

C. HASLER,

docteur en droit, Zurich.

L'assurance contre les tremblements de terre.

L'assurance des bâtiments et du mobilier contre les tremblements de terre n'a, jusqu'à présent, pas connu le développement auquel on pouvait s'attendre en considérant les dégâts souvent énormes causés par ces phénomènes. Elle est pratiquée presque exclusivement dans les régions particulièrement dangereuses comme la Californie, le Japon et quelques autres pays, et même dans ces territoires les valeurs assurées sont peu importantes comparées à celles de l'assurance contre l'incendie par exemple. On doit en conclure que les risques de tremblement de terre ne se prêtent pas très bien à l'assurance ; il est intéressant d'en rechercher les raisons, et cela d'autant plus que les problèmes soulevés par cette branche de l'assurance n'ont été que très rarement discutés jusqu'à présent¹.

Il convient tout d'abord de donner un bref aperçu de ce qui se fait actuellement en matière d'assurance contre les tremblements de terre. Comme il a été dit, elle est surtout répandue dans les régions où les séismes sont fréquents. Citons ici en premier lieu la Californie et le Japon, puis l'Amérique centrale, les Antilles et la côte ouest de l'Amérique du Sud, et enfin la Nouvelle-Zélande et les Indes hollandaises. Sous l'influence des événements de Californie, l'assurance contre les tremblements de terre a pris une certaine importance dans les territoires des

¹ Parmi les ouvrages les plus autorisés, il convient de citer :

B. WILLIS, *Underwriting Earthquake Hazards*, publié par le Fire Underwriters Association of the Pacific, 1925.

F. L. HOFFMAN, *Earthquake Hazards and Insurance*, New-York, 1928.

John R. FREEMAN, *Earthquake, Damage and Earthquake Insurance*, New York and London, 1932 ; nous nous réservons de revenir plus loin à ce remarquable ouvrage.

L'assurance contre les tremblements de terre.

Etats-Unis à l'est de la Californie ; dans les autres pays, et surtout en Europe, elle est restée tout à fait insignifiante et on ne rencontre que de rares polices souscrites par les *Lloyds* de Londres, ou exceptionnellement par quelques compagnies européennes en Angleterre, aux Pays-Bas, en Grèce, en Turquie, en Italie et éventuellement en France. A noter qu'en Italie, pays assez exposé, comme on le sait, aux dangers de tremblements de terre, l'assurance contre ces risques est presque inconnue. Il s'est fondé, il y a quelques années, en France, une compagnie d'assurances contre les tempêtes et les tremblements de terre qui opérait presque exclusivement à la Côte d'Azur. N'ayant toutefois pas rencontré l'intérêt nécessaire auprès du public pour l'exploitation de ces deux branches d'assurance seulement, elle a renoncé à cette activité.

En Californie, l'assurance contre les tremblements de terre est probablement plus répandue que n'importe où ailleurs. Cependant les rapports déposés par les compagnies d'assurances auprès du *State Insurance Department* de la Californie démontrent, selon l'ouvrage déjà cité de M. Freemann, que 5 % seulement des objets assurés contre l'incendie sont garantis aussi contre le risque de tremblement de terre. Les primes payées en 1930 ont atteint la somme de \$2,056,490.— et se rapportent à un capital assuré de \$346 millions. Il faut cependant préciser que pour une certaine partie des polices, les primes sont payées d'avance pour deux ou trois ans, de sorte qu'en 1930 les compagnies étaient aussi responsables des risques dont les primes avaient été payées les années précédentes ; on peut évaluer à \$ 500 millions environ le total des capitaux assurés en Californie, et ici encore, la répartition n'est pas uniforme : les districts considérés comme particulièrement exposés sont mieux garantis que les autres. Lors du tremblement de Santa Barbara, en 1925, on a constaté qu'un huitième environ de la propriété endommagée avait été assuré. Ce pourcentage est, comme on le voit, plus

C. Hasler.

fort pour cette région réputée dangereuse que pour l'ensemble de la Californie ; mais il est encore bas comparé au pourcentage des risques assurés contre l'incendie.

Cependant ces chiffres n'indiquent pas la situation exacte. Les conclusions qu'on peut en tirer correspondent certainement mieux à la réalité, pour tous les autres pays où l'assurance contre les tremblements de terre est pratiquée, que pour la Californie. Il n'a été question jusqu'à présent que de l'assurance contre les tremblements de terre proprement dite. Celle-ci ne couvre que les dommages causés par les secousses sismiques, à l'exclusion des dégâts résultant de l'incendie provoqué le plus souvent par le tremblement de terre. Les désastres dus à ces incendies sont presque toujours beaucoup plus graves que ceux causés par le tremblement de terre seul, et ceci, surtout en raison des courts-circuits, de la rupture des conduites à gaz et des canalisations d'eau, ainsi que de la désorganisation produits par un séisme grave, qui empêchent les travaux de secours.

Or, si ce risque d'incendie consécutif au tremblement de terre, qui peut atteindre des dimensions catastrophiques, est exclu, comme on vient de le dire, de l'assurance contre les tremblements de terre, il est également exclu, dans la règle, de l'assurance contre l'incendie. Les Etats-Unis font exception à ce principe en ce sens que l'assurance incendie couvre aussi le risque d'incendie après tremblement de terre. Il est vrai qu'il existe une clause dans les conditions générales de l'assurance incendie permettant aux compagnies opérant aux Etats-Unis de refuser dans certaines circonstances tout paiement de sinistres semblables ; c'est la *fallen Building Clause* qui dans la police-type (*standard policy*) est conçue comme suit : “*If this building or any material part thereof fall, except as a result of fire, all insurance by this policy on such building or its contents shall immediately cease*”. Mais la preuve des faits justifiant un refus de paiement

L'assurance contre les tremblements de terre.

tombe à la charge de l'assureur et elle est très souvent difficile ou même impossible à fournir. Aussi cette clause ne paraît-elle être que rarement appliquée par les compagnies d'assurances. En effet, après la catastrophe de San Francisco, par exemple, six compagnies seulement y ont eu recours sans pouvoir toutefois se dégager de toute responsabilité, mais elles l'ont saisie comme prétexte pour opérer une déduction de 25 % sur toutes les indemnités.

Du reste la *fallen Building Clause* est souvent exclue des polices, moyennant une surprime de 25 %.

Si l'on veut se faire une idée des valeurs assurées aux Etats-Unis, il faut, par conséquent, prendre en considération, non seulement les capitaux protégés par l'assurance contre les tremblements de terre proprement dite, mais aussi, jusqu'à un certain degré, les capitaux assurés contre l'incendie. Les conséquences juridiques et pratiques de la *fallen Building Clause* sont cependant tellement obscures qu'on en est réduit à de vagues conjectures sur l'importance des risques de tremblements de terre couverts par l'assurance incendie.

Pour la Nouvelle-Zélande, la situation est quelque peu analogue. L'assurance incendie exclut, comme ailleurs, toute responsabilité de l'assureur pour les dégâts causés directement ou indirectement par un tremblement de terre. Cependant, après le tremblement de terre de Napier, en 1931, les tribunaux ont déclaré que seul l'incendie des quelques maisons atteintes les premières par le feu devait être considéré comme provoqué par le tremblement de terre ; pour toutes les autres maisons, l'incendie était dû à la propagation du feu et ne pouvait, d'après la décision des tribunaux, être attribué ni directement, ni *indirectement*, au séisme. C'est ainsi qu'une grande partie du dommage a été indemnisée, non pas par l'assurance contre les tremblements de terre, — qui

C. Hasler.

en ce moment n'était presque pas connue en Nouvelle-Zélande, — mais bien par l'assurance incendie.

A cet égard, il convient peut-être d'ajouter qu'au Japon les compagnies d'assurances contre l'incendie ont effectué, après le tremblement de terre de 1923, un paiement dit « de sympathie », variant entre 2 et 10% de la valeur assurée, sans que les conditions de la police ou leur interprétation par les tribunaux l'aient exigé. Mais même ce paiement n'a été possible qu'avec l'appui de l'Etat, qui a consenti aux compagnies d'assurances des prêts considérables s'élevant jusqu'à concurrence du montant de l'encaissement de primes annuel.

Ajoutons que parfois le risque d'incendie consécutif au tremblement de terre est couvert moyennant une surprime.

Il est nécessaire, pour compléter ces explications, de donner encore quelques indications sur les primes demandées et les sinistres payés par les compagnies d'assurances au cours de ces dernières années.

Les taux de primes pour l'assurance contre les tremblements de terre varient considérablement, d'une part selon la situation, et d'autre part selon la construction des bâtiments assurés. La Californie, par exemple, est divisée en quatre zones plus ou moins dangereuses ; la prime est de 1.5 % pour les habitations bien construites, ne comptant pas plus de trois étages et situées dans la première zone, tandis qu'elle est de 5.25% pour les bâtiments considérés comme étant les plus instables, situés dans la quatrième zone ; la prime moyenne était, en 1930, de 5.9 %. Un rabais de 25 ou 50% est accordé pour certaines catégories de marchandises en magasin. Au Japon, le taux se monte à 2 ½% pour les meilleurs risques. D'autre part, à l'est des Etats-Unis, la prime est de 0.4 à 5 %, et dans les Pays-Bas on se contente, pour les rares polices qui y sont souscrites, d'un taux de 0.3 ou 0.5 %.

L'assurance contre les tremblements de terre.

En ce qui concerne les sinistres payés, on ne possède de chiffres exacts que pour les Etats-Unis. Le tableau suivant indique, pour les années 1925 à 1930, les sinistres payés et les primes encaissées en Californie, d'après les rapports des compagnies d'assurances au *State Insurance Department* :

	Primes encaissées	Sinistres payés	Pourcentage des sinistres
1925 . . .	\$ 1,943,893	\$ 786,289	40.4 %
1926 . . .	2,558,443	109,264	4.3
1927 . . .	2,903,279	339,786	11.7
1928 . . .	1,962,771	10,780	0.6
1929 . . .	1,968,299	30,776	1.6
1930 . . .	2,036,490	10,383	0.5
1931 . . .	2,031,206	6,690	0.3
Total . . .	\$15,394,381	\$1,293,968	8.1 %

D'après le *National Underwriter* du 16 mars 1933, l'encaissement de primes en 1932 n'a été que de \$713,613. Il semble qu'un grand nombre de polices n'aient pas été renouvelées par suite de la crise économique, ainsi que de la période de tranquillité qui s'est écoulée depuis le dernier séisme.

Comme on le voit, les pourcentages de sinistres sont très bas, ce qui s'explique en grande partie par le fait que les conditions générales de l'assurance contre les tremblements de terre en Amérique prévoyaient une franchise de 10% ; en effet tous les sinistres ne dépassant pas 10% de la somme assurée — et c'est la grande majorité — ne sont pas payés par les compagnies d'assurances, mais restent à la charge des assurés. Depuis 1932, la franchise est de 5, 10 ou 15%, selon la qualité de construction des bâtiments assurés.

Le tremblement de terre de Long Beach, survenu il y a quelques semaines, a causé des dégâts que les journaux

C. Hasler.

américains évaluent à près de 30 millions de \$, bien que la secousse ait été plutôt faible. Toutefois les données précises manquent encore au sujet des indemnités à la charge des compagnies d'assurances ; elles seront certainement considérables. Dans ces conditions, le tableau ci-dessus sera profondément modifié par le montant des dommages causés à Long Beach.

Il ressort de tout ce qui précède que, d'une part, l'assurance contre les tremblements de terre est peu répandue, même dans les régions où les séismes sont fréquents, et d'autre part que la garantie offerte est loin d'être complète. Quelles en sont les raisons ? Sans entrer dans les détails pour le moment, il faut constater que dans tous les pays où les tremblements de terre ont été jusqu'à présent rares ou faibles, les propriétaires ne voient pas la nécessité, ni même l'intérêt de s'assurer à une prime élevée contre un événement qui ne paraît que très peu probable. Par contre, dans les pays exposés aux séismes, le danger est souvent considéré comme étant si grand et si difficile à évaluer que les assureurs s'abstiennent de couvrir le risque, comme en Italie par exemple, ou restreignent leurs garanties, de façon à empêcher ainsi les propriétaires de trouver une couverture complète et efficace.

Cette situation est-elle inévitable ? A en croire M. John R. Freeman, auteur d'un livre paru en 1932 et intitulé *Earthquake Damage and Earthquake Insurance*¹, ce ne serait pas du tout le cas. M. Freeman, président de la *Manufacturers Mutual Fire Insurance Company*, à Provi-

¹ *Earthquake Damage and Earthquake Insurance.* Studies of a rational basis for earthquake insurance and studies of engineering data for earthquake-resisting construction by John Ripley FREEMAN, engineer, President of the Manufacturers Mutual Fire Insurance Company, Past President of the American Society of Mechanical Engineers, Past President of the American Society of Civil Engineers. First Edition. — New-York and London, McGraw-Hill Book Company, 1932. In-8 (155 × 235), 904 p., pl.

L'assurance contre les tremblements de terre.

dence, aux Etats-Unis, soutient la thèse que les expériences faites jusqu'à présent, ainsi que les statistiques des tremblements de terre et des dégâts qu'ils ont causés, justifieraient amplement une réduction considérable des primes prélevées et une extension des garanties offertes actuellement. Une telle réduction des primes entraînerait, selon lui, une généralisation décisive de l'assurance contre les tremblements de terre permettant à chaque assuré de souscrire simultanément une assurance contre l'incendie et une police contre le risque de tremblement de terre. On obtiendrait ainsi une base suffisamment large pour que les compagnies d'assurances soient à même d'assumer toutes les responsabilités qui pourraient se présenter.

M. Freeman, qui est ingénieur, insiste beaucoup dans son ouvrage sur l'importance des questions de construction, en démontrant que la résistance des bâtiments contre les tremblements de terre dépend, dans une très large mesure, de leur structure et du matériel employé. C'est dans ce domaine que ce livre a certainement apporté les éléments les plus précieux au développement de l'assurance contre les tremblements de terre. Les observations que M. Freeman a recueillies personnellement sur les lieux, après de nombreux tremblements de terre, tant aux Etats-Unis qu'ailleurs, lui ont permis de se faire une idée exacte de l'influence exercée par les séismes sur les différentes constructions, et de s'exprimer d'une manière détaillée sur les améliorations qu'il sera nécessaire d'adopter (p. 795-820). Il est certain que la réalisation de ses plans pourrait diminuer, dans une large mesure non seulement les dommages matériels, mais aussi le danger encouru par les habitants des maisons et les personnes circulant dans les rues.

Par contre, il est difficile de se rallier aux conclusions de l'auteur en ce qui concerne les possibilités techniques de l'assurance contre les tremblements de terre. Les

C. Hasler.

difficultés qui ont empêché jusqu'à présent le libre développement de cette branche de l'assurance sont encore loin d'être surmontées. En effet, elles touchent à l'essence même de la notion de l'assurance. Force est bien de convenir que la couverture des risques de tremblement de terre n'appartient pas, aujourd'hui du moins et probablement pour quelque temps encore, au domaine de l'assurance au sens strict du mot.

Il faut, pour rendre justice aux grands efforts de M. Freeman, entrer dans les détails de son argumentation. L'auteur examine d'abord la fréquence et l'intensité des tremblements de terre dans différentes régions du globe. En se basant sur les tremblements de terre connus, dont la statistique n'est pas toujours très complète et n'embrasse souvent, pour une grande partie de l'Amérique surtout, guère plus de cent ans, il s'efforce de déterminer la fréquence des tremblements de terre destructeurs dans les diverses zones sismiques des Etats-Unis. En tenant compte de l'inexactitude de ses bases, M. Freeman croit pouvoir fixer à 8 par siècle le nombre des tremblements dévastateurs, en Californie par exemple, tandis que ce chiffre serait de 4 pour les Montagnes Rocheuses, de 2 pour la vallée du Mississippi, etc.

D'autre part, M. Freeman prétend être à même de prouver que la superficie du territoire atteint par un seul et même séisme n'a jamais été de plus de 10,000 km². La zone de destruction plus sérieuse n'a jamais dépassé 2,500 km², et même dans cette zone ce sont seulement les bâtiments mal construits et reposant sur du terrain instable qui ont souffert. De même, le pourcentage du dommage, par rapport à la valeur des maisons, a toujours été très bas. Il est vrai que les fortes secousses font toujours tomber un certain nombre d'édifices. Toutefois, il ressort des observations personnelles de M. Freeman, ainsi que des nombreux témoignages réunis dans son livre, que le pourcentage de sinistres n'a jamais été supérieur

L'assurance contre les tremblements de terre.

à 5 % pour la zone entière de destruction de 2,500 km², ou à 3 % pour la zone maximale de 10,000 km².

La fréquence et l'intensité des tremblements de terre étant ainsi déterminées par des chiffres qui, selon M. Freeman, doivent être considérés comme des valeurs maximales, l'auteur procède ensuite au calcul de la prime nécessaire pour couvrir le risque. Il part de l'idée qu'il sera possible de souscrire, avec chaque police incendie, une assurance tremblement de terre, ce qui réduira considérablement les frais d'administration ; ils seront toujours assez élevés et même, à eux seuls, plus importants que la simple prime correspondant au risque assuré, car beaucoup de bâtiments devront être soigneusement inspectés et contrôlés pour permettre à l'assureur d'évaluer le risque qu'il assume. Les primes que M. Freeman obtient n'atteignent en moyenne que la cinquième partie des primes perçues actuellement. Et encore envisage-t-il une réduction de la franchise à 1 %.

Il convient de reconnaître que les conclusions de M. Freeman résultent logiquement des faits qui ont été adoptés comme base. Mais ces prémisses sont-elles elles-mêmes à l'abri de toute critique ?

M. Freeman calcule ses taux de primes en supposant que l'assurance contre les tremblements de terre sera combinée, à l'avenir, avec chaque police incendie. Cette idée est difficilement réalisable dans des régions où les chances d'un tremblement de terre sont bien hypothétiques, à l'intérieur du continent américain, par ex. ; M. Freeman lui-même (p. 630) évalue à 1 : 2,400,000 les probabilités de secousse par siècle pour une maison quelconque située dans la région des grandes plaines. Les propriétaires ne voient pas l'intérêt de s'assurer contre un événement aussi invraisemblable et une réduction même très appréciable de la prime n'y changera certainement pas grand chose. Seule l'assurance obligatoire prescrite par l'Etat pourrait remédier à cette situation ; mais il

C. Hasler.

sera sans doute difficile de faire accepter une pareille loi. Or, il est clair que les primes calculées par M. Freeman pour les Etats-Unis seront inapplicables aussi longtemps que l'assurance ne sera pas généralisée dans ce pays. Il est facile de constater que les pourcentages probables de sinistres sont beaucoup plus élevés lorsque seuls les risques particulièrement exposés au danger sont assurés.

Un problème plus grave encore, c'est la question des statistiques sur lesquelles M. Freeman s'appuie. Ces données sont-elles assez sûres pour permettre d'établir des probabilités de sinistre suffisamment exactes ?

L'importance des sinistres dépend de l'ébranlement de la terre d'une part, et de la résistance plus ou moins grande des bâtiments, d'autre part. En ce qui concerne le second point, on peut admettre que les statistiques futures seront influencées dans un sens favorable par les améliorations à réaliser dans le domaine de la construction des bâtiments. M. Freeman lui-même, dans son livre, y a très largement contribué. On sait maintenant que les bâtiments construits sur du terrain solide et ferme, de la roche si possible, sont moins exposés que d'autres ; les oscillations de la terre provoquées par les tremblements sont moins fortes et plus régulières en terrain solide que dans un sol mou, des alluvions par exemple. L'expérience prouve que la grande majorité des édifices sérieusement atteints ou totalement ruinés étaient situés sur du terrain instable. On a cependant découvert ces dernières années, c'est de chercher à obtenir une structure aussi rigide que possible, à fondements très profonds, car les mouvements du sol sont plus violents à la surface qu'à quelques mètres en dessous ; il faut s'inspirer jusqu'à un certain degré des principes de construction d'un navire. On obtient ainsi ce que M. Freeman appelle le *cushion effect* ; le mouvement de l'édifice est celui d'un bloc compact sans que l'écroulement ou simplement des fissures dans les murs s'ensuivent ; souvent aussi le mouve-

L'assurance contre les tremblements de terre.

ment du bâtiment est plus faible que celui du terrain voisin. En général, la rigidité de la construction augmente de beaucoup la faculté de résistance. Ce qui est particulièrement important, c'est de rechercher une cohésion aussi parfaite que possible ; en effet, c'est toujours aux endroits où les éléments de construction hétérogènes se touchent et ne sont pas très bien réunis les uns aux autres que la rupture se produit. On voit souvent des murs entiers s'effondrer, par manque d'homogénéité, tandis que le squelette de la maison reste intact, et si des murs se fendent, c'est souvent à la qualité du mortier employé qu'il faut en attribuer la faute.

M. Freeman insiste sur la nécessité d'étudier à fond la nature du mouvement du sol lors d'un tremblement de terre et l'influence de ce mouvement sur les bâtiments. Jusqu'à présent, on s'est borné à étudier les tremblements de terre du point de vue strictement scientifique ; on avait construit des sismographes extrêmement sensibles qui n'ont pas résisté aux fortes secousses et n'ont ainsi pas permis de constater les mouvements du sol à proximité de l'épicentre. Cependant il sera très important de connaître la direction, la vitesse, l'amplitude et la période de ces oscillations dans les différentes formations géologiques ainsi que les forces auxquelles les bâtiments sont soumis et la nature des vibrations produites dans ces derniers. On sait qu'au-dessus de l'épicentre les secousses verticales peuvent être particulièrement dangereuses et même occasionner des crevasses et des déplacements de terrains auxquels aucun édifice ne peut résister. A San Francisco par exemple, en 1906, une crevasse longue de 400 km. environ s'est formée ; à Owers Valley, en 1872, on a constaté des déplacements latéraux jusqu'à 10 mètres et des différences de niveau de 3 mètres (moins en terre rocheuse). Toutefois ces déplacements ne sont mesurables que jusqu'à 15 km. environ de la crevasse.

Par contre, à quelque distance de l'épicentre, ce sont

C. Hasler.

plutôt les oscillations dans le sens horizontal qui ont un effet destructif, car c'est à ces forces latérales que les bâtiments offrent le moins de résistance. L'amplitude de ces oscillations varie entre $2\frac{1}{2}$ et 5 mm. dans du terrain solide et de 1 à $2\frac{1}{2}$ cm. dans du terrain instable. La période en est généralement de 1 à 3 secondes ; plus elle est courte, plus elle est dangereuse, car dans les mouvements rapides du sol les bâtiments n'ont pas le temps de reprendre l'équilibre. On admet donc que l'influence de la secousse sur les bâtiments dépend de l'amplitude des oscillations du sol et varie en proportion inverse du carré de leur période. Toutefois on n'est pas encore arrivé à déterminer d'une façon exacte l'intensité des forces auxquelles les bâtiments obéissent ; par conséquent, on ne connaît pas au juste le degré de solidité qu'il faudra adopter dans la construction des maisons pour leur permettre de résister aux oscillations de la terre. On sait cependant qu'il faut bâtir aussi rigidement que possible. Chaque édifice a une période de vibration propre, qui est moindre, si la bâtie est ferme (elle est de $\frac{1}{2}$ à 1 seconde par exemple pour un édifice à charpente d'acier, d'une hauteur de 30 mètres). Or, la période de vibration devrait toujours être inférieure à celle des oscillations du sol ; si ce n'est pas le cas, le mouvement commencé par le bâtiment après une première secousse n'est pas encore terminé au moment où une seconde secousse en sens inverse se produit, ce qui augmente le danger d'effondrement ; ou bien la seconde vibration accentue encore le mouvement rétrograde de balancement, ce qui est également dangereux.

Les expériences d'un grand nombre d'architectes, ainsi que ses observations personnelles, ont permis à M. Freeman de formuler dans son livre quelques postulats au sujet des principes de construction à suivre à l'avenir. Tout d'abord, examiner le terrain à bâtir pour éviter avant tout les lignes de rupture tectonique active, plus connues sous le nom de failles, si on peut les déterminer,

L'assurance contre les tremblements de terre.

ainsi que les lignes de contact entre des terrains de consistance différente ; l'irrégularité des oscillations qu'on a constatée à ces endroits est funeste aux bâtiments. La meilleure construction est celle à armature d'acier avec renforcements diagonaux, murs et plafonds en béton armé. On peut bâtir ainsi jusqu'à une hauteur de 30 et même de 50 mètres, surtout si le plan de l'édifice est symétrique. Sur du terrain solide, la charpente en bois ou en brique est parfaitement suffisante pour des habitations jusqu'à trois ou quatre étages. Les fondations ont une importance primordiale ; à San Francisco, par exemple, les fondements des grandes maisons modernes situées sur du terrain instable sont d'un seul bloc ayant jusqu'à 14 mètres de profondeur et reposant sur des piliers longs de 30 mètres.

Si les statistiques sur lesquelles M. Freeman s'est basé pour ses calculs paraissent donc être assez exactes en ce qui concerne les dangers résultant de la construction des édifices, ce n'est pas le cas pour le côté purement sismologique du problème. L'auteur part de l'idée que la fréquence, l'intensité et la zone de destruction des tremblements de terre seront à peu près les mêmes, à l'avenir, que par le passé. Or, de graves doutes sont permis à ce sujet.

En ce qui concerne les causes des tremblements de terre, la sismologie moderne nous dit que l'écorce du globe, épaisse d'environ 100 km., doit être considérée comme étant composée d'un grand nombre de compartiments séparés par des lignes de rupture. Ces compartiments diffèrent les uns des autres par leur étendue, qui peut atteindre jusqu'à des centaines de km^2 . Leur configuration dépend de la nature du sol et l'on croit avoir constaté, à l'aide des sismographes, des failles se prolongeant jusqu'à 40 km. de profondeur. Il est d'ailleurs difficile d'en déterminer l'endroit et il ne faut pas se représenter les compartiments terrestres comme étant séparés les uns des

C. Hasler.

autres par un espace libre ; cependant sous l'influence de certaines forces, des déplacements, en général très minimes, sont possibles le long des ruptures. Cette instabilité de l'enveloppe terrestre explique la possibilité de tremblements de terre.

Mais quelles sont les forces qui produisent de tels mouvements ? C'est à cette question que la sismologie n'est pas encore en mesure de nous donner une réponse précise et définitive. En général, on attribue les mouvements sismiques à l'influence des mêmes forces qui contribuent à la formation des montagnes. Mais cette hypothèse n'explique pas grand chose. On ignore ce qui se passe en dessous de l'écorce compacte de la terre, mais on croit pouvoir supposer que l'activité physico-chimique dans ces régions pourrait bien réagir sur les couches superposées. D'aucuns prétendent que le déplacement de grandes quantités de terre effectué par le travail d'érosion et d'alluvion des grands systèmes fluviaux est de nature à troubler l'équilibre de la surface du globe. Rappelons aussi l'hypothèse que les travaux d'asséchement, entrepris dans le Zuidersee, pourraient provoquer des tremblements de terre. Il faut citer également l'activité volcanique, moins importante qu'on ne le croyait autrefois, ainsi que la possibilité d'éboulements souterrains.

L'écorce terrestre est donc exposée à l'influence de forces variables ; elle est soumise à des tensions qui soudainement peuvent provoquer une rupture au point de moindre résistance. Dans ce cas, les compartiments terrestres voisins ont la tendance à regagner brusquement leur équilibre, et ce mouvement, qui peut se produire à n'importe quelle profondeur du sol, peut occasionner un tremblement de terre plus ou moins sérieux.

Or, comme on ne connaît pas encore les dernières causes des tremblements de terre, il est très hasardeux de vouloir se prononcer exactement sur l'avenir. Les expériences faites jusqu'à présent ne suffisent pas à établir

L'assurance contre les tremblements de terre.

une statistique infaillible. Pour certains territoires, presque déserts il y a cent ans, les observations sont incomplètes ; on est mieux orienté sur d'autres, mais en géologie, une période de deux ou trois siècles est bien peu de chose et ne suffit pas pour tirer des conclusions sûres et définitives. Les sismographes ne fonctionnent que depuis cinquante ans environ ; il est vrai qu'on commence maintenant à localiser les lignes de rupture et même à déterminer les différences de niveau, extrêmement minimes, qui indiquent un mouvement des compartiments terrestres souvent précurseur d'un tremblement de terre. Mais toutes ces observations ne permettent pas de se prononcer sur la nature et l'intensité des phénomènes futurs. On sait que ces régions à plissements géologiques récents, présentant de grandes différences d'altitude, sont plus dangereuses ; mais la tranquillité observée à d'autres endroits n'est pas nécessairement un signe de stabilité ; il est possible que l'écorce terrestre soit particulièrement solide à ce point et que certaines forces s'y accumulent, ce qui pourrait finalement entraîner une catastrophe.

On ne peut donc s'empêcher d'envisager les possibilités suivantes :

- 1^o que le nombre des tremblements destructifs, pour la côte atlantique des Etats-Unis par ex., soit de 4 par siècle, au lieu de 2, comme le prédit M. Freeman (il est bon de rappeler, à ce propos, le séisme sous-marin de 1929 au sud de Terre-Neuve, à un endroit où on ne s'y attendait pas) ;
- 2^o que la zone de destruction soit plus étendue que 10,000 km² ;
- 3^o que l'intensité de l'une de ces secousses puisse être telle qu'elle provoquera des désastres de 10 ou même de 20 % des valeurs existantes au lieu de 5 % seulement ; cette éventualité ne paraît pas invraisemblable si l'épicentre devait un jour se trouver

C. Hasler.

directement au-dessous d'une grande capitale, ce qui n'a jamais été le cas jusqu'à présent, car même à San Francisco la zone la plus éprouvée était à quelque distance de la ville. Aussi, en tenant compte seulement des expériences du passé, on néglige le facteur de l'augmentation de la population et de la densité des habitations.

Or, si les bases statistiques sont à ce point incertaines, les calculs de M. Freeman n'ont qu'une valeur théorique.

On peut même affirmer qu'il est absolument impossible aujourd'hui de recueillir les éléments nécessaires pour établir un système d'assurance. Si l'assurance contre les tremblements de terre veut être plus qu'un jeu de hasard, elle doit être basée sur un certain nombre de faits observables qui se reproduisent avec une certaine régularité et permettent d'appliquer les principes du calcul des probabilités. Tel n'est pas le cas pour les tremblements de terre, qui sont beaucoup trop espacés et variés pour permettre d'établir une moyenne des risques probables. Au surplus, on ne peut compenser les pertes entre elles, comme c'est le cas dans les autres branches d'assurances, avec le concours de toutes sortes de catégories de risques ; dans les régions sûres, on ne paie pas de primes pour s'assurer contre un événement qui surviendra peut-être quelques siècles plus tard.

On objectera peut-être à cela que le pourcentage de sinistres relativement bas dont il a été question ci-dessus démontre que l'assurance contre les tremblements de terre est parfaitement possible. Mais ces pourcentages prouvent justement que ce n'est pas de l'assurance au sens véritable du mot. Les tarifs sont basés sur des conjectures ; ils renferment un facteur de sécurité qui peut être ou trop grand ou beaucoup trop faible. Pendant les périodes de tranquillité, la prime paraît trop élevée et l'assurance n'est pas demandée, sauf dans les cas peut-

L'assurance contre les tremblements de terre.

être où le créancier hypothécaire l'exige ; par contre, une catastrophe peut être funeste à l'assureur. Il faut ajouter cependant que là où les compagnies d'assurances se chargent de couvrir le risque d'incendie après un tremblement de terre, le risque du séisme seul ne représente qu'une légère augmentation de leur responsabilité.

La réalisation de l'idée de M. Freeman se heurte encore à une difficulté d'ordre purement pratique. Des valeurs énormes sont concentrées dans les grandes villes modernes, et, avec une assurance universelle, le risque deviendrait si considérable que les ressources de toutes les compagnies d'assurances ne suffiraient pas à le couvrir. Les assureurs doivent se protéger contre des pertes trop grandes en limitant leur responsabilité dans les régions qui, selon leur avis, peuvent être atteintes par une seule et même catastrophe. La détermination de ces régions sur la base des connaissances incomplètes qu'on possède aujourd'hui sur le mécanisme des tremblements de terre est extrêmement difficile ; plus leur superficie est étendue, mieux l'assureur est protégé. Dans les grandes villes de la Californie, les propriétaires ont aujourd'hui déjà des difficultés à trouver la couverture nécessaire. L'assurance universelle ne pourra certainement se constituer qu'au moyen d'un *pool*. Et même une telle organisation ne suffirait pas à éviter, en cas de catastrophe, dans une grande ville, p. ex., le danger de faillite des assureurs. L'assurance universelle ne sera donc possible qu'au prix d'une limitation de la responsabilité des compagnies d'assurances ; on pourrait envisager par ex. une clause permettant aux assureurs de ne pas payer pour les sinistres d'une année plus de dix fois le montant de leurs primes annuelles, en réduisant proportionnellement tous les paiements.

Le développement d'une assurance contre les tremblements de terre sera peut-être possible sur la base d'une pareille organisation. Mais pour le moment, et probable-

C. Hasler.

ment pour longtemps encore, on en est réduit à se contenter de la couverture actuelle, qui ne peut satisfaire ni l'assureur ni l'assuré, et dont une petite minorité seulement fait usage.

La réparation des dommages restera donc en grande partie à la charge de la bienfaisance privée et du gouvernement du pays éprouvé. L'action de secours des autorités présente quelques avantages sur le système actuel d'assurance, en ce sens qu'elle atteint tous les sinistrés et permet d'assurer la reconstruction des maisons selon les principes modernes de résistance contre les tremblements de terre. En face des catastrophes sismiques avec lesquelles il faut toujours compter, l'Union internationale de secours peut être aussi appelée à participer aux mesures d'entraide, tant qu'il n'existera pas une assurance universelle contre les tremblements de terre.

Zurich, le 31 mars 1933.