujours les exigences.

Nous l'avons fait tout au long de ces années, et il est évident que les installations ont une durée de vie supérieure à celle des règles parasismiques.

Ce qui nous est donc apparu dès le début, c'est qu'il fallait prendre des marges pour se protéger de ces évolutions, d'où les notions de séisme maximal historique vraisemblable - je n'ai pas déposé un brevet mais j'ai personnellement inventé cette notion en 1975 - et de séisme majoré de sécurité (à partir de toutes les connaissances que l'on a dans une région -

séisme maximal historiquement vraisemblable - on rajoute un degré de plus pour se protéger de l'ensemble).

Le CEA a poursuivi ses travaux sur la connaissance sismique et sur la prévention des séismes.

Vous avez eu des exposés de Monsieur Caristan, chef du laboratoire de détection géophysique, qui travaille dans ce domaine depuis longtemps, ainsi que de Monsieur Mohammadioun.

D'autre part, Monsieur le Président, vous avez visité à Saclay, du point de vue du génie parasismique, l'installation d'essai de la table vibrante du département mécanique et thermique, qui nous permet de faire des études de la tenue de matériel et matériaux dans les conditions réelles des séismes.

Pour terminer, je soulignerai que les principales installations nucléaires construites dans les années 50 ou au début des années 60, au CEA comme à EDF, ont été arrêtées depuis.

Ne nous faisons donc pas trop de soucis pour les vieilles installations, du moins pour les réacteurs, qui ont tous été arrêtés. Les réacteurs de puissance existants sont plus récents (fin des années 60, début des années 70 au plus tôt). A cette époque-là, tous les décrets de création de ces installations ont donné les caractéristiques sismiques à prendre en compte, avec les deux notions que j'ai citées (séisme majoré de sécurité, et séisme maximal historique vraisemblable).

M. Jean-Christophe NIEL (sous-directeur à la Direction de la Sûreté des installations nucléaires) - J'appartiens à l'autorité de Sûreté nucléaire. Je commencerai par vous rappeler ce qu'est la Direction de la Sûreté des installations nucléaires. C'est une Direction de l'Administration centrale, donc qui appartient à l'administration, et qui travaille pour le Ministre de l'environnement et le Ministre de l'industrie. Toute décision dans le domaine du contrôle de la sûreté nucléaire relève donc de ces deux ministres.

Nos responsabilités sont le contrôle de la sûreté des installations nucléaires de base, à savoir les grosses installations civiles fixes.

Nous ne contrôlons ni les moyens de transport, ni les installations soumises au secret défense, ni les installations de petite importance, dont le contrôle est effectué au niveau local par le Préfet, dans le cadre de la législation sur les installations classées par la protection de l'environnement.

Direction de la Sûreté des installations nucléaires donc: la sûreté est une partie de la sécurité, c'est grosso modo un travail d'ingénieur, par opposition à la radioprotection, qui est plutôt le travail des médecins.

La sûreté nucléaire, c'est la prévention des accidents et la limitation de leurs conséquences.

Il est important de rappeler les responsabilités dans le domaine de la sûreté nucléaire. La responsabilité première est celle de l'opérateur.

Le CEA est responsable de la sûreté des installations du CEA comme l'EDF est responsable de celle de ses installations. La Direction à laquelle j'appartiens vérifie que les exploitants assument bien leurs responsabilités. Telle est la mission de contrôle.

L'objectif final de l'ensemble des dispositions prises par les exploitants, contrôlées par la Direction de la Sûreté des installations nucléaires, c'est la protection des individus qui travaillent dans l'installation, comme celle du public, et la protection de l'environnement.

Le principe de base, c'est la défense en profondeur. Cela signifie qu'entre le risque potentiel - essentiellement les matières radioactives et tout ce qui peut conduire à leur dissémination -, on interpose des barrières qui peuvent être physiques (béton, plomb) ou plus subtiles comme la ventilation, qui entraîne les particules là où l'on souhaite qu'elles aillent.

La démarche suivie pour s'assurer qu'une installation est effectivement sûre est la suivante : les pouvoirs publics définissent des objectifs de sûreté, qui sont une traduction plus concrète de ce que je viens de dire (protection du public, des travailleurs et de l'environnement).

A ce moment, l'opérateur industriel ou l'installation de recherche qui fait un projet qui entre dans la catégorie des installations nucléaires de base, doit prouver ce qu'il ou elle souhaite faire et faire une démonstration de sûreté. C'est une logique démonstrative et pas a priori normative.

Cette démonstration de sûreté consiste grosso modo à étudier les risques de l'installation, dont les risques internes (incendies, risque de criticité) et les risques externes, qui sont de plusieurs types.

Il y a par exemple l'environnement industriel, c'est-à-dire que l'on demande aux opérateurs industriels de s'assurer par exemple qu'il n'y a pas à proximité de stockage de produits chimiques dont l'explosion pourrait engendrer des conséquences pour la station.

Il y a les voies de communication (chemin de fer, autoroutes, canaux pour transporter certains types de produits dangereux).

Il y a également les risques externes naturels (inondations, séismes...).

Cela fait partie de la logique démonstrative à laquelle doivent se livrer les promoteurs d'un projet d'installation nucléaire de base.

Cette étude nous est transmise et nous en faisons une analyse critique, avec l'aide du département de la Direction de sûreté.

A l'issue de cette analyse critique, ou nous sommes d'accord et nous disons à l'opérateur qu'il peut agir, soit nous ne le sommes pas et nous posons un certain nombre de questions, nous demandons de compléter ou de modifier son dossier.

Nous sommes donc dans une logique de feu rouge-feu vert. A aucun moment nous ne nous substituons à l'opérateur pour lui proposer une autre façon de faire. Si nous trouvons que ce n'est pas très bon, nous le lui disons et il réfléchit aux autres solutions susceptibles de nous satisfaire.

Lorsque l'opérateur a eu son autorisation et qu'il a mis en oeuvre les dispositions qu'il souhaitait, nous avons une démarche d'inspection qui consiste à aller sur le terrain, si ce à quoi s'est engagé l'exploitant -car une sorte de contrat nous lie- est respecté.

La DSIN effectue 600 inspections par an sur le terrain pour vérifier la conformité des installations avec ce qu'elles devraient être.

Pour en venir plus spécifiquement aux séismes, on peut distinguer grosso modo trois étapes .

L'étude des phénomènes là où l'installation doit se construire. Il y a deux aspect, un aspect historique (remonter dans le passé pour essayer de se faire une idée de ce qui a pu se passer au niveau sismique) et tout ce qui est instrumental depuis une centaine d'années.

A partir de ces éléments, nous devons essayer d'évaluer l'aléa, c'est-à-dire la nature du danger que l'on souhaite prendre en compte. En la matière, on peut évidemment toujours faire plus. A un certain moment, il faut donc déterminer le niveau d'aléa que l'on prend.

Cette démarche a été commentée ce matin et rappelée par Monsieur Cogné. On définit un séisme maximal historique vraisemblable (SMHV) sur la base d'une étude historique et d'une étude instrumentale, avec de nombreuses dispositions consistant à rendre l'appréciation de ce séisme en la ramenant sous le site et en rajoutant une barre de sécurité, pour avoir le séisme maximum de sécurité (SMS), qui est la mesure de l'aléa.

On demande à l'exploitant de considérer cela comme mesure de l'aléa.

- Lorsque ces données sont établies, l'opérateur doit proposer des mesures pour éviter les dommages.

Certains documents peuvent donner une aide à l'opérateur sans jamais se substituer à lui, la démarche n'étant pas normative. Ces aides sont dans des documents qu'on appelle les règles fondamentales de sûreté, éditées par la Direction de la sûreté.

Un point me semble important à rappeler : ce que l'on retient en général du SMS et du SMHV est mesuré dans une échelle d'intensité. C'est une échelle au sens naturaliste, c'est-à-dire que l'on observe les phénomènes.

J'ai ici une petite brochure et je lis, par exemple : "réveil du dormeur : 5, dommages généralisés : 9, secousse non perceptible : 1".

Ce n'est pas très physique. Une partie du travail va consister à faire passer cette mesure de naturaliste, qui est très brutale, à quelque chose de plus détaillé et à se rappeler l'objet de la sûreté, qui est d'expliquer comment on passe de quelque chose de macroscopique à quelque chose de physique, qui en particulier va servir aux ingénieurs à calculer leurs structures.

Ce qu'il faut, ce sont les vitesses, et l'accélération. Cette démarche est également essentielle dans l'étude.

J'en viens à la démarche à proprement parler : à ce jour, pour une installation nouvelle, l'exigence de sûreté que nous avons est le fait que l'installation tienne au séisme maximal de sécurité. Si elle tient, cela signifie que les dommages seront mineurs, en particulier pour les fonctions importantes pour la sûreté.

Tout n'est pas aussi important pour la sûreté. Pour ce qui l'est, les exigences sont fortes. Cela concerne les installations récentes, en particulier postérieures à toutes les normes, qu'elles soient au niveau de la mesure de l'aléa (c'est-à-dire qu'à certains endroits le niveau sismique a été réévalué) ou à celui de la nature des codes.

Ces deux notions peuvent évoluer et, pour les installations les plus récentes, avec les règles les plus récentes, l'installation tient au SMS.

Cela étant, comme dans beaucoup de domaines où la réglementation évolue, il faut traiter ce qui était antérieur. On ne le traite pas en disant que c'était antérieur donc qu'on peut faire ce que l'on veut. Ce n'est pas la logique.

La logique est tout de même d'assurer la protection des individus et de l'environnement. C'est une démarche moins contraignante en termes de démonstration mais qui doit aboutir au même résultat : l'absence de conséquences.

Pour une installation ancienne, on demande cette absence de conséquence. Par contre, on ne peut pas exiger que l'installation tienne au SMS. C'est donc une démonstration un peu plus complexe, qui doit prendre en compte la nature des produits qui se trouvent dans l'installation, éventuellement des schémas de ruines et des schémas de diffusion de la matière qui se trouve dans l'installation.

Cette démarche n'est pas spéciale au nucléaire. Par exemple, l'airbag est actuellement en option dans certaines voitures et il y a fort à parier que, dans quelques années, il sera obligatoire sur toutes les voitures. Mais on ne demandera pas aux utilisateurs de changer leurs voitures anciennes du jour au lendemain.

Il y a toute une période transitoire à gérer et une réglementation à faire.

Nous avons donc une exigence très concrète d'absence de conséquences au SMS mais nous ne demandons pas que l'installation tienne. Il faut que l'exploitant démontre qu'il n'y a pas de conséquences, en prenant en compte ce qu'il y a dans l'installation, en modifiant la manière d'y travailler, ou par tout autre méthode. On peut imaginer qu'on rende l'installation plus solide aux conséquences.

M. Jacques BETBEDER-MATIBET - Je me bornerai à compléter, en ce qui concerne l'EDF, les propos de Monsieur Cogné et de Monsieur Niel. Je ne vais pas rappeler la base de la démarche aboutissant à ces notions de SMHV et de SMS puisque cela vient d'être fait.

Je vais simplement insister sur deux points qui jouent également un rôle dans l'obtention d'une marge vis-à-vis du risque sismique.

Le premier point est la politique de standardisation. Pratiquement depuis sa création, l'EDF a toujours essayé de résonner par palier technique, c'est-à-dire que nous ne commandions pas une centrale au coup par coup mais un ensemble de centrales répondant aux mêmes spécifications.

Dans le domaine du séisme, cela signifie que si l'on a un "palier", c'est-à-dire un ensemble de centrales qui doivent être installées sur différents sites, il va falloir prendre en compte d'une part l'enveloppe des SMS de ces différents sites et, d'autre part, les conditions de sol différentes qui peuvent exister sur ces différents sites.

Finalement, ce qu'on appelle le "dimensionnement", c'est-à-dire le calcul des épaisseurs, des ferrillages, etc., sera fait pour une enveloppe de conditions et non pas pour les conditions d'un site donné.

Cette démarche-enveloppe qui résulte de la politique de standardisation procure par elle-même des marges qui viennent s'ajouter à la marge résultant de la démarche de SMHV SMS qui nous a été expliquée.

En second lieu, lorsque tous ces calculs sont faits, il faut appliquer des critères de vérification et, là aussi, les critères en vigueur dans le nucléaire sont plus sévères que ceux en vigueur dans les calculs courants.

La protection parasismique courante pour les bâtiments aboutit à des efforts sensiblement réduits par rapport à ceux qu'on calculerait dans une centrale nucléaire pour une même intensité.

Il y a donc deux éléments supplémentaires de marges que je voulais mettre en évidence dans mon intervention, que je vais limiter à ces deux points :

- les marges résultant de la politique de standardisation,
- les marges résultant des critères utilisés dans les calculs et les vérifications.

M. Victor DAVIDOVICI (Direction technique de SOCOTEC, Président d'honneur de l'AFPS) - Participant à la réalisation des installations nucléaires de base depuis les années 75, je voudrais plutôt apporter un témoignage dans le sens du progrès accompli par le génie civil grâce au programme nucléaire français, progrès aussi bien dans la partie conception des bâtiments à destination industrielle que dans l'affinement des méthodes de calcul dynamique, et enfin et surtout dans la qualité des travaux exécutés par les entreprises qui spécialisées dans le génie civil.

Il faut savoir -c'est l'aspect moins heureux- que ce savoir est limité à un certain nombre d'entreprises (peut-être six ou sept) et à une dizaine de bureaux d'études, mais faut-il encore savoir qui déteint sur les autres...

M. le Président - Merci pour la clarté et la brièveté de votre propos.

Y a-t-il des questions concernant le module nucléaire ? (*Pas d'intervention*)

Nous sommes donc, semble-t-il, rassurés sur l'aspect du duo séisme-nucléaire.

Je propose que nous abordions deux ou trois autres modules qui collent maintenant de plus en plus à la réalité du thème "la prévention, la construction contre les séismes".

● **Installations classées**

M. le Président - Monsieur Baratin va pouvoir nous dire où nous en sommes. Je suis de la région provençale et toutes les industries des rives de l'étang de Berre sont à proximité de chez moi. Que s'y passe-t-il ?

M. Hubert BARATIN (Service de l'environnement industriel) - Merci, Monsieur le Député. Vous ne pouviez pas trouver de meilleure introduction puisqu'en ce moment même, la DRIIR-PACA a réuni autour d'une table, dans le cadre du Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions industrielles (SPPI) de la zone Fos-Berre, la plupart des industriels concernés par ce risque.

La DRIIR fait actuellement un travail de sensibilisation et essaye de convaincre les industriels de ne pas rechigner dans l'examen de ce risque. Vraisemblablement, nous aurons tous bientôt les conclusions de ce groupe de travail.

Je remercie aussi mes prédécesseurs du CEA, de l'IPSN, etc., qui ont présenté le thème nucléaire. En effet, le nucléaire a été le précurseur de ce que l'on fait maintenant en matière de sécurité industrielle.

Je ne répéterai donc pas la plupart des thèmes qu'ils ont exposés, ou je les signalerai simplement pour mémoire.

Le service de l'environnement industriel auquel j'appartiens a pour mission d'élaborer la réglementation et de suivre son application pour assurer la sécurité industrielle, la protection de l'environnement vis-à-vis des installations industrielles.

Les installations industrielles visées sont bien sûr les grands établissements que l'on appelle familièrement les établissements "Seveso", mais ce sont aussi de très nombreuses petites industries beaucoup plus modestes qui ne posent peut-être pas des problèmes vis-à-vis du séisme - encore que... - mais d'autres problèmes de sécurité vis-à-vis de l'environnement (pollution, etc.)

Certaines installations classées relèvent du risque spécial. Avant nos interventions, il aurait peut-être fallu parler de cette distinction entre risque spécial et risque normal.

Pour les infrastructures relevant du risque spécial, ce qui est redouté et ce que l'on cherche à prévenir, c'est un accident technologique qui serait initié par un séisme, et dont les conséquences seraient plus graves que celles du séisme lui-même. Dans cette affaire, le séisme joue donc un peu le rôle d'amorce ou d'allumette.

Les installations classées sont réglementées dans le cadre de la loi de 1976, qui fait obligation, pour les exploitants, d'intégrer les diverses contraintes provenant de l'environnement, notamment de l'environnement naturel (géologie et donc risque sismique, comme bien d'autres contraintes naturelles, l'actualité récente nous faisant penser au risque d'inondation).

Pour le risque sismique, peu de choses ont été faites ou formalisées avant la fin des années 80. Les tentatives menées pendant ces années s'inspiraient toutes de ce qui se faisait dans le secteur nucléaire.

Les choses ont été précisées récemment par un arrêté ministériel, qui fixe l'objectif à atteindre et la démarche minimale à suivre.

L'objectif consiste à prévenir tous les dysfonctionnements de l'installation classée à la suite d'un séisme, qui aggraveraient les conséquences premières du séisme.

Par exemple, dans le cas de Kobé, il s'agissait de faire en sorte qu'il n'y ait pas de rupture des sphères de gaz, qui entraîne la formation d'un nuage explosif et qui rajoute quelques centaines ou quelques milliers de décès à ceux occasionnés par le sinistre lui-même.

Bien sûr, pour faire cette démarche, il faut savoir pour quel séisme il faut calculer le fonctionnement des sécurités. La démarche est exactement la même que pour les installations nucléaires : définition du séisme maximal historiquement vraisemblable et définition du séisme maximum de sécurité à partir de données géologiques et historiques.

Ensuite, l'industriel fait le recensement des systèmes de son installation qui sont importants pour la sécurité, c'est-à-dire dont le dysfonctionnement engendrerait une aggravation des effets du séisme. Comme pour le nucléaire, cette réflexion incombe à l'exploitant. Elle doit être faite avant l'exploitation.

Je vais maintenant parler des installations nouvelles, qui sont un peu la théorie. La réflexion, qui doit être faite avant l'exploitation, est examinée par des experts en sécurité industrielle, les inspecteurs des installations classées; ceux-ci peuvent solliciter l'avis d'experts en génie parasismique. Cette réflexion est mise à la disposition du public riverain lors de l'enquête publique, puis elle sert à éclairer l'autorité - le Préfet - qui prendra la décision d'accepter ou de refuser la demande d'autorisation.

Il y a assez peu d'installations nouvelles, peut-être une ou deux dizaines par an en France. Ce n'est pas cela qui suffit à assurer la sécurité des installations industrielles du point de vue du risque sismique.

Comme le disait Monsieur Niel, il faut gérer le problème des installations industrielles "Seveso" existantes.

Dans tous les départements, sur proposition des DRIIR, les préfets demandent aux industriels concernés de faire cette démarche dans un délai variant de un à quatre ans.

On peut donc estimer que, d'ici l'an 2000, toutes les installations "Seveso" (installations industrielles importantes) auront été examinées du point de vue du risque sismique.

Dans un certain nombre de cas, la réflexion de l'industriel montrera qu'il n'y a pas de risque. Dans une autre proportion, cette réflexion montrera qu'il faut prendre des mesures supplémentaires, mettre des renforcements ici et là pour se prémunir contre un séisme et, dans

une troisième catégorie de cas, le maintien en fonctionnement de certaines installations ne sera pas possible ; il conviendra de prendre des mesures pour programmer leur arrêt.

M. le Président - S'il n'y a pas de questions sur ce thème, je propose de poursuivre sur le module construction. Je demanderai à Monsieur Pecker, Président de l'AFPS, d'évoquer les problèmes de construction en général, puis à Monsieur Bisch de parler des normes européennes, et à Messieurs Guellec et Tanzi d'évoquer les normes françaises. Ensuite se déroulera le débat.

*** Construction - normes européennes et françaises - microzonage**

M. Alain PECKER (Président de l'AFPS) - Je voudrais rappeler brièvement le rôle de l'AFPS et sa position vis-à-vis de cette réglementation.

Depuis 1983, l'AFPS a travaillé sur ce que l'on appelle des recommandations, qui sont en fait des documents techniques devant servir de base à l'élaboration des normes, ce qui a été le cas pour l'élaboration de normes pour le bâtiment, reprises au sein d'une commission de normalisation.

Cette commission regroupe des personnes de l'AFPS mais également des membres des bureaux de contrôle, de la profession, des syndicats, des représentants de la puissance publique. Elle a travaillé depuis maintenant trois ou quatre ans pour élaborer un texte qui est techniquement prêt.

On pense que ce texte est meilleur puisqu'actuellement, dans le cadre normatif français, le seul règlement applicable défini dans l'arrêté de juillet 1992 sont les règles PS 69, amendées en 1982.

Ces documents ont été élaborés il y a pratiquement 30 ans. Or tous les enseignements des séismes récents montrent que tous les textes normatifs de cette époque présentent des déficiences, certains phénomènes n'étant alors pas connus ou bien étudiés.

Il nous paraît donc absolument vital que, d'une façon ou d'une autre, les nouveaux textes qui sortent actuellement soient mis en application et deviennent effectivement des documents normatifs pour la construction au moins des bâtiments courants.

Cela nécessite bien entendu qu'un nouvel arrêté soit mis en place, définissant les nouvelles règles dites PS 92 comme règlement de construction et fixant les niveaux nominaux de protection dont la décision appartient à la puissance publique.

Au niveau de l'association, nous insistons pour que cette démarche soit entreprise le plus rapidement possible, de façon à avoir un niveau de protection acceptable.

M. le Président - Je donne la parole à Monsieur Philippe Bisch, vice-président du comité de rédaction de l'Eurocode 8, pour évoquer les grandes lignes de cet Eurocode.

Mais tout d'abord, je vais vous poser une question cruelle...Je crois que vous avez veillé à la construction de la présente salle Lamartine. Cette salle est-elle construite en parasismique ? (Sourires)

M. Philippe BISCH (vice-président du Comité de rédaction de l'Eurocode 8) - Je pourrais vous répondre oui...

M. le Président - ...Mais vous me répondez non ! (Sourires)

M. Philippe BISCH - L'Eurocode 8, qui traite des constructions parasismiques, s'insère en fait dans un cadre plus large de réglementation technique des constructions, qui forme l'ensemble des Eurocodes et qui a été initialisé par la Commission européenne il y a environ une dizaine d'années.

Ce travail a été mené par des groupes d'experts pendant quelques années et il a été transféré au Comité européen de normalisation au début des années 90, il y a environ quatre ans.

En ce qui concerne la construction parasismique, c'est une sous-commission du Comité technique 250 qui s'occupe des Eurocodes, qui est en charge d'Eurocode 8, et les différents groupes d'experts ont abouti à un certain nombre de règles constituant un ensemble de textes.

Ces textes portent sur les définitions mêmes de l'action sismique, sur les façons de réglementer la construction parasismique dans le bâtiment courant, sur l'usage des différents matériaux usuels (béton, bois, charpente métallique, maçonnerie également).

Un autre volet traite particulièrement des ponts, des ouvrages d'art. Un volet spécifique traite des questions de sols et de fondations. Des parties un peu moins importantes en volume concernent les châteaux d'eau, les réservoirs, etc.

La partie la plus importante est évidemment celle qui concerne la définition des actions, des méthodes générales et le bâtiment. Cette partie a été adoptée par la sous-commission numéro 8 à la fin de l'année dernière, de même que les parties concernant les ponts, et les sols et fondations.

Un certain nombre de parties restent toujours en cours de discussion. Ce problème devait être réglé cette semaine même à Athènes mais la réunion a été retardée. Je pense que, dans le courant de l'année, l'ensemble des textes aura été voté par la commission numéro 8, ce qui permettra de les diffuser à l'intérieur des pays membres.

Je formulerai un certain nombre de remarques.

Tout d'abord, les textes Eurocode en général, et plus particulièrement ceux d'Eurocode 8, sont relativement philosophiques pour l'approche de la sécurité. Ils doivent être adaptés sur un certain nombre de points.

Premièrement, ils doivent être traduits et cette opération n'est pas forcément simple.

En second lieu, ils doivent être adaptés aux différents pays. Ce ne sont donc pas les textes d'origine qui seront directement applicables mais les textes adaptés, qu'on appelle les documents d'application nationale.

En troisième lieu, un certain nombre de coefficients qui touchent la sécurité des ouvrages devront également être définis par les différents pays, notamment ceux qui doivent être définis par la puissance publique (niveaux d'accélération, etc.).

Un premier travail de traduction est donc à faire, au sens général mais également au sens technique, dans chacun des pays.

On peut penser que, le travail d'élaboration d'Eurocode 8 étant arrivé à terme, le travail de préparation des documents d'application nationale (DAN) va suivre et que, d'ici un ou deux ans, nous aurons en France un texte européen disponible et applicable.

Le deuxième ensemble de remarque, c'est que ces textes Eurocode tels qu'ils ont été écrits à l'heure actuelle, sont des normes expérimentales. Pendant un certain nombre d'années (au minimum trois ans mais probablement un peu davantage), les normes pourront être utilisées en parallèle avec les règlements français.

Le but est évidemment qu'à terme, on dispose d'un document de référence qui soit unique au niveau européen, considéré comme norme, mais qui aura peut-être également des documents d'application nationale.

En ce qui concerne le contenu par rapport aux normes françaises, on pourrait dire que les points de vue sont assez proches, puisque les deux documents viennent puiser dans la connaissance scientifique acquise dans ce domaine.

Un certain nombre de points diffèrent néanmoins et je pense que l'un des objectifs à terme, qui nécessitera beaucoup de travail, sera de rapprocher complètement l'ensemble des textes français et des textes européens.

M. le Président - S'il n'y a pas de questions sur les normes européennes, je demanderai à Messieurs Guellec et Tanzi de nous parler des normes françaises, la grande préoccupation étant de déterminer la façon de construire en parasismique, les documents sur lesquels on doit se baser, la situation réelle dans laquelle on en est quant à l'application de la réglementation.

Sur le microzonage, Monsieur Bard pourra apporter des compléments d'information.

M. Jacques GUELLEC (Ingénieur général Conseil général des ponts) - Je passerai rapidement la parole à Monsieur Tanzi, puisque c'est lui qui, depuis la loi de 1987, a suivi l'élaboration de ces textes.

Je n'ai fait que prendre le dossier en route et, dans l'idée de lui survivre, au moins administrativement, en attendant que le dossier trouve un nouveau porteur.

Les préoccupations actuelles sont bien sûr la mise en place effective des textes, et beaucoup de travail a été effectué. Viendra ensuite le respect de ces textes. Vous avez pu constater, après ce qui s'est passé au Japon, les Japonais étant réputés sérieux, que les règlements n'étaient pas toujours appliqués ; quand ils l'étaient, c'était de manière incomplète.

Notre souci sera donc d'avoir des dispositifs simplement applicables mais tout de même sûrs, de les faire connaître, d'organiser les professions pour cela et enfin d'en permettre un contrôle par la puissance publique, qui soit à la fois économe et efficace.

Cette exigence a toujours été présente dans l'action qui a été menée, dans celle qui est en cours actuellement et aussi dans la rédaction des textes.

M. Jacques TANZI (Ingénieur général Conseil général des ponts) - Depuis 1986, j'ai suivi le problème de sécurité civile. J'étais précédemment fonctionnaire de défense particulièrement chargé du développement de la sécurité civile au Ministère de l'équipement, puis je suis passé Président de la première section au Conseil général des ponts, en conservant mes fonctions en matière de sécurité civile et de risque sismique.

De ce fait, j'ai eu la chance et l'honneur de suivre cette question depuis 1986. J'ai également assisté aux réunions interministérielles concernant la loi de 1987.

Je voudrais d'abord dire qu'il est très important d'appliquer les lois mais que, pour ce faire, même si une loi ne comporte que quelques lignes, on doit la lire et la relire souvent car il n'est souvent pas facile d'en comprendre tous les termes au premier abord. Il faut du temps, de la "macération", pour bien s'imprégner de la volonté du législateur.

La loi de 1987 a défini la prévention. Comme je l'ai dit ce matin, c'était la première fois que, dans une loi, on faisait état de cette notion de prévention, puisqu'il s'agissait auparavant de la notion de protection, qui se traduisait surtout par des mesures de sauvegarde appliquées après la catastrophe.

Il s'agissait donc d'introduire des notions tout à fait nouvelles dans la législation française pour intervenir avant la catastrophe, soit en évitant complètement les effets, soit en les diminuant. Bien entendu, dans le cas des séismes, comme on ne peut pas empêcher l'aléa de survenir, il s'agit de diminuer ces effets.

Dans cette loi, c'est l'article 41 qui nous a guidés et on doit lire et relire quelques lignes. On y indique que "les zones particulièrement exposées à un risque sismique ou cyclonique, l'intensité du risque à prendre en compte ainsi que les catégories de bâtiments, équipements et installations nouveaux soumis à des règles particulières parasismiques ou paracycloniques, sont définis par décret en Conseil d'Etat".

C'est donc la puissance publique qui va définir l'intensité du risque et les catégories de bâtiments nouveaux. J'insiste sur ce terme "nouveaux" parce que cela a posé le grand problème de l'existant.

Dans sa sagesse, le législateur n'a pas jugé bon d'imposer des règles parasismiques aux bâtiments existants. Sinon, il aurait fallu reconstruire d'un coup toute la France.

Cela signifie que le législateur a pensé que, progressivement, au fur et à mesure des reconstructions, on allait prémunir les immeubles contre le risque sismique. Cela joue donc sur 50, 100 ans ou plusieurs siècles mais, puisqu'on a affaire à des événements ou à des phénomènes - on a parlé ce matin de temps de retour de plusieurs siècles - cette façon de voir les choses n'était pas pour surprendre. C'était la sagesse.

Parallèlement, dans cet article 41, on indique que "les conditions d'information du public sur les mesures prévues dans les zones exposées à risque sismique sont fixées par décret en Conseil d'Etat". Ce décret est intervenu.

On signifiait bien ainsi que des règlements allaient intervenir mais que l'Etat ne pouvait pas tout, et qu'il avait aussi besoin de la mobilisation et la participation des citoyens.

Dans la réglementation, on doit donc définir les zones menacées, l'intensité du risque et les catégories d'immeubles.

C'est ce à quoi nous nous sommes attachés avec le groupe que j'ai eu l'honneur de présider. C'est ainsi qu'un décret est paru le 14 mai 1991, relatif à la prévention du risque sismique, répartissant les bâtiments, équipements et installations en quatre classes (A, B, C, D) selon l'importance du risque pour les personnes et l'importance socio-économique des ouvrages.

On peut peut-être détailler davantage ces différentes catégories. En fait, on a prévu deux grandes catégories et, dans la catégorie à risque normal, quatre classes de bâtiments.

On a parlé tout à l'heure de la catégorie à risque spécial à propos des installations nucléaires et des installations classées, c'est-à-dire tous les bâtiments, équipements et installations dont la ruine peut avoir des conséquences sur l'environnement (usines chimiques etc.).

Le risque normal est circonscrit au bâtiment lui-même. Dans ce risque normal, nous avons prévu quatre classes de bâtiments :

- Classe A : Les bâtiments dans lesquels est exclue toute activité humaine (essentiellement les bâtiments agricoles)

- Classe B : Les bâtiments d'habitation individuelle, d'habitation collective à usage de bureaux, ne dépassant pas 28 mètres, etc.

- Classe C : les bâtiments au-delà de 28 mètres

- Classe D : j'attire l'attention sur cette classe ; c'est une innovation. Elle vise tous les bâtiments qui ont une importance primordiale pour les besoins de la sécurité civile, de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre. Ils comprennent notamment les bâtiments abritant les secours, ceux définis par le Ministre de la défense, les télécommunications, les établissements publics de santé, l'eau potable, etc.

Je voudrais là faire une incidence par rapport à cette réglementation, parce qu'il me semble que l'attention devrait être attirée sur ce point pour les bâtiments existants, pour lesquels rien n'est prévu.

En revanche, non pas au titre de la prévention mais au titre de la mise en oeuvre des moyens de secours, il faudra veiller à ce que les bâtiments existants puissent continuer à fonctionner en cas de séisme.

Mais pour l'instant, il n'y a pas de réglementation particulière mais, puisqu'il s'agit de bâtiments dépendant de la puissance publique, il suffirait que des instructions fussent données aux administrations compétentes pour qu'il en fût ainsi.

Il y a là un problème très important. On a souvent cité de manière un peu humoristique le cas de l'hôpital se trouvant de l'autre côté de la ville, séparé par un cours d'eau franchi par un ouvrage qui ne serait pas antisismique ; quid des secours ?

M. le Président - Quid des secours dans le cadre de l'hôpital lui-même, car il n'y a peut-être pas beaucoup d'hôpitaux construits en parasismique ?

M. Jacques TANZI - Je suis tout à fait d'accord. Il faut effectivement que le pont et l'hôpital puissent tenir.

Il y a à la fois les moyens d'accès -et nous avons d'ailleurs un exemple à Kobé, où les moyens d'accès ont failli- et la mise en oeuvre des secours.

Mais je voulais dire que la loi est faite pour l'organisation des secours et que c'est donc au titre de l'organisation des secours qu'on peut obtenir de telles précautions.

A la suite de ce décret, nous avons fait paraître un premier arrêté concernant les bâtiments à risque normal, qui sont les plus nombreux, et nous avons réparti dans les différentes classes les différents types de bâtiments.

Je reprends maintenant l'observation précédente : dans l'arrêté actuel, nous avons défini le coefficient Alpha, c'est-à-dire celui qui correspond à l'intensité à prendre en compte pour les différentes classes et les différentes zones.

Ce sont des coefficients Alpha qui n'ont pas de réalité physique. La supériorité manifeste de l'accélération nominale par rapport au coefficient Alpha, c'est que l'accélération nominale a une réalité physique.

Par conséquent, cela constitue un progrès considérable pour les calculs des projeteurs. Ce sont des accélérations, des fréquences.

Je me permets de souligner l'importance de ce progrès, qui est attendu par l'ensemble non seulement du monde scientifique mais aussi du monde technique, parce qu'il permettra de travailler en termes physiques.

On a parlé tout à l'heure de l'arrêté du 10 mai 1993 concernant les installations classées mais ceci a été fait en dehors des travaux du groupe que je présidais.

D'autres arrêtés sont en préparation, notamment celui concernant les ouvrages d'art, ou plus exactement les ponts. J'espère qu'il verra le jour prochainement. Cela représente un travail considérable et il y a très peu d'exemples dans le monde où l'on puisse disposer d'un tel travail.

Je pense que le résultat de ce travail fera honneur à la technique française et qu'il la placera peut-être en bonne position dans certaines parties du monde.

Cet arrêté résulte d'un accord entre les grands constructeurs comme les sociétés d'autoroutes, etc. Le fait d'aboutir à un accord de ce type peut être salué comme il convient.

Est également en préparation un arrêté relatif aux règles parasismiques applicables aux équipements des bâtiments et des installations industrielles dans le cadre du risque normal. Il s'agit des équipements.

D'autres arrêtés sont en chantier.

Je voudrais revenir sur la question des canalisations, qui me paraît importante, notamment pour les canalisations de gaz avec les risques d'incendie que nous avons vus tout à l'heure. A Kobé, ils n'étaient pas les seuls protagonistes pour la génération des incendies.

Il me semble qu'il y avait des programmes de mise à jour de réhabilitation des canalisations, dont certaines sont assez anciennes, notamment à Nice que je connais bien puisque c'est ma ville ; pourquoi ne pas en faire des zones de priorité dans la programmation ?

Plutôt qu'avoir une programmation faite selon certains critères, pourquoi ne pas prendre comme critère de priorité, dans la programmation des installations à rénover, les zones qui sont précisément les plus exposées sur le plan sismique, où les conséquences peuvent aller au-delà de la simple réparation parce que l'installation ne serait pas tout à fait correcte ?

J'ai noté qu'à Kobé, on avait remplacé les vieilles installations par des assemblages résistant aux séismes.

Nous aurions des résultats non seulement pour les bâtiments nouveaux mais aussi pour les bâtiments existants. Je me permets de faire cette suggestion.

Jacques Guellec a évoqué avec juste raison du problème de l'application du contrôle. Il ne s'agit pas de faire de bonnes lois, de bons règlements ; l'essentiel, c'est qu'ils soient appliqués.

Dans ce monde où la vitesse est de plus en plus le critère de l'efficacité, on peut se dire aussi qu'elle n'est pas toujours une bonne compagne de la sécurité. En allant un peu trop vite, on néglige quelquefois certains aspects de la construction et par conséquent, plus on va vite, plus il faut contrôler, plus il faut avoir une démarche de qualité.

Le principe général de la sécurité, c'est la rigueur. Par conséquent, je pense que nous devons être encore plus rigoureux que par le passé à l'égard des problèmes de contrôle.

D'autre part, je voudrais exprimer un regret un peu personnel à propos de la loi de 1982. A cette loi est subordonné le remboursement des indemnités d'assurance pour le respect de certaines règles de construction. Ceci n'a pas pu être appliqué et je ne sais pas si nous pourrions avoir bientôt l'équivalent.

C'est un très grave problème. Comment associer l'assurance au respect de la réglementation? On n'y est jamais arrivé, pour un certain nombre de raisons, mais je pense que le problème demeure.

M. le Président - Merci de cet exposé très complet. Nous avons vu les normes européennes et les normes françaises. Monsieur Bourrier, vous êtes membre d'une institution qui équivaut à l'AFPS. Pourriez-vous nous dire comment cela se passe aux Etats Unis ?

M. Pierre BOURRIER (Directeur du développement Bâtiments et travaux publics du groupe Usinor Sacilor, membre de l'Earthquake Engineering Research Institute) - Mon intervention sera différente de celle de mes prédécesseurs, qui sont très brillants.

Usinor Sacilor est une entreprise qui se veut citoyenne et qui, par la nature de ses marchés, collabore avec des Américains et des Japonais, à la fois pour l'élaboration d'un produit de construction qui s'appelle l'acier, mais aussi pour les solutions à mettre en place.

Mon message sera donc peut-être de dire que nous devons également considérer ce qui se passe dans d'autres pays.

Naturellement, les autres pays qui, d'une certaine façon, sont pour nous les modèles, sont le Japon et les Etats Unis. Evidemment, quand on demande aux sidérurgistes japonais pourquoi le Japonais consomme plus de 300 Kilos d'acier par an et par habitant alors qu'en France on n'en consomme que 80 Kilos, ils nous répondent qu'ils ont "la chance" d'avoir des séismes.

Or, ce n'est pas tout à fait le cas de la France. Néanmoins, je pense qu'il est un peu trop facile de dire que les ingénieurs américains et que les ingénieurs japonais sont tous des ânes et que ce qui se passe dans ces pays n'est pas adaptable chez nous.

Mon sentiment, c'est qu'à côté de l'amélioration de la réglementation dont nous avons parlé, il faut peut-être aussi réfléchir à construire autrement. Or, construire autrement signifie peut-être avec d'autres matériaux, d'autres habitudes.

C'est peut-être sur ces deux thèmes que l'expérience des Etats Unis nous a instruits. Evidemment, les Etats Unis sont un autre pays ; il survient plus souvent des séismes ; les modes de vie sont différents, mais je pense que si, en France et en Europe en général, on veut appliquer ce genre de choses, on peut réfléchir à construire autrement.

Le premier qui a milité dans ce sens s'appelle La Fontaine. Il a dit, dans une fable qui est restée célèbre : "Je plie mais ne romps pas". Il existe des matériaux permettant de répondre à cela; l'acier n'est pas le seul. Ils sont à la fois légers et ductiles pour permettre de plier sans rompre, c'est-à-dire pour permettre de contenir encore des efforts, même après de grandes déformations.

Tout à l'heure, dans les diapositives que l'on vous a montrées, on vous a dit que l'acier avait chemisé le béton armé ou que le béton armé avait tenu après les déformations. Je pense que c'est un point à considérer en ce qui concerne la ductilité.

Le deuxième point est la légèreté. Une maison en acier pèse 41 % de moins qu'une maison en béton. Le jour où on la prend sur la tête, cela se ressent. Comme on l'a dit sur Kobé, ce qui a fait mal, au sens propre, ce sont les tuiles vernissées traditionnelles qui se sont effondrées par les effets d'accélération.

La physique étant transversale et étant la même au Japon qu'aux Etats Unis et en France, puisqu'on n'arrive pas à maîtriser l'accélération du séisme quelle que soit la science des sismologues, essayons de maîtriser la masse et construisons donc léger.

Notre observation, qui résulte de ce qui se passe dans d'autres pays, est de viser à faire des constructions légères, avec des matériaux ductiles.

Je prendrai pour conclure la phrase de l'Evangile que chacun connaît : "Priez mes frères, car vous ne savez ni le jour ni l'heure". En matière de séisme, nous pourrions choisir d'attendre que cela nous arrive et dire que nous verrons bien ce qui nous tombe dessus.

Je pense que nous devons aller un peu plus loin parce que non seulement nous ne connaissons ni le jour ni l'heure, mais nous ne connaissons pas non plus l'endroit, la direction, le sens, l'intensité ou la magnitude, autant de termes bien précis.

Je pense que, pour essayer d'être performants, nous devons mettre un peu d'imagination au pouvoir et essayer de construire autrement.

M. le Président - Monsieur Bard, dans la continuité de ce que l'on vient de dire sur la nécessité de bien construire, que pouvez-vous dire du microzonage ?

M. Pierre-Yves BARD (Ingénieur des Ponts et chaussées, responsable de projets de recherche en rapport avec le microzonage sismique) - Dans le programme, je suis présenté comme responsable du microzonage sismique. Je veux bien être responsable de projets de recherche en rapport avec le microzonage sismique mais, si responsable du microzonage sismique il y a en France, c'est à la DRM qu'il faut aller le chercher.

Je voudrais revenir sur ce qui a été dit ce matin en liaison avec la prévention, ce que nous avons vu cet après-midi étant surtout lié à la construction.

Il est certain qu'une bonne prévention du risque sismique passe par une bonne construction, une bonne conception et également un bon contrôle d'exécution ainsi qu'un renforcement de certains bâtis existants.

Mais, pour pouvoir éviter les catastrophes, il faut aussi que l'action pour laquelle on a dimensionné la construction ne soit pas dépassée par l'événement lui-même. Cela signifie qu'au préalable, il faut avoir fait une bonne estimation du niveau de l'action sismique.

Baucoup de séismes récents, depuis Mexico en passant par la Californie et le Japon, nous ont montré que, certes, certains dégâts étaient occasionnés par de mauvaises constructions ou de mauvaises conception, mais qu'une part importante des dommages était due au fait que la sollicitation était sensiblement plus forte que prévu, pour des raisons diverses liées à une mauvaise connaissance sismologique en général ou à une mauvaise connaissance géotechnique des sols en place.

Cet après-midi, j'ai un peu eu l'impression que tout allait bien dans le meilleur des mondes ; je vais être un peu plus négatif pour ce qui concerne la situation en matière d'évaluation de l'aléa sismique.

En effet, il me semble qu'il peut arriver que cet aléa soit sous-estimé et qu'il y a deux moyens d'y remédier.

Le premier moyen a été évoqué ce matin par Denis Hatzfeld quand il a parlé du réseau accélérométrique. Je ne reviendrai pas sur l'intérêt scientifique qui existe. Je soulignerai simplement le fait que, par rapport aux pays à sismicité à développement comparable à celui de la France (je pense à la Suisse, à l'Espagne, à l'est des Etats Unis), la France a un retard flagrant, qui a été dénoncé depuis un certain nombre d'années et qui, à mon avis, n'est pas encore comblé.

La DRM fait des efforts pour financer un embryon de réseau accélérométrique, mais il est certain que le point le plus délicat est le financement d'un tel réseau. Diverses solutions ont été envisagées et il semblerait que la puissance publique puisse être davantage appelée à la rescousse, différents ministères étant concernés.

On pourrait également penser à d'autres sources de financement, comme par exemple les sommes récoltées depuis un certain temps au titre de l'assurance sur les catastrophes naturelles et qui, jusqu'à maintenant, n'ont servi qu'à indemniser.

On m'a dit que cela ne pouvait pas se faire pour de nombreuses raisons ; peut-être mais, pour le citoyen lambda, il semblerait normal que l'on utilise une partie de ces sommes pour faire de la prévention.

Dans d'autres pays comme la Californie, il y a des taxes modiques sur les constructions neuves (0,014 % soit 140 F pour une construction de 1 MF, un peu moins que la taxe sur les produits pétroliers) pour financer l'ensemble du réseau accélérométrique.

Il me semble donc que nous avons des actions à mener et que la situation pourrait être améliorée.

Un autre moyen pour éviter une sous-estimation de l'aléa sismique est précisément de faire du microzonage sismique.

Denis Hatzfeld a montré ce matin un exemple d'effet-type important à Mexico. Mexico est un cas assez exceptionnel mais il en existe de semblables ; nous avons vu un exemple à Kobé tout à l'heure.

Ce genre d'effets des conditions particulières de sol est pris en compte de manière forfaitaire dans les réglementations actuelles et dans les projets de réglementations nouvelles.

Ces réglementations, qui sont forfaitaires au niveau national, ne peuvent pas prendre en compte chaque cas particulier et, pour essayer d'améliorer cette situation, nous avons pensé à des techniques de microzonage sismique.

C'était prévu dès 1982 en France par la loi sur les assurances catastrophes naturelles, et un programme PER (Plans d'exposition aux risques sismiques) a été lancé et a démarré au début des années 80.

A mon avis, ce programme était une très bonne idée. Il y a d'ailleurs de tels programmes au Japon et, depuis le début des années 90, aux Etats Unis.

Il faut bien avouer qu'en France, cela n'a pas été un franc succès, parce que relativement peu de communes ont été concernées par ce genre d'étude. Il s'agissait de communes du sud-est de la France, de relativement petite taille. Aucune grande agglomération située en zone sismique n'a été concernée, que ce soit Nice, Aix-en-Provence, Strasbourg, Grenoble ou Perpignan, etc.

Autre lacune: même si des études techniques assez poussées ont été faites, il est souvent apparu des problèmes au niveau de la transcription des résultats de ces études en termes réglementaires. Cela souligne l'intérêt d'une bonne participation des représentants locaux, des élus, des services techniques, éventuellement des bureaux d'études locaux. Tout le monde doit se sentir concerné au niveau local.

Selon mes informations, le programme PER serait remplacé à terme par un programme qui s'appellerait PPR (Plans de prévention des risques). Je souhaiterais que, pour ce nouveau programme, on essaie d'éviter les écueils rencontrés par les PER.

Pour le premier écueil, il faudrait dégager des financements un peu plus décents que précédemment.

Pour le deuxième écueil, il faudrait s'attaquer aux grandes agglomérations.

Pour le troisième écueil, il faudrait faire participer de façon importante tous les représentants locaux (techniciens, élus, etc.).

Pour terminer, je citerai un exemple qui combine à la fois ces aspects réseaux accélérométriques et microzonage : le cas de Mexico.

L'effet de site y était considérablement sous-estimé avant le séisme de 1985 et, depuis, deux actions ont été entreprises par les autorités mexicaines :

- Dans la ville de Mexico, on est passé d'une dizaine à une centaine de stations accélérométriques.

- Une étude de microzonage de la ville de Mexico a été faite. Elle est un peu plus fine que la précédente et a permis de remonter considérablement les niveaux spectraux de dimensionnement.

M. le Président - Merci.

Monsieur Coin, d'aucuns prétendent que les entreprises de travaux publics seraient réfractaires aux nouvelles normes. Ce n'est pas mon cas, mais certains pourraient le croire. Qu'en pensez-vous ?

M. André COIN (Directeur technique SAE) - Je vais tenter de vous montrer le contraire. Les entreprises de génie civil et de bâtiment, que je représente ici, puisque je représente le syndicat SN Bâti, qui regroupe les plus grandes entreprises, ont toujours été concernées par la protection parasismique et son évolution.

Dans ce domaine, nous sommes intervenus dans les trois principaux postes suivants :

1. Participation à la normalisation

Nous participons à toutes les réglementations qui concernent les séismes, c'est-à-dire que nous faisons partie de la Commission de normalisation parasismique, et nous avons été l'un des membres les plus actifs dans la rédaction des nouvelles règles NFPS 92, qui doivent se substituer aux anciennes.

J'ouvre une parenthèse pour répondre à Monsieur Bourrier : ces nouvelles règles proposent le choix dans les différents modes de construction et les règles spécifiques à chaque matériau sont traitées pour les mêmes niveaux de protection sismique. Le choix peut donc être laissé quant aux matériaux à utiliser.

En second lieu, nous intervenons dans le groupe miroir français qui suit les travaux d'Eurocode 8, dont Monsieur Bisch a parlé, et nous serons partie-prenante et sans doute déterminante au moment de l'élaboration du document national d'application qui permettra l'utilisation de ce code en France, d'abord de façon provisoire et peut-être ensuite de façon définitive.

2. Contribution à la recherche

La Fédération nationale du bâtiment, dont le SN Bâti fait partie, et le service technique d'étude des routes et autoroutes (SETRA), financent annuellement des recherches concernant le bâtiment et le génie civil.

Une partie notable de ces recherches concerne les problèmes sismiques. Par exemple, les recherches de ces dernières années ont traité du comportement cyclique du béton armé et de la conception des piles de ponts.

En 1992-93, le SN Bâti a été responsable d'une recherche importante, dite "opération Casbah", aidé par le ministère de la recherche, avec la collaboration du CEA, et de tous les centres de grandes écoles françaises, ainsi que de quelques experts nationaux.

Cette importante recherche a porté sur la stabilité des bâtiments courants et les résultats de cette recherche ont été pris en compte dans les règles PS 92, et une extension de cette recherche est maintenant prévue.

3. Devoir de conseil en ce qui concerne les surcoûts sismiques éventuels

Comme c'est d'usage à chaque fois qu'un nouveau règlement sort, le SN Bâti considère qu'il est de son devoir d'estimer le surcoût éventuel d'application de ce nouveau règlement par rapport au règlement antérieur.

Nous n'avons pas manqué de le faire en ce qui concerne les règles PS 92, par une étude simplifiée. Actuellement, nous allons intervenir dans le cadre d'un groupe à l'initiative de la Direction de l'habitat et de la construction, pour poursuivre cette étude économique plus fine sur la base d'opérations expérimentales présélectionnées.

Le résultat de cette étude économique permettront de savoir ce qu'il en est du surcoût éventuel d'application des nouvelles règles par rapport aux anciennes et, en tout cas, donneront la possibilité aux pouvoirs publics de choisir sereinement le niveau sismique auquel ils entendent que les constructions soient protégées en France.

Il est évident que, s'il y avait surcoût, les entreprises considèrent qu'il devrait être pris en compte au niveau de la maîtrise d'ouvrage concernée.

M. le Président - Je vous remercie.

Je propose de passer maintenant à un débat pour que ceux d'entre vous qui le souhaitent puissent s'exprimer sur ce qui vient d'être dit. Je vous propose dix minutes de débat sur la construction et sa périphérie.

Après un exposé que nous fera Monsieur Collin sur l'information de la population, nous accorderons ensuite dix autres minutes à ce sujet qui nous concerne tous, sachant qu'en France, un effort particulier est à fournir.

Puis nous passerons à la dernière table ronde, consacrée à la gestion de la crise.

Débat sur la construction et sa périphérie

M. Pierre MOUROUX - Je voudrais parler des problèmes posés par le microzonage sismique, à la suite de l'intervention de Pierre-Yves Bard.

Dans la loi de 1982, il avait été proposé que soient réalisés des plans d'exposition aux risques. En fait, dans ces plans, il y a deux parties : une partie technique (le microzonage sismique) et une partie plutôt technico-administrative où il faut des relations entre les techniciens et les décideurs locaux pour aboutir à la rédaction des plans d'exposition aux risques.

Il y a environ 50 microzonages sismiques dans le sud-est de la France. Dans la phase terminale, il y a une dizaine de plans d'exposition aux risques, qui concernent essentiellement de très petites communes.

Par exemple, à Salon-de-Provence, où il y a un microzonage sismique, il n'y a pas de plan d'exposition aux risques. Le plan d'exposition aux risques de Manosque, ville de 20.000 habitants dans le val de Durance, est maintenant pratiquement terminé et entériné, et on va prendre des coefficients de sol en compte, ce qui a été souligné par Pierre-Yves Bard.

Cela commence donc à être bien dans les esprits et je pense que, dans les plans de prévention des risques qui vont venir, ce sera de routine.

On a beaucoup parlé de ce qui se passait en métropole mais pas de ce qui se passait dans les Antilles. Or, dans cette région, il y a également eu des microzonages sismiques. Il n'y a pas encore de plans d'exposition aux risques.

Un plan est en cours sur Fort-De-France mais, depuis qu'il y a un microzonage sismique sur Fort-De-France, alors que des zones particulièrement sensibles avaient été mises en évidence, où la vulnérabilité des constructions était grande (zones de la bordure de Fort-De-France, qui ont en particulier des problèmes de glissements de terrain); il y a aussi des problèmes de réponses de sites très importants au centre de Fort-De-France mais rien n'a été fait jusqu'à présent alors que les autorités sont bien au courant de ces problèmes, en particulier en ce qui concerne la rénovation et la réhabilitation de ces quartiers.

Je pense donc qu'il est temps que l'on mette l'accent sur le fait qu'il faut appliquer ces microzonages sismiques pour des recommandations et des aménagements pratiques dans ces régions.

M. le Président - Merci d'avoir parlé des Antilles. Se trouve parmi nous Monsieur Franck Hubert, architecte représentant le Conseil de l'ordre des architectes de la Martinique, qui m'a communiqué une recommandation très intéressante, et qui rejoint tout à fait la préoccupation que vous venez d'exprimer.

M. Pierre MOUROUX - Sur Pointe-à-Pitre une étude de scénario de risque sismique est actuellement en cours, tout comme à Nice, dans une zone-pilote.

Je pense que ces études sont également très intéressantes. Elles vont essayer de montrer quels sont les sols qui vont répondre de telle ou telle manière, comment vont répondre certains types de constructions, ceci vu de façon statistique, pas point par point.

Cela peut resensibiliser les décideurs et les maires locaux, d'une manière générale, et cela peut aussi donner des indications sur la tenue des fameux ouvrages de catégorie D dont parlait Monsieur Tanzi tout à l'heure. Ils seront analysés plus à fond pour être pris en compte tout de suite.

M. le Président - Merci. Pour conclure sur l'habitat, Monsieur Contat ou Monsieur Doury, de la Direction de l'habitat, pourraient intervenir.

M. Serge CONTAT - (Chef du bureau qualité et prévention, Direction de l'habitat et de la construction)

Le sujet est très loin d'être fermé. Nous avons évoqué l'existant dans les actions que nous avons en perspective. Il s'agit tout d'abord du passage des règles 69 aux règles 92, les premières étant effectivement bien anciennes. L'amélioration de la connaissance du phénomène sismique a été telle que je pense qu'il est raisonnable d'actualiser ces cotes de calcul, en ayant bien à l'esprit que ces règles doivent être partagées par l'ensemble de la filière de la construction.

En étudiant ce passage, nous aurons le souci d'être très attentifs à ces conditions d'application et à la pédagogie qui sera réalisée autour ce passage.

Dans cette perspective, nous menons un certain nombre d'actions avec les fédérations professionnelles de manière à ce que tous les participants au niveau de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'oeuvre, des entreprises et des contrôleurs techniques, aient le réflexe parasismique.

En faisant un premier tour de France de la question, on se rend compte que la culture parasismique existe dans certaines régions mais pas dans d'autres, où tout reste à faire.

La connaissance du décret de 1991, évoqué par Jacques Tanzi, qui s'applique, est assez vague. Nous avons donc un très gros effort de pédagogie à faire.

Du côté Direction de la construction, depuis 1991, nous avons commencé à agir en organisant des journées régionales et locales réunissant l'ensemble des professionnels, et je pense que nous devons continuer à faire cet énorme effort d'investissement en pédagogie au niveau local.

Nous serons attachés à le faire. Notre rôle est double : afficher aussi clairement que possible l'aléa à prendre en compte et accompagner cet affichage d'un message pédagogique très fort.

Le deuxième chantier en perspective est la prise en compte d'une manière un peu plus efficace de tout ce qui tourne autour du microzonage. Nous aurons maintenant des textes en meilleur état de marche au titre de la loi de prévention des risques naturels qui vient d'être votée.

Un petit toilettage du décret est à réaliser pour que toutes les réflexions relatives à tout ce qui est microzonage puissent être un peu plus efficaces.

Sur l'habitat existant, nous avons délivré un message - et nous continuerons à le faire - sur quelque chose qui peut paraître évident dans cette enceinte mais qui ne l'est parfois pas sur le terrain : dès qu'il y a intervention sur l'habitat existant, sur les constructions existantes, il faut veiller à ne pas faire de retour en arrière en termes de sécurité.

Sur des installations et installations classées, je suis persuadé qu'on a ce réflexe. Sur les constructions habituelles, il faut faire passer un message très fort sur ce thème et, dans un certain nombre de cas, sur les bâtiments, on discute encore sur le niveau exact où se situera la barre.

Mais, dans un certain nombre de cas, dès lors qu'il y a transformation très importante de la structure sur les bâtiments de classe C et D (par exemple dans certaines constructions on ne laisse que les quatre murs et on refait tous les planchers), les règles parasismiques ne s'appliquent pas.

Nous avons engagé une réflexion pour qu'en cas de transformation significative de bâtiments, ils répondent désormais à des normes parasismiques. Ce problème est tout à fait important, puisqu'on a un problème de stocks en France (26 millions de logements et construction de 300.000 par an).

Le problème de l'existant est donc crucial. Nous avons en la matière l'objectif de lancer le mouvement d'accroissement progressif du niveau de sécurité.

M. Jean-Louis DOURY (Chef de la division stabilité des structures au CSTB, Centre scientifique des techniques du bâtiment) - Pour donner suite aux propos de Monsieur Contat, je dirai que la façon de commencer à toucher l'existant va se traduire dans le nouvel arrêté, qui se substituera à l'ancien et qui introduira l'application obligatoire des règles PS 92 à la place des règles PS 69, comme vient de le dire Monsieur Contat, pour les transformations.

Il s'agira de savoir ce qu'on appelle "bâtiment nouveau", à partir de quand un bâtiment existant beaucoup transformé deviendra un bâtiment nouveau.

D'une façon générale, les règles PS sont un peu compliquées, parce que les constructions en zone sismique sont calculées en statiques et on voit apparaître là des calculs dynamiques où, même pour les calculs simplifiés de façon à ne pas faire directement de la dynamique, l'appréhension de ces modes de vérification n'est tout de même pas donnée à tout le monde.

On voit difficilement la possibilité d'imposer ces règles, qui viennent en supplément de l'application des règles normales de construction, à de tout petits constructeurs (artisans et maçons qui construisent des petits bâtiments ça et là).

De ce fait, à côté des règles PS, il a été créé de règles tout à fait simplifiées, qui sont en fait des dispositions constructives applicables aux petits bâtiments (à un ou deux niveaux et éventuellement un troisième semi-enterré) et qui sont une "digestion" des règles PS, faites à l'avance et très simplifiées au niveau de la sécurité.

Ce sont des règles-enveloppe qui permettent à un artisan, pour des bâtiments construits dans des zones de sismicité n'excédant pas la zone 2 (c'est-à-dire notre hexagone), de savoir directement qu'il doit construire en mettant des fers de telle dimension à tel endroit, etc.

Ces règles permettent d'être exonéré de l'application des règles PS normales, mais elles ne sont pas destinées à construire parasismique. L'idée de base est la suivante : si elles sont respectées on peut dire qu'on est parasismique ; si elles ne le sont pas, mieux vaut regarder de plus près en appliquant les règles lourdes que sont les règles PS.

M. Victor DAVIDOVICI - Je voudrais insister sur les propos que viennent de tenir Serge Contat et Jean-Louis Doury sur les bâtiments existants.

Le Conseil général des Ponts et chaussées étant conscient du problème de l'application de la réglementation, quelle qu'elle soit, au niveau de l'existant, il a créé une commission d'analyse des cas, qui est à la disposition des DDE, des préfets, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'oeuvre, pour les aider dans l'application de la réglementation dans le domaine des bâtiments existants essentiellement.

En second lieu, je voudrais revenir sur les nouvelles règles parasismiques PS 92 ; vous avez bien senti qu'elles n'étaient pas appliquées pour l'instant, qu'elles le seraient lorsque l'arrêté serait signé.

Si la puissance publique retarde cette signature pour juger sereinement des accélérations nominales qui ont été proposées, c'est une manière indirecte de remettre en cause le règlement lui-même.

Les accélérations nominales ont été proposées par l'Association française de génie parasismique sur commande du ministère de l'environnement. C'est donc la puissance publique qui a confié une étude à l'Association française de génie parasismique et qui a eu l'accord de la majorité de la communauté scientifique en France.

Ces accélérations nominales ont été prises en compte parce qu'elles ne peuvent pas être dissociées du règlement. Or, le règlement, qui a été conçu après, avec tous ceux qui vont participer, a été fait à partir d'accélérations nominales choisies.

Si on court après l'étude économique qui se met en place, sachant que le coût est de 3 ou 5 ou 6 %, comment la puissance publique va-t-elle juger sereinement si elle applique ou pas la réglementation ? Tel est l'enjeu.

On reste avec le PS 69 en 1995, 1996, 1997, etc. et, un jour, on nous demandera pourquoi on continue avec le PS 69.

M. le Président - Messieurs Collin et Masure, s'agissant de l'information et de la formation, qu'en est-il actuellement et, surtout, que faudrait-il faire ?

*** L'information et la préparation des populations**

M. Claude COLLIN (Directeur de l'Institut de prévention et de gestion des risques urbains) - C'est un vaste programme. Les collectivités locales ont l'habitude de raisonner en matière de zonage et d'aléa et, à partir de là, de raisonner en matière d'identification de risque, de prévention et de planification.

Il est clair que la prévision est également un secteur qui les intéresse. Il n'est que de voir ce que font les collectivités locales, par exemple en matière de veille sur certains types de risques comme le risque hydrométéorologique.

A partir de là, sur ce risque particulier qu'est le risque sismique, on ressent une forme de frustration, d'ailleurs d'autant plus importante que ce matin nous avons perdu nos dernières illusions puisque, dans la détermination des éléments annonciateurs, nous pensions avoir trouvé des solutions mais nous sommes maintenant convaincus que, comme l'a dit mon voisin, "cela arrivera à un moment précis, on ne sait pas où, on ne sait pas quand mais on y aura droit".

Cela va encore plus loin par le fait que, quand on constate la relation entre la ville et l'université (je parlerai par exemple du réseau sismique Provence, qui applique un certain nombre de mesures dans notre région), on se rend compte qu'une ville comme Marseille, par

exemple, qui est classée en zone 0, n'est pas tant que cela en zone 0 puisque le réseau Provence en question détecte de temps en temps de petits mouvements.

Finalement, on s'aperçoit que les zonages qui sont donnés ne sont pas forcément définitifs.

Mais, au-delà de cela, il ne reste pas moins vrai que, depuis les lois de décentralisation, les maires ont un certain nombre de pouvoirs, qu'il faut assumer.

Dès l'instant où le porter à connaissance est fait par l'état en matière de risques, que ce soit par un plan d'exposition aux risques ou un plan particulier comme cela viendra par la suite, il ne reste pas moins vrai que la responsabilité est entièrement engagée.

A ce sujet, dans un domaine aussi complexe que le risque sismique, je pense qu'il faudra un jour évoquer les partages de compétences entre l'état et les collectivités territoriales.

En effet, porter à connaissance, c'est bien ; nous aurons donc des zonages et grâce aux microzonages, nous aurons également des données plus précises qui nous permettront de réglementer les sols en particulier, mais je reste un peu circonspect quand on sait les difficultés de déclinaisons au plan d'occupation des sols, et, sans revenir à la discussion, aux difficultés que nous avons de réglementer les sols. Je me pose donc des questions.

Votre question est plus directe et concerne la formation préventive. Il est clair que c'est bien une donnée des collectivités locales. En effet, la collectivité locale est bien sûr le lieu immédiatement accessible ; c'est la référence immédiate des populations puisque, par définition, c'est là que se trouve le maire et ses adjoints. C'est là que l'on va chercher le renseignement.

Je tiens à rappeler que la première question que poseront les populations consistera à savoir si elles se trouvent dans des zones "susceptibles de..."

La deuxième question consistera à savoir ce qui a été prévu pour "faire en sorte que..."

Cela signifie qu'une préparation très importante est à mettre en place. Par exemple, en ce moment, nous revoyons avec la direction de la sécurité civile tout ce qui concerne les plans de secours, qui ne sont pas tout à fait adaptés. Par voie de conséquence, il est nécessaire de faire en sorte qu'on puisse créer un plan de secours municipal qui intègre ce type de risques. Ces questions importantes doivent être réglées avant d'arriver à une information préventive car, face à une population, il est hors de question de se dire qu'on a des doutes, etc.

Je pense personnellement qu'un immense effort est à faire et que les collectivités locales sont preneurs de ce type d'effort puisque - Monsieur Masure en parlera plus longuement que moi -, avec la DIPCN, nous montons des opérations de sensibilisation des élus locaux, des fonctionnaires et des aménageurs territoriaux. Nous l'avons fait sur le risque pluvial ; nous allons le faire sur le risque sismique.

Je pense donc qu'un domaine nouveau, en quelque sorte, s'ouvre aux collectivités locales et qu'il reste maintenant à oeuvrer. Ce ne sera pas très facile et, quand on mesure ce qu'est le retour de l'information préventive pour des risques beaucoup mieux identifiés (je pense en particulier au risque industriel), on peut rester légèrement dubitatif.

Tout à l'heure, je posais une question à propos de Kobé parce qu'elle me paraît fondamentale. J'avais entendu dire, comme beaucoup, qu'au Japon, le public était particulièrement sensibilisé face aux risques, en particulier au risque sismique.

J'avais entendu dire que tout Français qui débarque au Japon se voit offrir une démonstration de ce qu'il en est, dans un véhicule spécialement adapté, etc.

Ma question immédiate est la suivante : dès l'instant où nous avons le sentiment qu'une bonne information préventive doit se faire, bien en amont des personnes concernées (l'information préventive sur le risque est une affaire presque scolaire, si j'ose dire ; au même titre que la sécurité routière), je me demande si les populations japonaises ont bien réagi, si les individus ont bien appliqué ce qui leur avait été expliqué (se cacher sous les tables, etc.).

C'est un peu ce type de renseignement qui nous est nécessaire car, sur l'information préventive, indépendamment de toutes les données techniques qu'il convient de mettre en oeuvre et de connaître, il y a cet aspect particulier de la recevabilité du message d'information par les populations. Or, c'est une autre histoire.

M. Philippe MASURE (Directeur risques majeurs au BRGM, vice-président du Comité français de la DIPCEN) - Pour compléter les propos de Monsieur Collin, j'irai aussi dans le sens de la réflexion de Pierre-Yves Bard. Ce matin, nous avons ressenti un certain doute au niveau des connaissances scientifiques. Cet après-midi, nous avons eu beaucoup plus d'impression de sérénité ou d'assurance mais, au fur et à mesure des discussions, cette assurance apparaît comme relativement superficielle.

Vis-à-vis du risque sismique, en particulier en France métropolitaine, ce qui nous menace à l'heure actuelle, c'est l'inaction, qui a été abordée par divers intervenants.

On a mis en place toute une série de réflexions qui ont débouché sur des règles, en particulier constructives, ou sur des pratiques que nous souhaitons toujours voir appliquées, en particulier en matière de microzonage, ce qui est absolument indispensable.

Mais tout ceci est de l'ordre du discours et n'a pas de réalité effective, hormis le cas particulier des centrales nucléaires et des installations "Seveso", que nous espérons pour les années qui viennent.

Pour les constructions normales et, finalement, pour l'ensemble de la réduction du risque sismique, pratiquement tout reste à faire.

Ceci n'est pas spécifique au cas de la France. Au niveau de la Décennie internationale de prévention des catastrophes naturelles et vis-à-vis de l'ensemble des phénomènes naturels dangereux, on constate la même chose.

Une action de base fondamentale est à développer et c'est probablement celle qui est prioritaire : l'action d'information et de sensibilisation aux risques, ainsi qu'à l'intérêt et à l'importance de la prévention.

Monsieur Collin vient de l'aborder ; le législateur français ne s'y est pas trompé non plus puisque, dans la loi de 1987, évoquée cet après-midi, on a prévu un volet sur le droit des citoyens à l'information préventive.

Personnellement, je pense que le décret d'application présenté le 11 octobre 1990 est très peu adapté à la réalité et à une mise en oeuvre efficace.

En effet, on est un peu en face du même problème que celui que l'on a connu pour les plans d'exposition aux risques : c'est une organisation qui fait la part des choses et qui les distingue entre ce qui revient à l'Etat et ce qui revient aux maires, au niveau local, tout ceci dans un cadre assez mal défini, avec encore infiniment peu de financement.

Il est certain qu'il faut reprendre cet aspect, que ce soit dans le cadre de ce rapport sur la sismicité ou, d'une manière un peu plus générale, sur l'ensemble des stratégies de prévention dans notre pays.

On a également parlé de formations. Il faut organiser ces formations, nécessaires qu'il s'agisse des constructeurs ou des autres intervenants dans l'acte de construire et dans les actions de prévention.

En France, une organisation fonctionne relativement bien : celle des secours. Tout ce qui précède, en particulier tous les aspects préparatoires, laisse encore à désirer. En particulier, en matière de réduction des catastrophes naturelles, on néglige un peu un volet très important : la préparation à la gestion de crise. Elle est relativement bien faite au niveau des services de l'Etat mais elle n'est pas suffisamment coordonnée ni concertée au niveau local, au niveau des communes.

Je ne parle pas des grandes communes comme celle de Marseille, où Monsieur Collin sert de référence au niveau de l'Etat, au niveau central. Je pense plutôt aux petites et moyennes communes. Notre réglementation ne fait pas de distinction entre les grandes, les moyennes et les toutes petites communes. Or, dans les 36.600 communes que connaît la France, une grande majorité n'a pas les moyens internes de se préparer aux crises.

Cette préparation aux crises doit également intégrer les populations concernées et aucun règlement français n'existe et aucune pratique n'est encore mise en oeuvre.

Dans les pays étrangers qui connaissent beaucoup plus fréquemment des situations de catastrophes, il y a des références tout à fait intéressantes d'organisation au niveau de cellules, de quartiers, de bassins de risques. Il est nécessaire de mettre également cela en place en France.

Dernier volet sur l'importance de la formation et de la sensibilisation aux risques et à la prévention : sans une culture de prévention et de sensibilisation aux risques, il n'y aura pas d'application des règlements. En particulier, lorsque l'application ou la prise en compte de ces règlements est relativement difficile.

Débat

M. le Président - L'un d'entre vous veut-il répondre à l'interrogation sur le Japon, à propos des réactions de la population ?

M. Jean-Pierre MENEROUD - En réponse aux propos de Monsieur Collin, je voudrais indiquer brièvement ces réactions.

Les discussions que nous avons pu avoir avec un certain nombre d'habitants de Kobé montrent que, dans cette ville, les citoyens n'étaient pas du tout préparés et n'avaient pas de réflexes conditionnés en cas de séisme. Je doute que beaucoup se soient précipités dans les endroits de survie aménagés.

Mais il faut tout de même remarquer que l'on a quelques secondes pour réagir à un séisme et qu'il ne faut donc compter que sur des réflexes. On n'a pas le temps de réfléchir.

Or, les réflexes s'entretiennent quasiment quotidiennement. Je ne pense pas que l'on puisse maintenir, avec des périodes de retour de 100 ou 200 ans, des réflexes conditionnés permettant de réagir en quelques secondes à une secousse sismique.

Les populations de Tokyo sont-elles mieux préparées ? Le futur séisme nous dira comment elles auront réagi.

M. Martin KOLLER - Il ne faut pas oublier qu'ils étaient endormis...

M. Claude BOUTIN - Mon collègue responsable du bureau Veritas de Kobé, m'a raconté qu'il était couché, qu'il dormait, qu'il a été précipité en bas de son lit, que cela lui a paru durer une éternité, qu'il pensait que cela n'allait jamais finir. Lorsque cela s'est arrêté, il s'est relevé, sa famille allait bien, il est sorti sur le palier, il a rencontré des voisins, tout le monde est sorti dans la rue ; l'immeuble n'avait rien ; tout était intact. Voilà pour un immeuble qui a peu souffert.

Que dire des immeubles davantage secoués ? Je ne pense pas qu'il y ait de réflexe conditionné ou d'éducation préalable qui puisse être efficace, surtout lorsque les populations sont endormies et prises au dépourvu.

M. Murès ZAREA - Je voudrais apporter un complément, notamment en ce qui concerne la prévention et peut-être cette appréciation concernant l'aspect serein de l'exposé sur la mission et les doutes des autres personnes.

Je pense que, maintenant, au niveau de la prévention, le grand travail qui nous attend est d'essayer de tirer des enseignements, d'analyser exactement ce qui s'est passé à Kobé, et de faire l'analyse en des termes spécifiques à la France. Il y a là un sujet de travail et de réflexion assez important.

M. le Président - Merci de cette table ronde sur la prévention, thème qui constitue bien sûr la partie centrale de notre rapport.

3. LA GESTION DE LA CRISE

Le déblaiement, la recherche de survivants. La médecine de catastrophe. L'organisation des plans de secours est-elle bien adaptée ? La coopération européenne existe-t-elle ?

M. le Président - Nous abordons maintenant la gestion de la crise et les plans de secours. Celles et ceux avec qui j'ai eu l'occasion de m'en entretenir savent que, dans ce rapport, nous envisageons de défendre l'idée selon laquelle il faudrait un plan de secours spécifique aux séismes; en effet, la plupart des secours en France sont construits sur la base du plan ORSEC, lui-même bâti sur l'utilisation d'un certain nombre de structures qui risquent toutes de voler en éclat en cas de séisme. Peut-être la parade essentielle ne se retrouve-t-elle donc pas dans le plan ORSEC.

C'est de cela que nous souhaitons parler pour fixer nos idées sur les questions suivantes :

- Comment doit-on organiser les secours ?
- Quel est l'état des forces ou des faiblesses françaises en la matière ?
- Y a-t-il une concertation européenne des secours en cas de catastrophe naturelle et particulièrement de séisme ?
- Comment voyez-vous les choses et quels éléments humains, sociaux, sociologiques complémentaires doit-on apporter à notre réflexion ?

Ayant placé les deux premières tables rondes sur l'actualité de Kobé, nous pourrions continuer. Cher ami suisse, peut-être pourriez-vous nous dire ce que vous avez pensé des secours. Nous n'allons pas baser notre réflexion sur ce qu'il faut faire ou pas par rapport à ce cas précis mais, selon les informations que nous avons eues, il semble que les secours à Kobé ont connu quelques dérapages.

Les doit-on à la configuration japonaise, qui est très rigoriste et qui a des difficultés à sortir des schémas prédéfinis, ou cette région était-elle moins bien préparée à une catastrophe de cette nature que d'autres régions du Japon ? Peut-être les informations que vous nous apporterez induiront-elles mieux le débat franco-français du secours.

*** Les opérations de secours à Kobé**

M. Martin KOLLER (Conseiller technique de la mission suisse de sauvetage à Kobé, membre de la SGEB, Société suisse de génie parasismique et de la dynamique des structures) - Je vais vous rapporter quelques observations faites au cours des opérations de secours à Kobé, observations que résume ce transparent (document 58).

J'étais sur place, avec l'aide suisse en cas de catastrophe, avec 12 chiens et 26 personnes, mais sans sauveteurs, sans matériel lourd, selon le souhait du gouvernement japonais.

Nous avons commencé notre travail 55 heures après le séisme, avec 24 heures de retard par rapport à ce que nous aurions pu faire, parce que le gouvernement japonais n'était pas conscient de l'envergure de la catastrophe dès le début.

J'essaie tout simplement de vous présenter quelques problèmes que nous avons rencontrés ainsi que quelques points forts.

Mais les problèmes, c'est aussi une critique et je voudrais rappeler que le fait de critiquer est infiniment plus facile que celui de faire mieux. Je ne suis pas du tout convaincu que les choses passeraient mieux en cas de catastrophe de cette envergure, que ce soit en France ou en Suisse.

Evidemment, pour nous, le problème principal était d'abord la différence culturelle. Nous avons pu observer un mécanisme de décision très lourd du côté japonais. Quand nous avons voulu changer quelque chose, il fallait discuter, presque pendant des heures.

OBSERVATIONS FAITES LORS DES OPERATIONS DE SECOURS A KOBE

Aide suisse, avec 12 chiens et 26 personnes, mais sans "sauveteurs" :
arrivée sur place 55 heures après le séisme

Problèmes rencontrés

- "Différence culturelle"
 - . Mécanisme de décision lourd
 - . Réticence vis-à-vis de décisions non conformes
- Service de renseignements
 - . Gestion de l'information sur les lieux sinistrés (pas de PC sur place)
 - . Pannes de communication police <-> pompiers
- Dégagement d'axes pour les véhicules d'intervention urgente
- Matériel : manque de moyens d'éclairage de secours

Points forts

- Solidarité, absence de pillages
- Acheminement et distribution de vivres
- Centrales mobiles de télécommunication par satellite
- Mise à disposition de matériel lourd
- Matériel personnel : bons masques à poussière

A retenir : en cas de tremblements de terre

- ***Pannes et dégâts immédiats sur tous les fronts***
- ***Ce qui arrive ne correspond JAMAIS aux scénarios pré-étudiés***

Dans la culture japonaise, il y a certainement une réticence aiguë vis-à-vis de décisions non conformes.

Un problème était posé par la quasi-absence des services de renseignement ainsi que par l'absence de poste de commandement sur les lieux sinistrés. Il n'y avait pas non plus, comme ce serait le cas -nous l'espérons- chez nous, de cartes par lieu sinistré où l'on note tout ce qui est important.

En conséquence, avant d'envoyer les chiens, il fallait toujours s'informer pour savoir s'il y avait des chances ou pas de trouver des personnes. Nous avons promené nos conducteurs de chiens dans la ville pendant tout un après-midi, et, lorsque nous sommes arrivés sur place, nous avons pu être informés que tout avait été fouillé au moins deux fois et qu'il n'était pas nécessaire de recommencer.

Il y avait aussi des défauts évidents de communication entre la police et les pompiers. Par exemple, quelqu'un a informé les pompiers que deux personnes étaient encore disparues à tel endroit, et on les a trouvées peut-être douze heures plus tard. Les pompiers l'ont su, mais pas les policiers.

Tels étaient les problèmes fondamentaux et principaux qui ont parfois entraîné des priorités douteuses. En effet, on s'est souvent occupé de choses qui n'étaient pas de première urgence.

J'ai également pu constater un problème en matière de dégagement d'axes pour les véhicules d'intervention urgente. Tout au début, lorsque nous sommes arrivés, il était pratiquement impossible de se déplacer dans la ville, même avec les voitures d'urgences, munies de gyrophares, etc. On avançait peut-être d'un kilomètre par demi-heure.

Ce n'est qu'à partir du quatrième ou cinquième jour après le séisme que les policiers ont systématiquement libéré une voie pour la réserver aux véhicules d'urgence.

De ce fait, le meilleur moyen de transport était le vélo, mais il n'y en a pas eu assez.

En ce qui concerne le matériel, nous avons eu un manque de moyens d'éclairage et de secours pour travailler la nuit. Nous aurions pu utiliser des voitures mais on ne pouvait souvent pas accéder aux lieux sinistrés en voiture parce qu'au Japon les voies d'accès sont souvent des ruelles très étroites, et elles étaient complètement bloquées par des débris.

Les points forts ont été une solidarité étonnante parmi la population et une absence quasiment totale de pillage, ce qui libère les forces de l'ordre pour des tâches plus importantes.

Contrairement à ce que l'on constate par exemple aux Etats Unis, on n'a pas vu un seul policier protéger les biens d'une maison effondrée. Il y a certainement eu quelques pillages quelque part, mais nous n'en avons pas vu et nous n'avons pas eu connaissance de plaintes en la matière.

L'acheminement et la distribution des vivres nous ont paru assez bien organisés, contrairement à ce qu'on a pu lire parfois. Les habitants pouvaient plus ou moins en trouver et le manque se situait plutôt au niveau de l'information.

Ce qui nous a également impressionnés, c'est qu'à partir du quatrième jour, il y avait un peu partout des centraux mobiles de télécommunication par satellite, que l'on pouvait utiliser gratuitement.

C'est exactement le contraire que nous prévoyons en Suisse puisqu'en cas de catastrophe, on coupe les particuliers du réseau téléphonique parce que l'on pense, à juste titre, que les centraux vont s'effondrer.

Mais je pense que cela a constitué un élément très important pour rassurer les populations, qui ont pu s'informer sur des parents ou des connaissances.

Le point le plus étonnant a été la mise à disposition de matériel lourd. Je n'ai jamais vu autant de marteaux piqueurs. La partie de 500 mètres d'autoroute qui avait basculé a complètement disparu en dix jours.

Mais il faut aussi savoir que c'était le point critique pour l'acheminement de l'aide à partir d'Osaka. Cette autoroute comportait quatre voies et huit voies en dessous, et tout était bloqué à part deux voies.

Pour le matériel personnel, nous n'avons trouvé que les masques à poussière japonais étaient nettement meilleurs que les nôtres: simples, efficaces et confortables à porter.

A titre personnel, je retiendrai qu'en cas de tremblement de terre, il faut être conscient du fait que les pannes et les dégâts sont immédiats.

Avec les inondations, on a à la limite quelques heures de réflexion ; dans le cas d'un séisme, c'est le désastre après quinze secondes, et dans tous les domaines (le gaz, les incendies, le manque d'eau pour lutter contre, l'impossibilité d'accès aux lieux sinistrés du fait de l'écroulement des bâtiments sur les axes principaux).

D'autre part, il est peut-être important de retenir de l'expérience de Kobé que ce qui arrive ne correspond jamais au scénario pré-étudié. En cas de tremblement de terre, quand il y a des dégâts dans tous les domaines, il y a tellement de paramètres en jeu que ce qui arrive est toujours différent.

Par conséquent, à mon avis, il faut être conscient de l'importance primordiale de la gestion de l'information. Je pense que c'est le point crucial de cette catastrophe. Sinon, on engage des secours aux endroits où ce n'est plus nécessaire.

En second lieu, il est important d'avoir des mécanismes de décision flexibles et simples.

En troisième lieu, peut-être, il faut essayer d'opérer en unités autonomes. Nous avons regretté d'avoir respecté le souhait du gouvernement japonais de ne pas avoir avec nous les sauveteurs et le matériel semi-lourd, parce que nous étions toujours obligés de travailler avec des personnes d'une culture très différente, et cela a posé quelques problèmes (pas très graves) des deux côtés.

D'autre part, il était excessivement difficile, au début, de se déplacer. Aller chercher du matériel ou des renseignements prenait trois ou quatre heures.

Mme Bernadette de VANSSAY (Sociologue, Ecole des hautes études en sciences sociales) - Combien de personnes de la mission suisse étiez-vous ?

M. Martin KOLLER - Nous étions 26. Il y avait 12 chiens avec les conducteurs de chiens, un observateur de la protection civile et des personnes s'occupant de logistique.

Mme Bernadette de VANSSAY - A votre avis, combien de personnes avez-vous récupéré sous les décombres ?

M. Martin KOLLER - Sur 5.200 morts, nous avons pu en récupérer 18, ce qui est dérisoire. En revanche, il faut tout de même considérer le fait que le principal, c'est l'aspect psychologique pour la population. Chaque fois qu'un chien a marqué une personne, nous avons vu l'énergie resurgir chez les Japonais qui devaient déblayer le site.

M. le Médecin en chef Laurent DOMANSKI (DICA de l'USC 1 de Nogent-le-Rotrou de retour de Kobé) - Je voudrais essayer de résumer l'étude de la gestion de crise. Ce fut malheureusement le seul travail qui nous fut possible, à nous médecins, dans la mesure où nous sommes arrivés le cinquième jour.

Globalement, vécu par moi, médecin -ce fut mon premier tremblement de terre-, le séisme de Kobé est une énorme catastrophe.

C'est une ville longue de 10 kilomètres, dont le bilan a été extrêmement lourd. Toutes ses voies de communication et tous ses moyens de production ont été paralysés. C'est vraiment la pire de toutes les catastrophes que l'on puisse entrevoir.

Dans l'étude de cette gestion de crise, nous avons relevé des détails qui méritent d'être retenus.

La cellule de crise qui a été créée à la demande du Premier Ministre avait entrepris de nombreuses mesures. J'en citerai sept.

En ce qui concerne les secours immédiats, les moyens de secours ont été certainement débordés, en tout cas dans les premières heures, voire les premiers jours. On le comprend quand on voit que les sapeurs pompiers ont été monopolisés par les incendies.

Néanmoins, la population, qui présente un caractère psychologique que nous pourrions peut-être aborder tout à l'heure, s'est auto-organisée et a fait preuve de véritables élan de solidarité.

Je voudrais citer un journaliste du Monde, Monsieur Pons, qui disait en substance, dans un de ses articles : "La population japonaise a traversé cette redoutable épreuve avec une grande dignité et une retenue traditionnelle de l'expression de ses sentiments, avec un sens inné du destin".

Ce sont des personnes a priori fatalistes, mais qui ont fait preuve, à mon sens, d'une solidarité extraordinaire. Je pense que vous l'avez vécu comme moi.

De plus, cette catastrophe a été compliquée par des incendies, et les pompiers n'avaient pas d'eau.

La relève, semble-t-il, n'était pas médicalisée. Sans doute les médecins, infirmiers, bénévoles ont-ils été monopolisés par le plan d'accueil d'urgence des hôpitaux. Dans les quartiers, qui étaient le plus souvent inaccessibles, la relève était assurée par les voisins.

En second lieu, il y a eu rétablissement des voies de communication. Tout le monde s'est bien rendu compte sur place que c'était l'une des grandes priorités pour l'acheminement des moyens de secours, des moyens d'aide humanitaire à la population.

Pour cela, on a bien senti que tous les moyens publics et surtout privés avaient été réquisitionnés par le gouvernement de manière à rétablir un trafic le plus rapidement possible : l'ouverture d'une troisième voie pour les véhicules d'urgence s'est ainsi révélée redoutablement efficace.

La police a été omniprésente. Dans tous les quartiers, plusieurs policiers disposaient d'une véritable compétence pour organiser le trafic.

Le rétablissement des fluides m'a semblé très efficace.

Il y a eu un recensement des constructions dangereuses, aussi bien par les ingénieurs et les techniciens que par les bénévoles.

Le recensement de la population sinistrée a été fait par quartier. Les policiers de quartier étaient chargés de recenser les populations.

On dit qu'elles n'étaient pas sensibilisées, mais j'émettrai quelques doutes parce que l'on a souvent remarqué sur la porte des maisons, un mot affiché par les occupants qui avaient évacué leur domicile détruit ou détérioré, indiquant le nombre d'occupants du domicile, leur position, le numéro de téléphone pour les contacter.

C'est ainsi que les policiers pouvaient recenser la population des quartiers.

Semble-t-il - je pense que le Colonel Dumont le dira tout à l'heure -, nous avons fouillé des immeubles et des maisons individuelles où il y avait doute sur la probabilité d'occupation des locaux.

L'aide humanitaire m'a semblé remarquable, tant en ce qui concerne l'hébergement des populations, dont la majeure partie était hébergée dans des lieux publics recensés non dangereux ou bien dans des camps sous toile dans les grands espaces publics.

En matière d'alimentation, l'effort a été national, à commencer par la pègre japonaise. Tout le monde a su que les Yakusa avaient commencé l'aide alimentaire les premiers.

Toute l'aide alimentaire, offerte par les grandes sociétés nipponnes, a été ensuite acheminée par la Croix Rouge japonaise, .

Il en fut de même pour l'habillement et la protection de l'habitat. De grandes bâches ont été offertes pour la protection des toitures. On a parlé du pillage ; je n'y reviendrai pas.

En matière d'hygiène, les règles ont été très rigoureuses, avec principalement l'utilisation et la réquisition des douches publiques et l'installation de WC chimiques en grand nombre.

On a oublié de parler d'un petit problème qui me semble majeur : celui des victimes décédées. La gestion de ces victimes m'a semblé remarquable à tous égards, aussi bien au niveau de leur identification que de l'incinération des corps selon le rite bouddhiste.

Lieutenant Colonel DUMONT (Commandant en second de l'USC 1 de Nogent-le-Rotrou) - Pour compléter le propos du Capitaine Domanski, qui est allé sur place à Kobé, je peux dire que le détachement mis sur pied par l'unité de sécurité civile numéro 1 de Nogent-le-Rotrou dont je suis le second, a opéré sur 21 chantiers, dont 4 présentaient des destructions partielles (immeubles de béton et une usine) et 17 des destructions totales (constructions traditionnelles de bois dont le soubassement avait cédé), ainsi qu'une gare et deux immeubles.

Sur ces 21 chantiers, les techniques employées furent les suivantes :

- 19 recherches par équipe cynophile, qui nous ont permis de confirmer l'absence de victimes décédées ou survivantes;

- 1 recherche par écoute;

- 4 fouilles par groupe de sauveteurs;

- 1 recherche par caméra endoscopique;

- une aide à la population pour participer au déblaiement des décombres.

Les autorités japonaises ne nous ont pas permis de travailler de nuit. C'est pour nous inhabituel car, sur les autres séismes sur lesquels nous avons été amenés à intervenir, nous travaillions 24 heures sur 24.

Colonel Gérard GILARDO (Chef du bureau de la coordination opérationnelle, Direction de la sécurité civile, Ministère de l'intérieur) - Pour que l'on ne se méprenne pas sur la potentialité de la sécurité civile d'intervenir rapidement, je voudrais vous donner l'explication de notre arrivée à Kobé cinq jours après le séisme, c'est-à-dire dans des délais difficilement compatibles avec le sauvetage de personnes.

La catastrophe s'est produite dans la nuit de lundi à mardi. Par l'intermédiaire de notre Ambassade de France à Tokyo, le gouvernement français a fait des offres de services le mardi matin, quelques heures après la catastrophe, et la demande officielle du gouvernement japonais est arrivée dans la nuit de jeudi à vendredi.

Le temps d'embarquer les intervenants dans un avion, le DICA est arrivé avec cinq jours de retard sur l'horaire prévu.

M. le Président - Sur Kobé, les témoignages nous paraissent suffisants. S'ils ne suscitent pas de questions, je souhaiterais que nous abordions le volet sur la médecine en temps de crise, et le soutien aux populations, y compris le soutien psychologique.

Je souhaiterais ensuite que nous revenions vers les hommes de l'art. Concernant la construction éventuelle d'un plan de secours, nous associerons Monsieur Collin et Monsieur Guellec, ainsi que les revendications et les besoins des uns et des autres, sachant que, dans ces secours, nous devons avoir une réflexion particulière pour les Antilles, le mode de construction paraissant en lui-même poser un problème en cas de séisme.

• **La médecine de catastrophe, l'assistance psychologique aux populations**

Docteur Patrick HIRTZ (Chef de mission de "Médecins du monde", Médecin-Chef adjoint au SDIS de la Marne) - J'étais présent à Kobé à partir du 22 janvier, soit une semaine environ après le séisme et j'aimerais compléter ce qui a été dit par les orateurs précédents par quelques unes de nos constatations.

Nous avons participé aux secours après les séismes en Arménie, en Iran, à Mexico, et le séisme de Kobé présente des particularités en ce qui concerne les conséquences humaines.

D'une part, il se situe dans une zone hautement urbanisée, qui a limité et qui limite toujours tout déploiement dans l'espace pour les personnes, hébergées ou sans abri.

En second lieu, il faut reconnaître que le système de soins curatifs est resté fonctionnel, et je pense que c'est important.

En troisième lieu -ce qu'a souligné mon confrère-, l'état nutritionnel des personnes concernées ou impliquées était excellent, et c'est important.

Enfin, il convient de souligner le problème posé pour notre équipe, qui a pu aller au Japon à la demande d'une ONG Japonaise (AMDA) qui nous avait demandé de venir apporter un soutien non pas médico-chirurgical strict, mais en conseil épidémiologique.

Actuellement, la saison est fraîche, ce qui limite les épidémies mais, dans quelques mois, des problèmes vont se poser avec le réchauffement du climat, et les pluies.

En particulier, le gros problème concernera tout ce qui tourne autour de l'eau, à la fois en ce qui concerne les rations d'eau potable ou d'eau pour l'hygiène auprès des populations, et surtout le problème d'évacuation des eaux sales et de remise en état des circuits d'évacuation.

Pour le reste, nous avons quelques recommandations que je préciserai dans le débat.

Docteur Claude LAPANDRY (Directeur médical du SAMU 93, Président de l'organisation mondiale des SAMU, Professeur de médecine de catastrophe) - Je représente la phase aiguë de la catastrophe, par l'intermédiaire de la médecine d'urgence des SAMU.

Je ne suis pas allé à Kobé mais nous avons une expérience antérieure. J'étais sur le lieu d'autres séismes dans le cadre d'actions humanitaires, soit en collaboration avec la sécurité civile, comme pour le Salvador, soit à d'autres titres.

Quelque chose me fait peur, pour ce qui peut arriver en France : la méconnaissance d'une phase excessivement importante, qui est la phase suraiguë de catastrophe, c'est-à-dire les premières heures.

Malheureusement, en tant qu'action d'aide humanitaire, comme la sécurité civile a pu le faire, quelle que soit la rapidité avec laquelle on part, il y a un délai qui nous fait "rater" cette phase hyper-aiguë d'un afflux massif de victimes dans les hôpitaux et, plus grave, de ceux que l'on a extraits très rapidement, dans des conditions souvent extrêmes, et qui est un débordement de tout le système, à la fois de transport et d'accueil.

On connaît mal cette phase. Personnellement, je n'ai jamais pu la vivre. Même en arrivant le plus vite possible, on arrive après et on voit nos confrères des équipes médicales qui sont exténués, qui n'ont pas dormi depuis 24 ou 48 heures et qui sont très contents de nous voir arriver pour leur apporter de l'aide ou même les remplacer.

Mais, en France, nous devons être prêts à vivre cette phase. Si la catastrophe arrive à Nice, comme on l'a évoqué tout à l'heure, ou dans une grande ville, nous la vivrons en direct.

Nos plans de secours ne doivent donc pas négliger cette phase hyper-active.

Je pense qu'ils sont prêts parce que, contrairement aux Japonais, nous avons une réflexion qui date de plusieurs années, qui est une médecine de l'avant, avec une prise en charge très précoce des victimes et une orientation.

C'est le système de la médecine d'urgence avec des répétitions. Des plans de secours qui sont, en France, préparés, qui donnent lieu à des exercices, nous amènent à formuler un certain nombre de concepts, qui ont été énoncés par le Docteur Chevalier, ici présent, dans les précis de médecine de catastrophe, et que l'on enseigne régulièrement.

Cette phase suraiguë doit donc nous interroger et nous faire préparer cette surcharge.

La deuxième phase, qui est la phase aiguë, que l'on connaît, celle que j'ai connue sur le terrain des catastrophes (tremblements de terre et même grandes inondations avec de la boue, comme celle de Colombie qui avait donné lieu à des dizaines de milliers de morts et qui représentaient des circonstances un peu analogues) est importante pour la population.

Elle ne donne effectivement pas lieu - mon confrère suisse le disait - à un bilan très rapide d'extraction de blessés, parce que les plus accessibles ont déjà été sortis et transportés.

Mais toute l'action menée par les équipes de recherche et de sauvetage est mise en exergue par la presse parce que tout le monde se cristallise sur les survivants que l'on va extraire, quelquefois au cinquième ou sixième jour, voire davantage dans les pays froids.

Il ne faut donc pas hésiter à continuer à proposer notre aide et à pratiquer les recherches exposées tout à l'heure.

L'heure des bilans ne sera pas là. Elle viendra beaucoup plus tard mais, dans cette phase aiguë, les secours doivent être présents.

D'autre part, on oublie aussi qu'il y a toute une désorganisation du système de soins. En matière de soin primaire, tous les patients qui ont été extraits par les voisins, etc., qui présentent non pas de la "bobologie" mais des petites brûlures, des traumatismes légers, ne peuvent pas aller surcharger les hôpitaux, qui ont beaucoup de travail.

Il faut donc réhabiliter le système de soins et, suivant le degré de développement du pays, il faut également installer sur place une prise en charge de ces blessés.

Nous avons cette réponse avec la sécurité civile, qui a des détachements médicaux, avec les hôpitaux de campagne. Nous l'avons en tant qu'organisations des SAMU, regroupées sous le nom de SAMU Mondial. Les ONG le font aussi.

Lors de cette deuxième phase, qui est encore aiguë, on a tous les blessés à voir, on doit lutter contre les infections qui vont se produire sur des plaies, les enfants en particulier ont beaucoup de plaies.

Selon mon expérience personnelle, j'ai une interrogation sur les techniques de recherche des victimes. J'ai beaucoup côtoyé nos amis suisses, en Amérique latine, qui pratiquent des recherches sophistiquées, qui ont des corps bien développés au niveau des chercheurs et ont développé des équipes cynophiles; j'ai côtoyé des Français bien entendu, ainsi que des Japonais, qui allaient "s'entraîner" sur le terrain, c'est-à-dire apporter leur technologie mais également apprendre.

Les meilleurs succès que j'ai constatés provenaient de la détection acoustique. Après un certain temps, le chien de recherche est perturbé par les odeurs de cadavre qui commencent à être très importantes, et il est fragile par ses coussinets, etc. J'en ai beaucoup parlé avec les vétérinaires embarqués. Je pense que la recherche acoustique, en tout cas chez les Français, a été bien développée en matière d'audiométrie et de mesures, et la sécurité civile avait ces instruments. La grande difficulté est de faire taire tout le monde pour avoir une écoute correcte, mais la recherche acoustique doit continuer à se développer. On ne doit pas uniquement miser sur les chiens.

Au sujet de Kobé -ce n'est pas un reproche mais une analyse culturelle-, je pensais que nous avions convaincu nos collègues japonais du fait que la médicalisation des équipes de recherche était un sujet très important, fondamental.

Or, aux dires de nos confrères qui se sont rendus sur place et des observateurs, ils n'ont pas, au fil des années, développé ce système de médicalisation de l'avant, de prise en charge très précoce des blessés pour leur apporter, non pas uniquement du secours mais aussi du soin sur place. A Mexico, on a amputé sur place un consoeur que nous avons découverte dans les débris de l'hôpital.

Les soins immédiats vont permettre de diminuer la mortalité, le manque de médicalisation aggravant les lésions existant lors de l'extraction des victimes des débris. De plus, les personnes restées bloquées pendant plusieurs jours sont dans un état précaire et toute extraction un peu trop brutale va l'aggraver.

On va donc diminuer la morbidité, donc les conséquences, et la mortalité. Je pense que, dans nos plans, il faut également insister sur cette notion d'organisation médicale précoce, de l'avant.

Enfin, je voudrais mettre en exergue la formation des personnels, dont j'ai parlé tout à l'heure, formation des personnels médicaux, quant à leurs capacités à gérer les catastrophes, mais aussi de tous les autres personnels du secteur du secours qui vont être amenés à travailler ensemble.

Ce sont de tels exercices ou de telles missions, en communauté, qui vont permettre de développer les techniques, de se connaître et de travailler de concert.

M. le Président - A l'heure actuelle, qui forme les médecins à la médecine de catastrophe en France ?

Docteur Claude LAPANDRY - Ce sont tous les spécialistes de différentes situations pathologiques. En ce moment, les catastrophes étant souvent des conséquences de conflits armés, de guerres civiles, nos confrères médecins militaires connaissent bien ce terrain et font des cours.

On n'enseigne pas uniquement les techniques médicales. On apprend aussi à appréhender des situations, à en connaître les conséquences, et on invite tous les participants aux secours. La Direction de la Sécurité civile vient nous apprendre sa technologie, sa structure, de manière à ce que, lorsque les médecins de catastrophe sont sur le terrain, ils savent avec qui ils travaillent, à qui ils ont affaire.

C'est un enseignement global qui fait appel aux militaires, aux organisations non gouvernementales telles que Médecins du monde et d'autres qui viennent également parler car, le jour de la grande catastrophe, ils se retrouvent tous.

M. le Médecin en chef Pierre CHEVALIER (Directeur des études de l'Ecole d'application du service de santé des armées) - Je suis actuellement Directeur des études au Val-de-Grâce, donc à l'Ecole d'application du service de santé des armées, mais j'ai "sévi" pendant seize ans à la Sécurité civile. J'ai donc fait pratiquement toutes les interventions en situation de catastrophe de 1980 à 1992.

Si vous le permettez, je ferai quelques réflexions, qui ne se limiteront pas uniquement à la médecine de catastrophe.

Je pense que nous devrions avoir le courage de reprendre tout l'historique des catastrophes et des problèmes traités par les organisations non gouvernementales, les SAMU, et surtout la Sécurité civile.

Je pense que c'est très instructif. La première intervention, qui s'est située en 1976, pour le tremblement de terre du Frioul, en Italie, se situait surtout sur le plan de l'observation. C'est là que les intéressés ont fait leurs premières armes et leurs premières constatations.

En 1980, deux événements extrêmement importants se sont produits : le tremblement de terre d'El Asnam, le 10 octobre 1980, et celui que les Italiens qualifient d'Irpinia et que les Français qualifient du Mezzogiorno, le 24 novembre 1980. Ces deux séismes destructeurs se sont donc produits à un mois et demi d'intervalle, sur le pourtour méditerranéen. Les secousses ont été ressenties dans le bassin méditerranéen et jusqu'en France.

Je pense que cela a déclenché plusieurs actions. Tout d'abord, des missions de secours de la part de la France. Ce sont les premiers détachements de secours réels qui ont pris naissance à ce moment-là et qui sont intervenus tant à El Asnam que sur le Mezzogiorno, dans la région de Naples.

En second lieu, il faut dater de cette époque la réflexion qui s'est posée et qui a amené la naissance d'une formation médecine de catastrophe. Le premier diplôme de médecine de catastrophe, qui était à l'époque universitaire, est né à l'hôpital Henri-Mondor sous l'égide du Professeur Huguenard, du SAMU 94, à la suite de ces deux tremblements de terre.

En 1980, au retour des tremblements de terre d'El Asnam et du Mezzogiorno, un petit opuscule a été édité, intitulé "Secours en cas de séisme", avec trois auteurs. On y trouve toutes les réflexions qui se font actuellement, y compris à l'occasion du séisme de Kobé.

Je voudrais émettre quelques réflexions de portée générale.

Tout d'abord, les secours doivent toujours venir de l'extérieur. Cette règle est pratiquement fondamentale dans le sens où l'on doit considérer que les structures de secours locales sont pratiquement toujours sinistrées.

En second lieu, en cas de séisme à l'étranger (mais également en France), il faudrait avoir la possibilité de réaliser une évaluation. Si on considère que la catastrophe est une

inadéquation entre des besoins énormes et des moyens toujours insuffisants, dans un laps de temps très court, il faut considérer qu'on a besoin d'adapter les moyens aux besoins énormes.

Or, la seule façon de réaliser l'adéquation nécessaire, c'est de faire une évaluation. Quand elle se fait dans une région aussi distante que le Japon, c'est aussi un excellent moyen de perdre du temps. Il y a donc là tout un rôle de réflexion de la cellule de coordination de la Direction de la Sécurité civile, etc.

Je ne dis pas qu'il faille systématiquement faire une évaluation et envoyer une équipe d'évaluation. Je dis qu'il faut toujours prendre en compte l'évaluation.

En troisième lieu, tous les détachements qui interviennent doivent être autonomes. L'un des grands principes du secours et de la médecine en situation de catastrophe est l'autonomie.

On ne peut pas admettre que des détachements ne soient pas autonomes. Si on envoie un détachement non autonome à l'étranger, on apporte un poids supplémentaire à celui déjà considérable de la catastrophe dans le pays sinistré.

La Sécurité civile réalise très bien cela. Tous les détachements, notamment les DICA, ont été conçus selon le principe de l'autonomie.

Ces détachements répondent également au grand principe de l'intégration des moyens. Ce qui fait la différence entre les secours français et les secours étrangers, c'est que, dans les premiers, les moyens sont intégrés. C'est la raison pour laquelle des médecins s'occupent d'organisation de secours.

Dans un même détachement -l'exemple en est le DICA-, on trouve aussi bien de la détection que des moyens de sauvetage et de déblaiement, ou des moyens médicaux, le tout étant intégré et sous un commandement unique, avec la mission classique des militaires -je ne voudrais pas leur couper l'herbe sous le pied- : "un chef, une mission, des moyens".

Une autre réflexion concerne le problème des délais. Il est évident que le fait d'envoyer une équipe de secours pour traiter un problème de tremblement de terre, c'est-à-dire tirer des ensevelis et des emmurés d'une situation difficile, ne peut pas se faire cinq à six jours après.

La décroissance de la survie est extrêmement rapide par rapport au choc de départ, et on ne peut donc pas admettre d'engager des moyens de secours (sauvetage, déblaiement, médicalisation intégrée) dans des délais trop longs après le séisme.

J'aborderai enfin brièvement le problème de la formation, déjà évoqué. Je suis actuellement Directeur des études au Val-de-Grâce. Tous les jeunes médecins militaires qui sont en école d'application au Val-de-Grâce sont formés à la médecine de l'avant et à la médecine de catastrophe.

Dernière réflexion: le problème des chiens, évoqué par mon ami Lapandry. Il ne faut pas se tromper ; les chiens ne sont pas la panacée que l'on a bien voulu dire. Ils n'ont jamais permis de trouver en grand nombre des victimes survivantes. La détection acoustique est un bon moyen complémentaire du chien, mais cela ne suffit pas et il faut en être conscient.

Je pense que nous nous honorerions beaucoup de faire des recherches afin de trouver d'autres moyens de détection, ce qu'on a d'ailleurs essayé de faire à la Sécurité civile.

Capitaine DEMARET (Opération USC 1) - Je voudrais apporter quelques précisions à ce que vient de dire le Docteur Chevalier.

Un détachement d'intervention en catastrophe aéromobile, c'est 60 hommes, 9 tonnes de matériel. Les personnels sont rassemblés en une heure et sont en mesure de quitter leur localisation en trois heures, d'où l'importance d'une décision très rapide pour les faire partir.

Dès qu'une catastrophe est annoncée par les médias ou lorsque nous sommes alertés par le CODISC, il suffit de quelques heures pour que ces détachements soient prêts.

En France, il est possible de mettre sur pied dix détachements d'intervention en catastrophe aéromobile, quatre étant militaires et six appartenant aux sapeurs pompiers civils. Ces délais de mise sur pied sont donc très rapides.

La spécificité de ce détachement, c'est qu'il est composé de sauveteurs, de moyens de détection et de médecins.

Tout à l'heure, le Docteur Lapandry a parlé des appareils d'écoute et le Docteur Chevalier des équipes cynophiles. Je pense également que ce sont des moyens complémentaires, qu'il ne faut surtout pas opposer.

Nous étudions actuellement d'autres moyens de détection. Nous avons pris des contacts avec une grande société pour essayer d'étudier la mise au point d'un radar, qui fonctionnerait sur la respiration. Pour l'instant, ces études sont un peu ralenties pour des raisons financières. J'espère qu'un jour ou l'autre elle aboutira.

Nous devons être performants et, pour cela, nous devons continuer à travailler et ne pas nous contenter de ce que nous avons. Les équipes cynophiles, les appareils d'écoute, ces radars peut-être, les endoscopes permettront une plus grande efficacité. Nous en sommes totalement convaincus.

Ce n'est pas parce que nous avons dix détachements de ce type en France que nous n'avons rien à craindre dans notre pays. Nous n'arrivons qu'après les catastrophes et encore faut-il arriver le plus vite possible.

M. le Président - Pouvez-vous nous donner le coût de votre système de radar, pour voir si nous pourrions vous aider à accélérer le processus ?

Capitaine DEMARET - Avec cette grande société, nous avons fait un cahier des charges et, apparemment, il nous faudrait 1 MF pour que cette mise au point soit menée à son terme.

M. le Président - En visitant l'unité de Brignolles, il y a quelques mois, nous avons noté que les deux systèmes (recherche par les chiens et recherche acoustique) étaient effectivement utilisés, et que l'on y avait bien ce souci de les associer.

Capitaine DEMARET - Absolument. Il y a une question de matériaux. Par exemple, dans le cas de Kobé, où il y a de nombreuses constructions en bois, il n'est pas possible de faire de l'écoute. Il faut donc prendre en compte tous ces moyens de détection, bien les associer et surtout pas les opposer.

M. le Président - Madame de Vanssay, les Japonais et les Américains nous ont dit qu'en dehors de la médecine de catastrophe, une assistance psychologique aux populations était indispensable, le plus vite possible après le séisme, accompagnée d'un suivi dans les semaines suivantes. Vous êtes-vous intéressée à cette question ?

Mme Bernadette de VANSSEY (Sociologue, Ecole des hautes études en sciences sociales) - Je m'y suis intéressée, mais ce n'est pas du tout le propos que je pensais avoir ce soir.

Dans ce cas, contrairement à ce qui a été dit tout à l'heure, la première interaction très douloureuse pour les populations est celle entre les bénévoles et les sauveteurs.

En cas de catastrophe, les sauvetages des proximités sont les plus importants. Dans l'affaire de Nîmes, 12 % des victimes de l'inondation ont été sauvées par les services de secours officiels et les 88 % restants l'ont été par les sauvetages de proximité.

Dans la majorité des cas, on a donc affaire immédiatement à des personnes qui vont se mobiliser, et l'un des problèmes psychologiques que rencontrent les bénévoles est le fait qu'ils se sont tellement impliqués dans le sujet qu'ils ne comprennent pas que des décisions puissent être prises par des secours venant d'ailleurs.

Entre les secours et les bénévoles, un certain nombre de tensions vont alors se créer. La progression va être la suivante : tout d'abord cette solidarité que tout le monde constate et qui dure un certain temps, puis l'arrivée des secours venant de l'extérieur, qui prennent les choses en charge avec beaucoup plus de matériel.

Les sauveteurs officiels vont alors demander aux bénévoles de rentrer chez eux pour se reposer. Prenant en charge les affaires ils ne sont pas impliqués de la même façon dans la situation ; ils vont donc y mettre moins de sentiments et être plus efficaces.

Mais, du fait qu'ils sont plus efficaces, leurs temps de travail vont être différents et les décisions qu'ils vont appliquer vont provoquer la colère et l'amertume des sinistrés.

Ceci n'est pas un discours que j'invente. C'est tiré d'une étude tout à fait intéressante, que j'ai d'ailleurs essayé de présenter à d'autres personnes en charge des sauvetages. Elle est tirée d'études très bien faites aux Etats Unis, après le cyclone Hugo et après le tremblement de terre de Loma Prieta.

Quand on est sauveteur, on attire l'amertume, la colère, le désespoir des sinistrés parce qu'on leur donne brusquement l'impression qu'ils sont obligés de retourner chez eux et de considérer leurs propres dégâts, ce qu'ils évitent de faire en venant au secours de leurs proches.

Colonel Gérard GILARDO - Je suis assez effaré des propos que vous venez de tenir.

Que ce soit sur le territoire métropolitain ou à l'étranger, les secours que nous envoyons ne font pas ce qu'ils veulent. Ils se mettent à la disposition des autorités locales et obéissent à leurs ordres. On leur donne une mission et ils la remplissent selon les desiderata des autorités locales.

Je ne vois pas comment ils pourraient attirer la colère des sauveteurs locaux. Quant à attirer la colère de ceux à qui nous allons prêter main forte, sans mettre en doute l'étude réalisée, je suis très étonné.

Mme Bernadette de VANSSAY - Je suis contente que vous soyez étonné parce que seuls les grands étonnements donnent la possibilité de rechercher !

Je voudrais continuer sur deux autres sujets.

Je pense qu'il est trop tard pour que je vous fasse de la sociologie ; ce petit début de psychologie semble déjà un peu trop audacieux...

M. Le Président - Pas du tout !

Mme Bernadette de VANSSAY - On a beaucoup parlé de Kobé et de la façon d'utiliser les retours du séisme de Kobé en France.

En décembre 1994, un tout petit tremblement de terre s'est produit à Chambéry. Aucune étude n'a été lancée par qui que ce soit, excepté celle que j'ai essayé de faire faire par une étudiante, gratuitement ou presque, de façon à ce que ce qui s'était passé sur les villes d'Annecy ou de Chambéry puisse être récupéré.

Cette étude n'est pas terminée. Grâce à la Sécurité civile, qui a été extrêmement coopérative dans cette affaire, des résultats extrêmement intéressants en sont tirés.

Parmi ces résultats, l'un des premiers est le suivant : dans nos pays, quand une population entend un bruit de tremblement de terre, elle ne sait pas ce que c'est. Par conséquent, elle va investir le tremblement de terre de tous les fantasmes qui l'habitent.

Le premier fantasme, pour des citoyens lambda est le suivant : "ma cuisinière à gaz a explosé". De nombreuses personnes vont alors téléphoner, non pas aux pompiers ou à quelqu'un qui saurait, mais aux agences de gaz ou d'électricité en disant qu'elles ont eu une explosion chez elles et qu'elles n'osent pas descendre parce qu'elles ne savent pas ce qui se passe. C'est déjà un problème.

En second lieu, il semble -mais l'étude n'est pas terminée- que le relais entre l'Institut de Strasbourg et les préfectures pour dire qu'il s'est produit un tremblement de terre d'intensité 4 à tel endroit, en France, soit beaucoup moins performant que de dire qu'il y a eu 10 sur l'échelle de Richter à Kobé.

Compte tenu du fait que c'est très difficile, les malheureux personnels des services de secours qui se trouvaient sur place n'avaient absolument pas d'informations. Ils se sont concertés pour se demander s'ils avaient des informations et ce que cela pouvait bien être. Ils ont téléphoné à la préfecture de Chambéry, qui leur a dit qu'elle allait se renseigner, etc.

Cette chaîne, remarquable et particulièrement efficace, ne fonctionne pas très bien entre l'observation sismique dans le monde et la préfecture française locale. Je ne dis pas

qu'elle ne fonctionne pas ni qu'elle fonctionne très mal, puisque le délai a été d'environ un quart d'heure à 25 minutes avant que les pompiers puissent avoir cette information.

Le troisième point, extrêmement intéressant, est le suivant : les pompiers français, la Sécurité civile française font d'énormes brochures de sensibilisation pour les populations. Tout le monde parle de la façon dont on sait bien organiser, etc. Or, si on est à Chambéry ou à Annecy, il n'est pas évident qu'on ait les consignes à donner à une population en cas de tremblement de terre.

Dans notre petit cas français, cela s'est passé ainsi: un jeune pompier venait de faire son service militaire. On lui avait donné cette brochure pendant son service et, tout content de l'avoir eue, il a dit qu'il pensait l'avoir dans son bureau. Pendant ce temps, la population demandait ce qu'elle devait faire maintenant qu'elle savait que c'était un tremblement de terre, et les répondeurs ne pouvaient pas donner de consignes bien précises.

Je souhaiterais que nous réfléchissions donc à nouveau sur les consignes. Je viens de terminer une étude sur les Antilles, où l'on s'aperçoit que la consigne principale donnée en cas de séisme est de garder son calme.

Certains ont vécu des tremblements de terre et savent ce que cela signifie.

J'ai également fait une étude sur le tremblement de terre d'Arménie, en juin 1990. Au cours de ce séisme, j'ai recueilli un certain nombre de témoignages directs de personnes grâce à une équipe locale. Les habitants disaient qu'ils n'avaient pas pu sortir de chez eux parce que la terre bougeait tellement qu'ils tombaient.

Quant on dit qu'il faut éteindre le gaz, couper l'électricité, se mettre sous une table, etc., c'est complètement aberrant. On est dans la représentation fictive qui est véhiculée par un certain nombre de discours.

Lorsqu'on donne la consigne de garder leur calme aux Antillais, cela les fait un peu rire.

Je pourrais continuer très longuement parce que mon sujet, ce soir, c'est le problème des représentations mentales.

Nous avons une planification d'urgence des secours, qui est faite à partir de représentations mentales, qui ne partent pas de la réalité pour une raison évidente : lorsque nous avons un tremblement de terre à Chambéry, personne ne s'en occupe excepté le chercheur très ennuyeux et provocateur.

Ensuite, au moment de l'impact du tremblement de terre et de l'alerte, les citoyens vont réagir en fonction des représentations mentales qu'ils ont de la situation, et ces représentations sont créées et élaborées au travers de tout un contexte culturel, mais elles sont également le résultat du premier message qu'ils reçoivent.

Ce premier message est toujours interprété en fonction de ce que chacun peut savoir à ce propos.

Enfin, quand il s'agit de processus de reconstruction, il est aussi très intéressant de noter que c'est l'image même de la communauté qui a été mise à mal par le désastre et que, plus une communauté est solidaire sur tous les autres plans, plus elle va se reprendre en main.

Dans l'étude du tremblement de terre d'Iran, on voyait que les individus l'avaient vécu comme le jugement de Dieu. Plus ils avaient donné de morts à ce tremblement de terre, plus ils avaient été choisis par Dieu. Les représentations mentales peuvent être des freins culturels importants au processus de reconstruction.

M. le Président - Merci de cet éclairage, quelque peu particulier je dois le dire.

*** Organisation des plans de secours, coordination européenne**

M. le Président - Florence Jestin, de la revue 'La Recherche' a demandé la parole. Elle est, comme nous, passionnée par les problèmes de séismes.

Mme Florence JESTIN (Revue 'La Recherche') - Je voudrai faire une observation à propos du séisme de Chambéry.

Je ne pense pas que l'on puisse dire que ce séisme ait été moins bien localisé et que les informations aient moins bien circulé qu'au Japon. C'est faux.

Le délai d'un quart d'heure à vingt minutes est à peu près celui noté à Kobé pour la localisation. De plus, à Kobé, il y a eu énormément de dégâts, de morts et des personnes ont appelé pour dire où cela s'était passé.

A Chambéry, une croix est tombée, une voiture a été abîmée ; il n'y a eu aucun blessé, aucun mort...Je ne pense donc pas que l'on puisse comparer ces deux tremblements de terre.

Mme Bernadette de VANSSAY - Si on veut faire de la planification des secours, il faut partir de la réalité française. Le tremblement de terre de Kobé nous intéresse énormément mais si on doit apprendre quelque chose à partir de Kobé, on doit également apprendre quelque chose des réactions de la population française.

Or, en France, dans le quart d'heure qui a suivi toutes les lignes téléphoniques ont été saturées dans la mesure où les gens se sont précipités sur le téléphone pour savoir ce qui se passait.

Mme Florence JESTIN - Si le séisme avait été identique à celui de Kobé, les habitants n'auraient pas téléphoné aux agences de gaz. Il y aurait eu des morts ou des blessés et ils auraient appelé les hôpitaux, les pompiers ou d'autres organismes.

A Chambéry, il y a juste eu un bruit, et les gens se sont demandé ce que c'était. Selon la gravité des effets, on n'appelle pas du tout les mêmes organismes pour savoir ce qui se passe!

Docteur Claude LAPANDRY - Je voudrais apporter une précision et poser un problème.

Il faut bien tenir compte du phénomène culturel. Il est évident que la manière dont se comportent les civilisations auxquelles on apporte des secours est très variable.

Les Latins vont nous pousser à rechercher les victimes jusqu'au dixième ou quinzième jour. En revanche, en Turquie, chez les Kurdes, les populations nous empêchaient quasiment d'aller trop loin dans nos recherches. Elles nous disaient d'arrêter de chercher, que cela ne servait plus à rien. Il y a donc vraiment des phénomènes culturels.

En second lieu, se pose le problème de la coordination des secours. J'ai vécu beaucoup de catastrophes, pas uniquement des tremblements de terre, et ma plus grande constatation a souvent été le débordement des secours et le manque total de coordination.

Je partage tout à fait l'analyse de mon ami Chevalier sur la nécessité d'apports extérieurs, qui peuvent d'ailleurs provenir du même pays mais pas uniquement.

Cependant, pour avoir été une fois coordinateur de l'arrivée des secours médicamenteux au Salvador, je m'inquiète de savoir si c'est quasiment une impossibilité si ce n'est pas réglé à l'avance.

S'il arrive une grosse catastrophe en France, je pense que nous ne pourrions pas empêcher nos voisins belges, italiens, suisses de proposer leur aide et de venir dans le pays. Cela doit être prévu.

Il y a une Communauté européenne et, à ma connaissance, elle n'a pas réglé ce problème d'intervention réciproque. Il y a des organismes. L'un d'entre eux, ECO, est chargé d'organiser la distribution, de se répartir entre pays. Les ONG participent d'ailleurs à ce type d'action.

Mais sur les interventions de secours vrai, on peut s'interroger. Il y a nécessité de planifier davantage.

Colonel Gérard GILARDO - Il est vrai que la coopération européenne n'est pas au niveau où elle devrait être. ECO s'en occupe mais, pour l'instant, nous en sommes aux coopérations bilatérales.

De nombreux pays ont passé des conventions bilatérales d'assistance mutuelle "multirisques", si j'ose m'exprimer ainsi, conventions aux termes desquelles le pays sinistré fait appel ou non aux pays voisins. Les pays proches ne viennent pas d'office. Il n'y a pas d'ingérence en matière de secours.

Même si les pays font partie de la même communauté européenne, il ne peut pas y avoir d'ingérence d'office.

La France, par exemple, a une convention d'assistance mutuelle avec l'Italie, l'Espagne, la Belgique. Les problèmes sont réglés d'Etat à Etat et les renforts qui peuvent venir quel que soit le risque viennent en toute connaissance de cause dans le pays qui les reçoit, charge à lui de les accueillir correctement.

M. Jacques GUELLEC - Je pense qu'en cas de grosse catastrophe, ce ne sont pas les secours organisés qui posent problème, mais l'afflux de bénévoles.

Je l'ai vécu sur une catastrophe qui n'était pas tragique mais qui avait un caractère de cataclysme puisqu'il s'agissait de la marée noire de l'Amoco Cadiz. Nous avons reçu d'innombrables volontaires et des trains entiers de matériel dont nous n'avions que faire, qu'il a fallu stocker dans des gymnases, quasiment jusqu'aux toits.

De plus, c'étaient les vacances de Pâques et beaucoup de personnes venaient sur place.

Tout cela partait d'un bon sentiment, mais nous avons un mal fou à gérer cette arrivée massive et le fait que, sur place, nous n'avions pas assez de bras, pas assez de moyens.

L'accueil des bonnes volontés, leur orientation et leur bonne utilisation est donc un problème considérable.

Les secours organisés arrivent toujours, sous une petite réserve que mes amis pompiers me pardonneront probablement : nous avons eu deux marées noires à deux ans d'intervalle et, pour la première, nous avons quelquefois eu du mal à travailler, même avec les services départementaux de l'Etat, la Sécurité civile et la Direction de l'équipement.

Ces services se rencontrent très souvent mais, finalement, ils n'ont pas l'occasion d'oeuvrer ensemble dans de telles conditions. Lorsque chacun doit vraiment donner toute son énergie, la fatigue aidant, les occasions de frictions sont nombreuses si on ne se connaît pas bien, si les responsables ne se connaissent pas.

Pour l'organisation des secours au niveau départemental, je pense donc qu'il faudrait très certainement des formations communes pour que les encadrements se connaissent, pour que les personnels connaissent leurs moyens d'intervention respectifs.

Enfin, un dernier point a été manifeste à Kobé et pourrait certainement se produire si nous avions une catastrophe importante : la première intervention ou les premiers moyens de secours peuvent peut-être arriver par la voie aérienne, mais on se rend compte très rapidement que le meilleur moyen d'acheminement est toujours la route.

Il est certainement important de prendre rapidement connaissance de l'état du réseau routier, d'exploiter au mieux et au bénéfice des secours les parties qui restent disponibles et de rétablir dans les meilleurs délais un fonctionnement, même limité, du reste.

Le fait de maintenir le réseau routier en état d'exploitation est l'une des missions traditionnelles des DDE. C'est tout à fait fondamental. Dans tous les cas que nous avons pu voir de petites catastrophes où il y a destruction du réseau routier, il s'est avéré que la première chose à faire était de rétablir les moyens d'accès.

M. Franck HUBERT - Je voudrais m'exprimer concernant les départements d'Outre-mer de la Guadeloupe et de la Martinique, dont la situation est extrêmement spécifique vis-à-vis des secours.

Tout à l'heure, le Docteur Chevalier a évoqué les secours devant forcément venir de l'extérieur. Je suis persuadé que c'est exact et cela renforce mes propos. En effet, sur place, sur une île de 80 kilomètres de long sur 30 kilomètres de large, pour les secours venant de l'extérieur, puisque dans l'état actuel des choses rien n'est organisé différemment, nous n'avons pas de routes.

Nous sommes isolés sur un territoire qui n'a pas de continuité, puisqu'on est tout de suite après dans la mer. Comment ferons-nous pour avoir les secours à temps ?

Comme le disait Monsieur Demaret, un détachement est en mesure de quitter sa localisation en trois heures. Il y a huit heures d'avion pour arriver à Fort-De-France ou à Pointe-

à-Pitre, sachant que nous ne pouvons absolument pas compter sur les îles voisines anglophones puisque leur niveau d'équipement est beaucoup trop faible pour qu'elles puissent nous secourir.

Quelqu'un a dit que les secours extérieurs ne provenaient pas forcément d'un autre pays, qu'ils pouvaient venir du même territoire ; nous n'avons pas ce cas de figure puisque notre territoire sera concerné à 100 % par la secousse.

Nous nous trouvons donc dans la situation où nous attendrons les secours pendant 11 heures, au bas mot, pour autant que l'aéroport soit praticable, ce qui est encore un autre problème.

M. le Médecin en chef Laurent DOMANSKI - Il me semble - le Docteur Chevalier le confirmera - que, dans le cas du cyclone Hugo, les secours avaient été pré-positionnés puisque le cyclone avait été prévu.

M. Franck HUBERT - Ce n'est pas le cas d'un tremblement de terre.

M. le Médecin en chef Laurent DOMANSKI - Nous n'allons pas faire un plan d'intervention spécifique uniquement aux tremblements de terre. Il serait intéressant de sensibiliser les populations à tous les risques naturels majeurs.

M. Franck HUBERT - La seule réponse, c'est qu'il y ait sur place le potentiel pour faire face au moins aux douze premières heures d'intervention suraiguë, c'est-à-dire des hôpitaux qui fonctionnent, des hôpitaux de campagne et des bâtiments publics qui tiennent debout, permettant d'offrir des hébergements de fortune et de parer au plus pressé jusqu'à ce que les secours arrivent.

Telle est la spécificité des îles par rapport à un territoire, où un train sanitaire peut être sur place en vingt minutes ou en quelques heures. Je suppose qu'à Kobé, les trains sanitaires ou les camions sanitaires venant par exemple d'Osaka n'ont pas trop tardé à arriver.

Il s'agit donc d'avoir davantage d'équipements autonomes, prêts à fonctionner, ce qui, dans d'autres cas, peut être supportable.

M. le Médecin en chef Laurent DOMANSKI - Je peux vous assurer qu'en matière de médecine d'urgence, je connais bien le pharmacien du service départemental de secours aux Antilles, qui est très sensible à ce problème.

Actuellement, il travaille sur les postes de secours mobile de façon très active. Ce n'est que le domaine de la phase hyper-aiguë, mais c'est déjà un pas en avant.

M. le Président - Je crois que Monsieur Hubert a raison quand il dit que, dans le cas d'un séisme, la première chose redoutée par Fort-De-France, c'est de ne plus avoir de piste d'aéroport. Comment faire si l'on ne peut pas atterrir? Cela pose, mon Colonel, le problème général d'une éventuelle base avancée de secours spécifique aux Antilles. C'est peut-être à vous de nous le dire. Nous allons y revenir, mais j'avais promis la parole à Monsieur Zarea.

M. Murès ZAREA - J'ai fait partie de la mission AFPS à Kobé et, concernant la phase suraiguë et le contact avec les populations, j'ai beaucoup apprécié l'intervention de Madame de Vanssay.

Je voulais insister sur la différence qu'il peut y avoir avec la France, où les populations peuvent téléphoner, etc.

Il faut se rappeler qu'à Kobé, il n'y avait plus d'électricité, donc pas de moyen de communiquer par la télévision. Une grande partie du réseau téléphonique était également en panne et le réseau routier n'était pas spécialement utilisable puisqu'il était assez détruit.

En fait, la solution pour communiquer a été avant tout les radios transistor fonctionnant sur pile, et le fait d'avoir un poste de radio en état de marche avec des piles fait partie de la culture parasismique des Japonais.

Ce qui fait également partie de leur vie courante, c'est que dans toutes les chambres d'hôtel, une lampe de poche rechargeable est placée de façon tout à fait accessible pour trouver son chemin en cas de séisme.

M. Gérard GOBERTI (Action d'urgence internationale à Nice) - En fait, dans ce genre de situation, on se rend compte que les moyens sont toujours inadaptés par rapport aux besoins.

Nous sommes l'une des premières associations à intervenir dans le monde sur les catastrophes naturelles et je me demande quelle serait la façon la plus adéquate pour unir les moyens gouvernementaux et ceux des organisations non gouvernementales au niveau des catastrophes, puisqu'en fait notre travail est très complémentaire, non seulement au niveau des techniques mais aussi au niveau des lieux et des populations sur lesquelles nous intervenons.

M. Claude COLLIN - Tout d'abord, ce qui transparaît dans tous les cas de figure, c'est qu'une action immédiate est menée sur place.

Madame de Vanssay a bien mis en évidence le fait qu'après tout, les premiers gestes, les premiers actes étaient exécutés par des bénévoles. De ce fait, puisque ce bénévolat existe, d'ailleurs de façon beaucoup plus sensible qu'on veut bien le prendre en compte et le croire, pourquoi ne pas l'organiser ?

En fait, des structures existent. Si on le souhaite, on peut toujours mettre en place, dans une ville, une organisation de protection civile. Cela existe et c'est prévu par les textes. On peut toujours faire en sorte de rassembler des bénévoles qui soient tous des secouristes, ce qui est la moindre des choses. Ces personnes, qui sont identifiées, connues, qui ont de multiples actions auprès de la population, y compris des actions d'information, de sensibilisation, se révèlent être des médias et des vecteurs importants en matière de secours. Elles sont connues des services de secours puisque la première consigne qui leur est donnée en cas de sinistre est de se placer sous les ordres du Directeur des secours. Il n'y a donc pas d'ambiguïté. Lorsque la Protection civile intervient -j'en parle sagement puisque nous avons un tel corps à Marseille-, elle est immédiatement sous les ordres de l'officier d'intervention.

Mais on s'aperçoit que, quand les difficultés pour accéder existent, on a la chance d'avoir ces personnes sur place. Autant donc les organiser.

Par ailleurs, ces personnes sont capables de faire fonctionner de nombreux matériels complémentaires à ceux des services d'intervention, ne serait-ce que des cuisines roulantes, des systèmes de douches mobiles, des groupes électrogènes, des tentes d'accueil de populations, etc. Autant, là encore, les utiliser ; il suffit bien sûr de les doter de matériel mais, quand on se lance dans une telle opération, la ville investit un peu. Autant débloquer le matériel de façon à ce qu'ils deviennent opérationnels.

En troisième lieu, il vont libérer le service de secours d'une multitude de missions, y compris l'accueil des sinistrés n'ayant pas à être médicalisés. Parallèlement, lorsque l'afflux de bénévoles va se présenter -il en est toujours ainsi- ce sont prioritairement ces bénévoles de Protection civile qui prendront en charge ceux qui arrivent et qui, ainsi, ne mobiliseront pas par ailleurs les services de secours, qui ont autre chose à faire.

Je pense donc que nous avons tous les moyens pour organiser ce problème du bénévolat. Ces moyens sont les organisations urbaines de protection civile. Je peux vous garantir qu'énormément de bénévolat s'exprime et que de nombreuses personnes veulent en faire partie.

Tout à l'heure, Monsieur le Président, vous avez demandé s'il fallait un plan spécifique. Bien sûr, mais ce plan doit s'intégrer dans un plan général de secours du département ou de la grande ville concernée.

Tout à l'heure, Monsieur Guellec disait qu'il y avait des problèmes de coordination. Non, il ne doit pas en avoir. Il appartient au Préfet de réunir tout le monde, de faire en sorte que son plan de secours soit parfaitement adapté, avec le plan de secours que va présenter une ville. Il ne s'agit pas que la ville en fasse un de son côté, qui soit complètement déconnecté du reste. Ce plan doit être intégré.

Je rappelle tout de même -je m'exprime bien sûr au nom des grandes villes- qu'une grande ville a beaucoup plus de moyens à mettre en oeuvre immédiatement que même les services de l'Etat, que ce soient des moyens de sauvetage-déblaiement, des moyens de transport ou des moyens d'organisation divers.

En 1986, lorsque nous avons fait l'exercice Gimon sur l'hypothèse d'une rupture complète d'approvisionnement en eau d'une ville, les villes ont su répondre par la mise en place de systèmes que nous avons vu à Kobé. Elles sont préparées à cela.

Je pense qu'il faut effectivement un plan spécifique, qu'il faut y venir, et vous devez savoir, Monsieur le Député, que la Direction de la Sécurité civile est en train de réfléchir, précisément avec la refonte des plans de secours - je parle sous le contrôle de Gérard Gilardo - à l'institutionnalisation d'un plan communal.

Ce plan communal n'existe pas réglementairement pour l'instant, mais il doit exister parce que, manifestement, ce sont les premiers moyens qui vont se mettre en place.

Dans ces premiers moyens à mettre en place -et une ville a compétence à le faire-, il faut inclure le bénévolat, mais un bénévolat formé, organisé et structuré.

Mme Bernadette de VANSAY - Ce que vient de dire Monsieur Collin est juste, mais il faut simultanément savoir, puisque je représente ici les sciences sociales, c'est que ce bénévolat est une nécessité psychologique pour les populations.

Leur interdire l'accès à ce bénévolat, c'est les rejeter vers leur malheur, les déresponsabiliser par rapport à la recréation de leur propre cité. C'est donc très important.

J'aurais dû aborder un deuxième thème dans mon exposé : les fameux "debriefings". J'ai eu hier, un appel téléphonique de quelqu'un de Vaison-la-Romaine, qui travaille sur les services techniques de la ville et qui a subi les critiques que l'on fait aux personnes ayant assuré la gestion de crise, qui ont plus ou moins bien réussi et qui restent marquées à vie.

Il m'a dit qu'il n'arrivait pas à avoir un debriefing intelligent avec des personnes qui accepteraient l'expérience qu'il leur apportait.

En France, l'organisation du retour d'expérience se heurte à toutes sortes d'obstacles contre lesquels il est absolument indispensable de lutter, aussi bien d'un point de vue psychologique pour les individus que pour l'amélioration consistant à aller chercher la véritable information à la source.

M. Jacques GUELLEC - Je confirme tout à fait l'intérêt du retour d'expérience. Il est malheureux qu'il ne soit pas mieux organisé.

Docteur Claude LAPANDRY - Je voudrais apporter un élément de précision pour nos concitoyens des îles.

A ma connaissance, un plan de secours en cas de catastrophe inter-Caraïbes est en cours de réalisation. Une réflexion a été menée dans le bassin des Caraïbes de manière à ce que les îles anglophones et autres puissent avoir des moyens.

Cette question se pose pour l'ensemble des territoires se trouvant dans cet anneau caraïbéen. J'ai rencontré des médecins de l'APO, dont certains sont français et travaillent à l'O.M.S. Ils ont mené une réflexion assez poussée de coordination et éventuellement de secours immédiats inter-Caraïbes et il me semble que les Antilles en faisaient partie.

M. Franck HUBERT - Je suis tout à fait d'accord mais, au niveau opérationnel, d'abord dans le temps, cela va mettre des années à se réaliser.

En second lieu, il n'y a pas de tradition de relation entre les îles. Les îles des départements français sont culturellement isolées des autres îles. Les gens viennent plus facilement à Paris qu'ils ne vont à Sainte-Lucie, qui est à 15 kilomètres. De ce fait, le réflexe ne viendra pas tout de suite.

La barrière de la langue existe. Enfin, les moyens des populations sont très faibles et elles ne pourront pas arriver à dépanner. D'autre part, le problème de l'aéroport se posera obligatoirement.

M. Guy DENEUFBOURG (Rapporteur de l'Instance d'évaluation des politiques publiques de prévention des risques naturels) - Je voudrais intervenir sur deux points, tout d'abord, pour donner une précision concernant la coordination européenne.

Je vous signale que, dans le cadre du Conseil de l'Europe accord partiel ouvert, il y a un système de coordination des secours à la suite de téléconférences qui sont déclenchées immédiatement après l'alerte, de façon à faire une adéquation entre les besoins et les disponibilités de tous les pays membres du Conseil de l'Europe accord partiel ouvert.

En second lieu, en ce qui concerne les aéroports des Antilles, je dois rappeler que la Martinique et la Guadeloupe peuvent évidemment être sujettes à des séismes, mais il serait exceptionnel que les deux le soient simultanément.

Autrement dit, il y a toujours un aéroport pour gros porteurs disponible à moins d'une heure de la zone de séisme.

Je voudrais également intervenir en ce qui concerne les relations entre la Martinique-Guadeloupe et les pays de l'OECS, c'est-à-dire de la Caraïbe anglophone de l'Est (les petites Antilles).

J'en reviens depuis avant-hier et je peux dire que nous organisons, dans le cadre d'une coopération franco-OECS, déjà en place depuis deux ans et dans le cadre d'un contrat qui s'étale sur 4 ans et dont la prolongation est déjà envisagée, des relations de coordination de secours, de mise à disposition, car -vous avez raison- il y a effectivement un déséquilibre des moyens disponibles au profit de la France.

Mais la coordination est déjà organisée. Elle s'organise encore mieux parce que tout peut se parfaire. Au mois de juin, par exemple, il y aura un exercice de simulation en cas de séisme à l'île de Saint-Kitts, avec tous les moyens coordonnés de toutes les îles de la Caraïbe de l'Est.

Docteur Patrick HIRTZ - Avant de parler d'un plan spécifique, je pense qu'il faut revenir sur un élément important quant à la mise en place des plans de secours.

En France, des plans de secours opérationnels, rodés, ont été décidés, mais on oublie peut-être une dimension dans ces plans de secours : lorsque survient un séisme - et nous l'avons vécu en Arménie - il faut intégrer, dès la mise en place des plans de secours, la prise en charge des pathologies ordinaires des populations impliquées et non touchées directement par le séisme.

Nos plans de secours prennent en charge les polytraumatisés, les ensevelis, les écrasés, les blessés légers, mais la population qui n'a pas été touchée, qui n'est pas affectée directement par le séisme, conserve ses pathologies.

En Arménie, nous avons constaté une morbidité extraordinaire due à des pathologies ordinaires négligées. Des hypertendus, des cardiaques, des diabétiques, etc., sont morts faute de prise en charge. Cette prise en charge n'était pas prévue dans les plans de secours mis en place avec un certain retard.

D'emblée, on se doit d'intégrer cette dimension dans la mise en place de plans de secours.

M. le Médecin en chef Pierre CHEVALIER - Sur un registre différent, je voudrais donner non pas une réponse mais une information : nous avons déjà eu l'expérience d'un secours sur une île française, Mayotte, lors du cyclone Camille de 1984.

La piste d'atterrissage était hors d'usage et les secours ont été hélicoptérés.

A une certaine époque, a été évoquée à la Direction de la sécurité civile avec les unités de sécurité civile la possibilité d'interventions de secours par parachutage sur matériel et hommes, sur des endroits qui seraient isolés.

Or, le problème de l'isolement n'est pas exceptionnel. On l'a connu lors du tremblement de terre des Philippines, en 1990. La région de Baguio, à 300 kilomètres au nord de Manille, a été complètement isolée par voie terrestre et par voie aérienne puisque toutes les infrastructures aéroportuaires de Baguio étaient hors d'état. Seuls quelques avions américains ont pu se poser au troisième jour après réparation sommaire de la piste.

Je pense que, dans ce domaine, il faut envisager à circonstances exceptionnelles des moyens complètement exceptionnels.

Je voudrais également évoquer une réflexion qui a été faite dès 1980, et je reviens en arrière : quand j'ai parlé tout à l'heure de secours qui venaient de l'extérieur, je n'ai pas dit que ces secours venaient forcément de très loin.

D'autre part, les secours venant de l'extérieur signifient des délais d'arrivée, que ce soit pour la Guadeloupe, la Martinique ou un autre secteur.

De toutes façons, on considère qu'il y a toujours deux phases dans une catastrophe : la "guerre des restes" (on fait ce que l'on peut avec ce que l'on a), et la gestion de l'abondance.

Il faut également prendre cette gestion de l'abondance en considération parce qu'on a vu des situations où l'aide humanitaire massive et inadaptée dans certains pays occasionnait une deuxième catastrophe à l'intérieur de la première. Mais cela a déjà été évoqué et je n'y reviendrai pas.

M. le Médecin chef Laurent DOMANSKI - Je voudrais apporter une précision à Monsieur Hirtz pour lui signaler que les détachements d'intervention de la Sécurité civile ont des lots médicaux qui sont armés de manière à répondre aux besoins des trois phases de la post-catastrophe (afflux massif de blessés, recherche sous décombres, gestion de la population au niveau sanitaire). Ils ont tous les moyens thérapeutiques disponibles.

M. le Président - Mon Colonel, pouvez-vous répondre à la question suivante : faut-il ou non un vrai plan spécifique aux séismes ? Si oui, comment, avec quoi ?

Colonel Gérard GILARDO - Je voudrais d'abord donner une précision à Monsieur Lapandry, qui a parlé de l'APO. En matière de risques sismiques, l'APO ne va pas que dans les pays de la communauté européenne, mais va au-delà puisque la Turquie, la Russie et d'autres pays y adhèrent aussi. C'est donc beaucoup plus large.

Je vous remercie d'en avoir parlé parce que je l'avais oublié dans mon propos.

En ce qui concerne les plans de secours, revenons un peu en arrière, sur la façon dont est gérée la France en matière de secours. A l'intérieur d'un département, les responsables de l'application de ces plans sont d'abord le Maire, puis le Préfet.

C'est un système que beaucoup de pays au monde nous envient. Quand nous constatons ce qui se passe dans des pays très voisins de la France en matière de commandement sur de grandes opérations, nous sommes très heureux d'avoir ce système à commandement unique, celui du Préfet, qui est de nature à favoriser ces grandes opérations.

Nous fonctionnons sur un plan ORSEC -Monsieur le Député Kert l'a dit tout à l'heure- qui date de 1952, que l'on a rajeuni au fil des années, mais qui est devenu le "frigidaire du réfrigérateur". C'est devenu un mythe.

Il n'y a pas de bonne opération et pas de bon préfet s'il n'y a pas eu déclenchement de plan ORSEC, même si quelquefois cela ne sert pas à amener du matériel et des hommes supplémentaires, qui, la plupart du temps, sont déjà présents.

D'autres plans se sont greffés, grâce à l'initiative de nos amis de la brigade des sapeurs pompiers de Paris qui, en 1986, avaient eu droit à de nombreux attentats dans la capitale.

Un plan rouge est venu se greffer sur ces plans déjà existants et on s'est aperçu que, dès l'instant où il y avait des victimes, ce plan rouge pouvait être greffé sur l'ensemble des sinistres.

En effet, il avait tous les ingrédients pour qu'une opération se déroule bien si on avait au préalable fait en sorte que les acteurs de la crise se connaissent sous la responsabilité du préfet, comme cela a été dit tout à l'heure.

Un plan spécifique séisme, peut-être, mais je n'en suis pas persuadé.

Par la force des choses, nous avons un peu anticipé sur le fait que les secours locaux seraient annihilés si une catastrophe se produisait.

Déjà, nos unités étant éclatées, toutes nos unités intervenantes sur le pays ne sont pas toutes au même endroit, Dieu merci.

Que nous faudrait-il sur un territoire qui aurait été coupé du reste du monde par un séisme ? Nous devrions y apporter des secours, des secours médicaux, des transmissions.

Cela signifie que l'on doit faire venir très rapidement des intervenants par voie aérienne, que l'on doit rétablir la circulation routière pour faire intervenir le gros de la troupe.

Mais nous trouvons déjà tout cela à l'intérieur d'autres plans, et je ne sais pas si la mise en oeuvre d'un plan séisme serait de nature à améliorer les choses. De plus, le séisme

n'est pas l'opération que nous faisons quotidiennement. Or, un plan qui n'est jamais mis en oeuvre n'est pas bon.

En effet, on perd très rapidement des habitudes, des réflexes. Je pense qu'il vaut mieux peaufiner les plans qui existent, peut-être même en nombre trop important, et qui répondent point par point à ce que l'on demandera au moment où se produira ce sinistre.

Ce serait davantage de nature à améliorer les choses que de faire un plan spécifique.

Mais c'est le Colonel Gilardo qui a répondu et pas la Direction de la Sécurité civile. Ce n'est en effet pas son sentiment que j'exprime, parce qu'elle n'a jamais été interrogée à ce sujet.

M. Claude COLLIN - A partir en particulier des microzonages dont on peut disposer, sans avoir peut-être un plan spécifique, nous devons tout de même repérer des zones où l'on puisse mettre des personnes à l'abri. Nous devons tout de même nous organiser pour faire en sorte que, si le sinistre doit arriver, on sache au moins quelles sont les zones qui, a priori, pourraient être plus sûres que d'autres.

C'est peut-être dans ce sens qu'il faut une détermination, un bon découpage de la zone considérée. Ce n'est peut-être pas un plan de secours mais c'est tout de même un effort assez conséquent en matière de zonage d'aléa.

M. Jacques GUELLEC - Je suis tout à fait d'accord avec de point de vue.

Il faut certainement une étude "au cas où", mais pas trop formalisée. La vigilance doit rester, et elle peut être entretenue par des études, par des exercices, de la formation.

Docteur Claude LAPANDRY - Je suis partagé. Nous avons effectivement des plans. Sur le plan médical, le déclenchement du plan rouge et des moyens va permettre de coordonner, d'avoir une action efficace, mais le fait d'avoir écouté les tables rondes précédentes a fait naître des inquiétudes de ma part sur le plan des autres secteurs que je ne maîtrise pas du tout (gaz, électricité, eau).

Un spécialiste du gaz ici présent est allé à Kobé et il nous a décrit des éventualités qui pourraient être cataclysmiques. En la matière, il faut peut-être des plans spécifiques de réadduction d'eau, de rétablissement. Je ne suis pas compétent, mais c'est ce qui me fait le plus peur.

J'ai moins d'angoisses pour l'aspect médical que pour l'aspect des services.

M. Guy DENEUFBOURG - En ce qui concerne le Conseil de l'Europe, cela ne couvre d'ailleurs pas la totalité de l'Europe au sens de la Commission européenne. Cela déborde sur les pays du pourtour méditerranéen et l'une des dernières mises en oeuvre de ce plan s'est passée en Turquie, où cela n'a d'ailleurs pas très bien fonctionné.

M. le Président - Je vous remercie tous d'avoir passé cette journée avec nous. Je n'ai pas à apporter ici de conclusion, puisqu'il s'agit d'une audition publique. Mais vous trouverez le fruit de nos réflexions, qui tiendra compte très fidèlement, je l'espère, de cette journée, dans le rapport qui sortira au mois d'avril.

La séance est levée à 19 heures 45.

10795 2017 020595 — Direction des Journaux Officiels. 26, rue Desaix — 75727 Cedex 15