

**LA PREVISION DES TREMBLEMENTS DE TERRE : UN DIALOGUE A RISQUE AUX  
FRONTIERES DE LA SCIENCE.**

**Michel Campillo et Yves Nicolas**

*“Il y eut des éclairs, des voix, des coups de tonnerre et un grand tremblement de terre, tel qu’il n’y en eut jamais de si grand depuis que l’homme est sur la Terre ” (Apocalypse 16-17)*

Le passage à l’an 2000 aura été placé sous les auspices d’une double erreur de prévision, l’une pêchant par excès, l’autre par défaut. Le “ bogue ” de l’an 2000 que tout le monde redoutait n’aura pas eu lieu, tandis qu’une tempête que personne n’imaginait aura dévasté une partie de la France. La catastrophe - jointe à celle de l’Erika au large des côtes bretonnes - éclipsa largement la fête du réveillon qui fut d’ailleurs particulièrement calme sur le front de la consommation ostentatoire contrairement à tous les pronostics de démesure effectués par les publicitaires et les marketeurs (encore une erreur de prévision). La fête eut bien lieu, mais ce fut autour d’un immense buffet médiatique et c’est de la catastrophe qu’on y servit, à satiété. Une telle effervescence montre assez bien à quel point une catastrophe, quand elle se produit, entraîne impérativement l’obligation de l’inscrire dans un espace de significations sociales et permet d’expliquer pourquoi le travail d’information des journalistes s’accompagne d’une théâtralisation qui seule donne à l’événement un sens<sup>1</sup>. Car une fois les faits purement météorologiques et géographiques décrits, qu’ont mis en scène les médias ? Essentiellement l’histoire d’un chaos : une société de communication privée de téléphone, une société de progrès réduite à la bougie, une société de confort privée de chauffage, une société de la vitesse paralysée par les chutes d’arbres... et simultanément le catalogue des valeurs et des croyances ultimes du groupe grâce auxquelles ce chaos pourra être surmonté. Parmi elles, la solidarité est probablement la valeur la plus mobilisée par les médias, en tant qu’elle symboliserait l’exaltation de ce que Durkheim nommait le “ *grand tout social* ”: solidarité des hommes (les paysans mettant en commun les groupes électrogènes pour assurer la traite des vaches), solidarité des institutions publiques (les mairies improvisant des réveillons dans les salles des fêtes et les gymnases scolaires), voire solidarité des nations (nos voisins italiens ou britanniques dépêchant des convois de techniciens et de matériel). Cette saga, à travers les figures successives qu’elle déploie (héroïsation, dramatisation...) permet de sublimer le mal ordinaire de nos sociétés - individualisme, bureaucratisme, nationalisme - et d’annuler certaines barrières sociales : le retraité d’EDF reprenant du service ou encore le jeune de banlieue se portant volontaire. L’Etat n’a pas été absent de cette dramaturgie et a joué

---

<sup>1</sup> Paul Beaud écrit à ce sujet qu’il existe un paradoxe “*qui fait qu’au moment où nos sociétés renonçaient à la connaissance métaphysique d’elles-mêmes au profit d’une connaissance se voulant rationnelle et conceptuelle, elles ont vu proliférer le mode d’expression de cette connaissance qui lui est le plus inadapté, le plus proche du religieux, de la rhétorique de la légitimation qui lui était lié : la narration, le conte, la parabole. Fiction ou actualité, nos médias ne sont qu’une continuité narrative où l’information s’intègre comme un feuilletton toujours recommencé*”. La société de connivence, Ed. Aubier, Paris 1984, p. 173.

pleinement son rôle. Ses représentants ont affirmé solennellement qu'il ne faillirait pas à son devoir de solidarité nationale, mais en déplacement sur les lieux mêmes du sinistre, ils ont exprimé aussi avec modestie leur simple émotion d'homme. Et l'arrivée en hélicoptère d'un homme d'Etat qu'on voit ensuite patauger dans la boue constitue un symbole de choix pour marquer l'abolition d'une distance, dont on sait combien elle est ordinairement stigmatisée<sup>2</sup>. Le seul "acteur" peut-être à ne pas parler en situation de catastrophe, ou en tout cas à ne pas dire l'évènement avec la même partition que les médias, l'Etat ou l'opinion publique, est paradoxalement celui qui pourrait prétendre le connaître le mieux : ici, le scientifique spécialiste de météorologie. Qui n'aura pas remarqué à quel point son explication est "décevante" quand un journaliste l'interroge sur le phénomène qui vient de se produire, à quel point elle désenchantante en la réduisant aux strictes proportions d'un phénomène physique l'épopée collective en train de se construire et à laquelle on souhaiterait qu'il mêle un peu sa voix ?

## Du social et de la science

Cette discordance, à micros ouverts, offre une prise pour appréhender plus largement les modalités du dialogue qui s'établit aujourd'hui entre le monde scientifique et le monde social. En prenant ici l'exemple des tremblements de terre, on tentera d'en mettre à jour quelques articulations essentielles.

- Ce dialogue est déclenché par les demandes d'expertise que les décideurs socio-politiques adressent régulièrement au monde scientifique dans l'espoir d'une meilleure maîtrise de l'aléa, d'une sécurisation croissante de la vie collective. Ces demandes ne sont certes pas surprenantes, émanant de responsables du domaine public, mais ordinairement elles procèdent d'attentes magiques et, telles qu'elles sont formulées (prévoir l'imprévisible), ne sont pas recevables. Le processus semble alors interrompu : la communauté scientifique refuse en effet d'y répondre. Cette irrecevabilité a d'abord une origine technique : il est à ce jour impossible de prédire les tremblements de terre ; elle a aussi une origine davantage liée à l'histoire et au mode de fonctionnement des institutions scientifiques.

- Il peut arriver néanmoins que des chercheurs prétendent fournir des prévisions. La méthode VAN et les prédictions de Browning fournissent deux situations exemplaires pour observer comment la communauté scientifique est renvoyée dans ces cas exceptionnels à sa responsabilité, comment elle l'assume alors, mais aussi quels avantages secondaires elle est susceptible d'en tirer.

- Processus enclenché, processus interrompu ou marginalement restauré... Il est aussi une autre manière pour le monde sismologique de se positionner face à une demande sociale qui rompt avec cette politique du refus et qui consiste plutôt à retravailler cette demande de manière à répondre aux préoccupations des aménageurs et des gestionnaires, et cette fois dans des conditions scientifiques acceptables : la technique du micro-zonage est une des ces possibles réponses. Mais en entrant dans un espace public de dialogue (les comités d'experts, commissions, groupes d'études...) où les différents acteurs de la vie économique élaborent des politiques et établissent des normes, les scientifiques s'engagent dans une voie de compromis où l'argument strictement scientifique perd de son absolutisme et ne vaut que s'il est socialement validé. Les risques de tremblement de terre représentant des enjeux économiques de plus en plus considérables (voir par exemple Hadfield, 1992), la participation des responsables scientifiques à de telles assemblées s'accroît. S'accroissent dans les mêmes proportions leur responsabilité sociale et donc la nécessité pour eux de développer une réflexivité critique face à un ensemble de jeux et de rôles auquel l'exercice purement académique ne les avait pas particulièrement préparés.

## Un dialogue difficile

---

<sup>2</sup> On aura pu voir ce qu'il en coûte à un ministre de ne pas juger nécessaire de se déplacer sur les lieux d'une catastrophe et d'en minimiser l'ampleur, c'est-à-dire de la dédramatiser en essayant de la rapporter à ses proportions objectives.

Il est légitime de vouloir se prémunir des effets catastrophiques des séismes par la prévision de leur occurrence dans un laps de temps permettant une action positive immédiate telle que l'alerte de la population, l'évacuation des bâtiments, etc. Nous réserverons le terme de prévision à cette échelle du très court terme : de quelques semaines à quelques heures. Une telle prévision aurait un caractère opérationnel ; ce serait une information immédiatement transmissible en action (et dans ce scénario, la place du héros serait celle du scientifique grâce à qui des vies seraient sauvées ). Cela signifierait aussi des obligations nouvelles : une telle information ne saurait être fautive sans que la crédibilité des scientifiques soit totalement remise en cause, et réciproquement nul ne saurait ignorer une telle prévision sans commettre une faute politique inexcusable. Scientifiques et politiques seraient placés dans une relation de contrainte bien peu envisageable en terme de gestion et franchement inenvisageable dans l'état actuel de nos connaissances sur les séismes. Les études géologiques apportent des informations, mais avec des incertitudes de temps sans mesure avec les exigences de l'action immédiate. En revanche, elles nous apprennent par l'étude du passé ce que pourrait être le futur : à la certitude d'une occurrence proche, elle substitue une probabilité sur le long terme qui a l'avantage de ne pas être soumise à la sanction immédiate des faits et de laisser cours à une décision politique éclairée. Nous reviendrons sur cet aspect de l'analyse de l'aléa sismique dont les applications sont nombreuses.

Le principal obstacle rencontré pour la prévision des séismes à court terme tient aux très grandes variations des échelles de temps en jeu. Les séismes sont la marque la plus violente des lents mouvements qui affectent la Terre. Les échelles de temps caractéristiques de ces grands mouvements sont celles de la géologie, typiquement le million d'années. Pendant ces longues périodes de déformations, des ruptures de la croûte terrestre se produisent de temps en temps. Il est bien difficile d'évaluer leur périodicité. Il est établi qu'un grand séisme peut se reproduire dans la même zone parfois après plusieurs dizaines de milliers d'années, tandis que dans d'autres cas, quelques dizaines d'années seulement séparent deux événements majeurs. Notre connaissance est évidemment limitée par la très courte durée d'observation directe dont nous disposons : peut-être deux mille ans de sources historiques fiables dans quelques régions du monde et seulement un siècle de mesures physiques. Paradoxalement, alors qu'il participe à une tectonique très lente à l'échelle humaine, un séisme est lui même un événement extrêmement brutal en apparence: quelques secondes d'enregistrement sur les sismogrammes.

Prédire, prévoir.

Des signes avant coureurs des séismes ont bien été cherchés, en particulier dans le comportement des animaux, mais en vain. Dans certaines sociétés traditionnelles, notamment asiatiques, on pensait que des signes précurseurs étaient transmis par la médiation d'animaux, mythiques ou réels, dont les plus connus sont le dragon ou le poisson, sensés émerger des profondeurs à l'approche d'un séisme. Les animaux participant de l'état de nature seraient ainsi dotés de qualités d'empathie et de réceptivité qui auraient dégénéré chez l'homme et qui les rendraient aptes à percevoir les signes d'une activité mystérieuse des profondeurs. Il n'est pas absurde de penser qu'aujourd'hui encore ce vieux fond de croyance contribue à alimenter en catimini certaines représentations anthropomorphiques ou vitalistes des phénomènes naturels, soit qu'elles puisent dans un en-deça de l'entendement humain (une république de la Nature) soit qu'elles puisent dans un au-delà (une intervention divine, une méta-physique). Outre le comportement animal, différents paramètres physiques et chimiques ont été observés sans qu'il soit possible davantage de mettre en évidence de manière fiable des signaux précurseurs.

Non seulement il faut bien constater l'incapacité opérationnelle dans laquelle se trouvent aujourd'hui les sismologues de prévoir les séismes, mais il se pourrait que cette imprévisibilité soit non pas provisoire, liée à un stade de développement des connaissances scientifiques, mais inscrite dans la structure même du phénomène physique. Intégrant les visions les plus modernes de la physique des systèmes désordonnés, nombre de sismologues s'accordent à penser que la sismicité est caractéristique du fonctionnement d'un système proche de son état critique (Allègre et coll., 1986, Bak et Tang, 1989). Un grand séisme correspondrait alors à la mobilisation quasiment simultanée d'un nombre élevé d'éléments de tailles inférieures. Un tel

processus s'apparenterait à une avalanche sur un tas de sable (Bak, 1998). Les conditions de déclenchement d'un séisme seraient donc produites d'une part par un forçage lent et parfaitement descriptible (le mouvement d'ensemble des plaques tectoniques) mais aussi par les interactions entre les différents segments de failles de toutes tailles qui ont glissé par le passé et qui échappent maintenant à notre description. Sous l'effet du forçage, le système évolue alors vers un état critique dans lequel une instabilité peut potentiellement se développer. Les études de modèles analogues simples, comme celui du tas de sable auquel on ajoute progressivement des grains, montrent que le comportement devient alors imprévisible. Démontrer l'imprévisibilité des phénomènes serait bien sûr un élément déterminant et un résultat scientifique considérable.

### L'échec de la prévision

On voit ici que l'échec de la prévision des séismes n'est pas nécessairement un échec scientifique à proprement parler. Il pose néanmoins un problème particulier à la sismologie. Alors que cette discipline, juste centenaire, a permis de découvrir la structure interne de la Terre, qu'elle a fourni les bases de techniques d'imagerie aux implications économiques considérables, qu'elle a permis de comprendre et de décrire les mouvements tectoniques et les séismes, elle porte en quelque sorte le poids d'une exigence déçue. Beaucoup d'efforts vont bien sûr dans le sens d'aboutir à la prévision, mais force est de constater que sans élément nouveau et déterminant, l'objectif n'est pas atteint ni même l'assurance d'y parvenir. Encore faudrait-il superposer à cette incapacité à prévoir les séismes une seconde difficulté qui retient les chercheurs de surinvestir dans cette activité et qui est liée cette fois à un facteur social, celui du fonctionnement propre de leur institution scientifique. Historiquement en effet, l'émergence d'une science est toujours redevable d'une demande sociale. Ainsi, très vraisemblablement, la sismologie a connu aux Etats-Unis un essor important après le tremblement de terre de 1906 à San Francisco. Significativement, c'est un membre d'une commission d'Etat (plutôt qu'une quelconque autorité scientifique) qui appela à la création de la Société Américaine de Sismologie (Seismological Society of America) avec dans ses objectifs premiers l'information de la population et des autorités. A cette époque, il était nécessaire de lutter contre la sous-évaluation de risques sismiques que pratiquaient les agents économiques pour ne pas faire obstacle au développement de la Californie (Byerly, 1964). L'implication de cette société scientifique dans les affaires politiques a été très forte tant qu'une organisation étatique efficace n'a pas été mise en place. Il est remarquable qu'un des premiers membres en 1911, H.C. Hoover sera élu président des USA en 1928. Mais si à son origine une discipline s'engage toujours peu ou prou à mettre ses connaissances à la disposition des instances qui ont conditionné son existence, son développement institutionnel en tant que territoire scientifique spécifique et la consolidation de son appareil critique et conceptuel supposent à l'inverse un mouvement continu de distanciation et d'autonomisation vis à vis des problématiques utilitaires défendues par ses premiers promoteurs<sup>3</sup>. Il est probable qu'à l'instar d'autres disciplines, la sismologie ait marqué progressivement ses frontières, à l'abri desquelles elle a pu forger ses objets et ses outils, jusqu'à devenir - relativement au moins - sourde aux appels des institutions publiques. Un détour par l'histoire sociale des sciences mettrait en lumière des identités professionnelles formées au contact de cette histoire ambiguë et toujours agissantes lors des échanges entre ces différents acteurs.

Il résulte de la faible opérationnalité de la sismologie et des résistances culturelles des sismologues à s'aventurer hors de leurs enceintes universitaires une situation de vacance qui favorise l'éclosion d'un " marché " très ouvert à toute proposition d'expédients qui pourraient être d'intérêt pratique.

---

<sup>3</sup> Ces problématiques étant alors relayées par des organismes ad hoc créées à l'intersection des préoccupations normatives et scientifiques. C'est le cas en France du Bureau Central Sismologique Français créé en 1921 ou de l'Association Française de Génie Parasismique créée en 198X dont les objectifs sont clairement définis comme la mitigation des risques sismiques. Les grands opérateurs industriels, en charge d'équipements sensibles comme les centrales nucléaires ont contribué à cette création. L'AFPS joue aujourd'hui un rôle effectif dans la définition des règles de construction.

## Un durable dialogue de sourd

Nous avons abordé le rôle du tremblement de terre de 1906. La catastrophe que représente ce séisme pour les responsables de la sécurité publique associée au degré d'avancement que connaissent alors les sciences de la Terre, est à l'origine de cet essor. Mais ce permis d'exister s'est payé d'une contrepartie : celle de répondre aux demandes d'expertise et de prévisibilité. La demande était-elle mal formulée alors ? Un siècle plus tard, les positions n'ont guère varié : les responsables publics expriment quasiment les mêmes attentes et les chercheurs les mêmes réserves. Si certaines résistances sont d'ordre culturel ou politique, d'autres en revanche s'objectivent dans les difficultés bien réelles de la prévision comme nous l'avons vu. Pour imaginer ce que peut être une situation de dialogue entre des responsables politiques et des représentants scientifiques, il suffit de garder présentes à l'esprit les différences d'échelle de temps : typiquement celle de la tectonique se mesure en siècles quand ce n'est pas en centaines de milliers d'années tandis que celle de nos cycles économiques se calcule en décennies et celle de notre vie politique en temps plus courts encore. Une fois déblayées les couches de surface (les jeux de pouvoir, les stratégies personnelles...), que reste-t-il essentiellement à partager sinon l'aveu d'un improbable dialogue ? Voire d'un dialogue radicalement impossible, car aux impératifs gestionnaires de la vie sociale et à toutes les nervosités qu'ils provoquent, le monde minéral n'oppose que sa muette indifférence. Ou quand il "répond", c'est de manière imprévisible ! Fatum de la tectonique.

Le constat avéré d'une impuissance des scientifiques à prévoir l'apparition des séismes devrait en toute logique mettre fin au travail d'interpellation dont ils sont la cible. Nous verrons cependant qu'il n'en est rien et que ce dialogue à rendement nul présente même la caractéristique de s'éterniser. C'est cette persistance qui nous a conduits à envisager pour lui une autre fonctionnalité que celle de son opérationnalité technique.

## De l'usage de la controverse

Nous avons adopté jusqu'ici une perspective que nous pourrions qualifier de négative. Elle représente la position dominante des géophysiciens aujourd'hui. Quelques doctrines plus "optimistes" ont pourtant été échafaudées qui prétendent fournir des réponses aux inquiétudes des responsables publics. Mais elles tranchent dans le paysage scientifique global et on les soupçonne volontiers d'avoir été sinon façonnées du moins vendues comme des produits de marketing, dans la perspective de plaire à un large public. Bien entendu une façon de trancher sur le statut de telles théories consisterait à apporter la preuve irréfutable qu'elles sont erronées. Mais comme nous le montrerons plus loin à propos de l'approche V.A.N. la démonstration n'est pas aisée à effectuer ou en tout cas à expliquer à ce public élargi auquel s'adressent les promoteurs de V.A.N. Tirant argument de cette difficulté, les "prédictivistes" ont dès lors beau jeu de se prétendre les victimes de "*médiocrités diverses associées - conformismes, frilosités, jalousies - (qui) caractérisent une proportion, hélas trop élevée, des universitaires du monde entier*"<sup>4</sup>. Et leurs propos de glisser parfois de la prédiction à la prédication. Tel chercheur a même pu se faire une spécialité à prêcher la restauration d'une nouvelle orthodoxie qui serait capable de mettre fin à l'incompétence et au carriérisme des experts ainsi qu'à l'existence des grands lobbys qui les protègent. Cette énergie à retourner la critique dispense ces spécialistes d'avoir à justifier l'opérationnalité réelle de leurs méthodes à partir de raisonnements et d'arguments proprement scientifiques. A glisser délibérément sur le versant de la morale sociale, ils trouvent des alliés objectifs dans les médias qui ouvrent généreusement leurs colonnes à cette variété déviante de chercheurs qui prétendent briser l'*omerta* que les grands appareils imposent à leurs membres. Les deux cas que nous allons examiner ne présentent pas nécessairement tous les traits de ces prédictivistes radicaux. Néanmoins, on retrouve bien à l'œuvre dans ces exemples un double travail de dénonciation

---

<sup>4</sup> Haroun Tazieff, en préface à l'ouvrage de Peter Hadfield, *Tokyo séisme. 60 secondes qui vont changer le monde*, Autrement, Paris 1992.

des milieux de la recherche et d'interpellation de la sphère publique au moyen duquel un certain déficit de reconnaissance scientifique est compensé par un important capital de reconnaissance sociale (recours aux médias et donc implicitement au jugement populaire). Les deux cas sont d'ailleurs fondamentalement différents en termes de statuts, d'enjeux et de jugements. La question de la méthode VAN met en jeu une controverse entre scientifiques qui va déborder rapidement vers le grand public mais qui, à la base, concerne des chercheurs établis. Le cas de la prévision de Iben Browning, quant à lui, met en scène un imposteur, ou tout au moins un amateur, dont les discours vont être amplifiés et provoquer *in fine* des implications importantes.

#### La controverse V.A.N.

La méthode VAN agite une partie du milieu scientifique depuis une quinzaine d'années sans que finalement le débat ne s'éteigne. Pour être faiblement admise, cette méthode de prévision n'en est pas moins située dans le champ scientifique. Ce sont trois physiciens grecs (Varotsos, Alexopoulos et Nomicos) qui l'ont inventée et baptisée du nom formé de leurs initiales. Ils s'agit donc bien d'une production savante, élaborée par des chercheurs patentés (diplômés et rattachés à un établissement universitaire). Pour résumer l'enjeu, Varotsos et ses collaborateurs ont publié une série d'articles dans des revues scientifiques d'audience internationale où ils prétendent être en mesure de prévoir les séismes en Grèce à partir de mesures de signaux électriques obtenus entre deux électrodes fichées dans le sol et qui seraient des indicateurs précurseurs d'une activité sismique (Varotsos, Alexopoulos et Nomicos, 1981 ; Varotsos et Lazaridou, 1991). Très vite leurs résultats seront mis en doute. En effet, l'analyse statistique de la sismicité dans un contexte aussi actif que la Grèce rend très difficile la validation d'une prévision, et ceci d'autant plus que le groupe VAN a toujours donné des informations approximatives concernant l'importance de l'événement attendu, la région concernée et la période d'occurrence. Aussi, les contradicteurs du groupe VAN les ont-ils suspectés de jouer auprès du public avec des concepts comme celui de magnitude dont les propriétés sont en général mal connues. Définie par Richter, la magnitude est une mesure logarithmique, autrement dit, lorsqu'on mesure le mouvement du sol, augmenter d'un point de magnitude revient à multiplier l'amplitude par 10. Comme on l'imagine bien, les discussions sur la tolérance d'erreur de prédiction à propos de la magnitude sont fondamentales. Au flou sémantique que représente la magnitude pour des publics non savants, il faut ajouter que le nombre annuel de séismes diminue très rapidement avec la magnitude (loi de Gutenberg-Richter). Prenons un cas extrême : si une prévision est faite pour l'occurrence d'un séisme de magnitude entre 4 et 6, elle concerne potentiellement des événements rares (magnitude 6) mais aussi des événements courants (magnitude 4) qui garantissent le succès de la prévision. Voilà donc, d'après les détracteurs de VAN, un jeu auquel on gagne mécaniquement à tout coup et qui offre la possibilité de prétendre à un grand succès si un événement rare se produit fortuitement. Une discussion détaillée est présentée dans Geller (1996). Face à des discussions de validité statistique assez arides, les physiciens du groupe VAN ont porté le débat au niveau du grand public et ont obtenu le soutien politique nécessaire à la mise en place d'un réseau de stations d'enregistrement, dans une large mesure contre l'avis de la communauté scientifique. Dans le même esprit, le début d'une telle opération a été mené en France sous l'influence d'Haroun Tazieff qui fut un grand défenseur de VAN et grand pourfendeur de leurs opposants. De manière générale, la méthode VAN ne repose pas sur une description rationalisée des phénomènes présismiques qui devraient conduire à l'émission des signaux électriques et moins encore à celle de leur propagation jusqu'aux stations. Tous ces éléments mis en place, on pourrait penser qu'en l'absence de succès opérationnel et de théorie justifiable, la polémique meure en attendant que des résultats probants soient présentés. Ce n'est pas le cas et une des revues de géophysique les plus diffusées et les plus respectables (*Geophysical Research Letters*) a même consacré en 1996 un numéro spécial au sujet. Au delà donc des simples enjeux scientifiques une autre logique semble prévaloir pour laquelle il faut bien réaliser quelle est, dans sa logique interne, la finalité de production de la recherche moderne, à savoir la publication de résultats. La

controverse entretient la production et permet donc d'occuper un espace qui serait celui de l'implication nécessaire des scientifiques dans la vie de la société.

### Enjeu scientifique et légitimité symbolique

Cette tendance à l'éternisation d'un débat sans objet nous conduit à penser qu'à coté d'un enjeu proprement scientifique, d'autres enjeux ont cours qui renvoient par exemple aux modes de fonctionnement spécifiques de la recherche ou à des luttes symboliques pour la définition légitime de l'activité scientifique. Typiquement chaque milieu semble engendrer de ces thématiques que ne servent apparemment à rien sinon à se régénérer dans les effets de leur scansion quasi rituelle. On peut ainsi imaginer que la répétition durable des mêmes arguments procède d'un exercice de réaffirmation des principes fondamentaux de la discipline. Il suffit pour s'en convaincre d'observer la rhétorique mise en œuvre dans ces prises de position (qui sont en l'occurrence des défenses de position). Elle est liturgique plus que scientifique. Celui qui officie parle alors en gardien du temple et l'idée même d'argumentation tend à s'affaiblir : on ne discute pas les règles intangibles qui sont au fondement de l'engagement scientifique. Un article comme celui de Geller (1997), personnalité reconnue du monde universitaire, nous servira de démonstration. On y trouve un ensemble de formules et de références qui accomplissent cette fonction catéchistique. D'abord l'appel à des textes bien antérieurs à la controverse actuelle mais aussi aux figures emblématiques de la discipline comme Richter, l'inventeur de la magnitude, ou Macelwane cité pour un article de 1946 à la rhétorique proche de celle reprise aujourd'hui. Ce dernier y affirme que " tous les sismologues reconnus ('reputable') sont d'accord qu'il n'y a pas de moyens de prévoir les tremblements de Terre aujourd'hui " (entendons en 1946) . Richter lui-même, cité par Geller, se montre étonnamment direct : " Les journalistes et le grand public se ruent sur toute proposition de prévision des séismes comme des porcs sur une auge bien pleine ('like hogs towards a full trough') ". Il voit dans la prévision " un terrain de jeux pour amateurs, illuminés et complets faussaires en mal de publicité ". Robert Geller est aujourd'hui plus mesuré dans son propre texte mais utilise explicitement des arguments d'ostracisme disciplinaire lorsqu'il précise que l'un des scientifiques soutenant les thèses du groupe VAN n'a pas un " avis autorisé " ('authoritative view') sur la prévision des séismes, alors qu'il lui reconnaît compétence sur la tectonique des plaques, un domaine qui pourra paraître pourtant bien proche à un observateur extérieur. En général, les articles techniques excluent, au moins en apparence ce type de référence et quand le glissement se produit de manière trop voyante, l'adversaire dans la controverse peut renverser l'argument comme le font par exemple Varotsos et Lazaridou (1996) en dénonçant habilement la phraséologie de leurs opposants. Dans le cas de la méthode VAN, rappelons-le, l'adversaire est intérieur et son appartenance au sérail lui donne accès de droit au débat scientifique. C'est pourquoi les polémiques se déroulent ordinairement à fleuret moucheté, les arguments respectent la forme et les usages instaurés par la tradition académique. Personne en revanche ne sera prêt à faire preuve d'opiniâtreté et de courtoisie pour un dissident tel que Iben Browning, situé à l'extérieur de la communauté.

### L'affaire Iben Browning.

L'affaire Browning qui se situe en 1990 aux Etats-Unis, eut un retentissement beaucoup plus important dans le grand public que la longue controverse scientifique autour de VAN. Le cas Browning illustre un autre type de comportement de la communauté scientifique. Iben Browning n'était pas à proprement parler un scientifique reconnu ni sa prévision fondée sur un argumentaire scientifique défendable, néanmoins à la fois le personnage et ses travaux avaient quelque chose de crédible. La prévision concernait un grand séisme qui aurait dû se produire le 3 décembre 1990 dans la région de New Madrid dans le centre des Etats-Unis. D'après Browning le séisme serait déclenché par un effet de marée particulièrement important à cette date du fait des positions relatives des astres. De nombreuses études ont tenté de montrer une

corrélation entre les effets de marées et l'occurrence des séismes, jusqu'ici sans succès probant. L'idée n'est pas nouvelle et le héros du *Voyage au centre de la Terre* de Jules Verne (1865) y fait déjà référence pour défendre ses théories. Ceci montre que l'effet des marées comme déclencheur des séismes est un concept qui a pu paraître naturel très tôt, bien que l'observation montre qu'il est inopérant. Il y a donc un fonds de rationalité dans l'argumentaire de Browning. Le lieu choisi est celui où se sont produits de très gros séismes en 1811 et 1812. Il y eut de nombreuses études sur cette région et un programme d'information sur le risque sismique dans la région. On voit par conséquent que la prévision de Browning contenait des éléments de vraisemblance. Browning lui-même avait fait des études de zoologie et possédait les titres et le vocabulaire qui le rendaient crédible auprès des médias et du public. Les ingrédients de la confusion étaient ainsi réunis autour de cette prévision.

### De la crédibilité scientifique

Ce cas est intéressant car l'affaire Browning va durer plus d'un an, dans une période où l'opinion publique est sensibilisée au problème des séismes après celui de Loma Prieta qui fit d'importants dégâts dans la région de San Francisco en 1989. On trouve une description factuelle des événements dans l'article de Gori (1993). Arrivée à un point suffisant de médiatisation, la prédiction a échappé à tout contrôle et les interventions tardives, même fondées et sérieuses ne purent empêcher une inutile mobilisation de moyens. Il en a résulté une surprenante amplification médiatique qui conduisit à un important gâchis de moyens des organismes en charge de la sécurité publique : stockage de denrées, utilisation préventive de moyens de secours, le chiffrage en est difficile. De surcroît, il n'est pas sûr qu'une leçon ait été tirée par le grand public et nombre de décideurs, l'image finale étant plutôt une perte de crédibilité globale de la sphère scientifique, sphère dont les scientifiques eux mêmes n'ont pas été capables d'extraire Iben Browning. Laissant de côté la fausse prévision par elle-même, il était pourtant clair que Browning était dans l'erreur et les moyens scientifiques de le montrer existaient évidemment, tout le monde le reconnaît aujourd'hui. Pour expliquer l'énorme succès médiatique des déclarations de Browning, il faut bien mettre en avant la passivité de la communauté scientifique (Kerr, 1991 ; Gori, 1993). On peut trouver des explications circonstanciées à cette passivité comme une certaine vacance liée à la disparition alors récente d'importants universitaires de la région et qui étaient les habituels porte-paroles 'officiels'. C'est une thèse défendue par Gori, mais elle reste insuffisante pour expliquer l'écart entre l'audience nationale qu'a connue cette affaire, puissamment amplifiée par les médias et la très faible réactivité des autorités scientifiques. Il semble qu'il faille chercher un peu plus loin les raisons du relatif silence des experts. Comme nous l'a confié Robert Herrmann, de l'Université de Saint Louis, les scientifiques et les organisations chargées de faire prendre conscience du risque sismique dans la région concernée ont pu craindre que des dénégations trop violentes puissent pousser le grand public à sous estimer une menace bien réelle comme en attestent les grands séismes de 1811-1812. Le message était donc complexe, technique et, face à des affirmations simplistes, il n'a pas été entendu. Il l'a été d'autant moins que la capacité communicationnelle des experts est généralement faible et que les médias, quant à eux ne s'intéressent à la science que "si elle est scandaleuse ou catastrophique"<sup>5</sup>, autrement dit relaient les excès de Browning plus que les appels à la prudence des scientifiques. Mais plus fondamentalement encore, le silence de la communauté scientifique témoigne de son indifférence pour une "affaire" qui ne la concerne pas. Certes Iben Browning s'intéresse aux séismes, mais sans disposer d'aucune attache institutionnelle. Officiellement consultée, la communauté scientifique a pu penser qu'il lui suffisait de désavouer ces thèses pour être dégagée de ses responsabilités.

### De la connaissance à l'action

---

<sup>5</sup> D. Raichvarg et Jean Jacques, *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences*. Ed. Seuil, Paris 1991, p. 7.

Nous avons regardé jusque là l'espace scientifique à l'image d'une dérive des continents : comme un territoire qui se serait progressivement éloigné de l'espace social dont il était au début solidaire et qui, fonderait aujourd'hui son identité sur un principe d'autonomie s'exprimant notamment par le contrôle sévère des transactions qui se déroulent à ses frontières. Cette politique isolationniste réduirait les situations d'échange, comme dans les cas de VAN et de Browning, l'un et l'autre problématiques.

Cette image d'un continent scientifique dérivant à l'abri de toute contamination socio-politique est d'autant plus facile à admettre qu'elle correspond à la fois au discours des scientifiques eux-mêmes et aux représentations les plus courantes du monde de la science telles qu'elles sont véhiculées par exemple dans la culture populaire où le chercheur apparaît généralement sous les traits du savant distrait et inoffensif dont le Professeur Tournesol est l'archétype. Il en est la caricature aussi car la communauté scientifique, on le sait, est de plus en plus fréquemment engagée dans une multitude de lieux de concertation consacrés à la gestion collective des risques où parmi d'autres acteurs, elle participe à l'établissement de critères d'évaluation et à l'instauration de réglementations. Dans cet espace public de discussion composé de ce que Arie Rip et Peter Groenewegen appellent des "*forums hybrides*"<sup>6</sup>, s'entrecroisent des logiques de connaissance fondées sur des faits et des logiques d'action fondées sur des valeurs. Tout l'enjeu de ces confrontations scientifico-administratives repose alors sur l'hypothèse qu'un consensus peut être dégagé et que ces raisons qui s'entrechoquent peuvent produire des solutions raisonnables. Mais il va de soi qu'un tel objectif ne peut être atteint qu'au terme de compromis et de marchandages qui placent le scientifique en situation de joueur ou de négociateur et qui l'inscrivent dans un espace de complicité qui fait fi des frontières derrière lesquelles il conduit habituellement ses travaux. Voilà une seconde figure de l'activité scientifique qui, aux antipodes d'une culture du tout ou rien, envisage la production de connaissances comme une activité sinon congruente, du moins compatible avec les intérêts qu'elle rencontre dans la sphère publique. Exercice délicat bien sûr puisqu'il s'agit pour les porte-paroles de la science de reconnaître la légitimité de la demande de concours qu'on leur adresse... pour peu qu'elle soit reformulée.

Une implication nécessaire : les ingénieurs et la géographie des aléas.

Face au drame que peut représenter un séisme, les scientifiques ne sont pas restés inactifs. Leur intervention a été motivée par les besoins des ingénieurs. En effet, les séismes représentent un problème majeur pour leurs effets directs sur les populations : possible destruction de l'habitat, mais aussi d'équipements industriels sensibles. Malgré les incertitudes inhérentes aux séismes, les ingénieurs ont développé une expertise permettant une rationalisation du problème et offrant aux décideurs politiques des critères de choix pour déterminer les niveaux de risque acceptables (Despeyroux, 1985). Nous ne faisons pas référence ici aux techniques de construction grâce auxquelles une structure est capable de résister à un niveau de vibration donné, mais bien à la quantification de l'aléa sismique à partir des acquits des sciences de la Terre. Pour les spécialistes du génie parasismique, édicter des règles en matière de risque implique une analyse géographique de l'aléa. C'est pourquoi des cartes de zonage régional ont été établies. Sans revenir ici sur les différentes approches proposées (Goula et Godefroy, 1985) et sans remettre en cause la qualité des travaux réalisés, remarquons simplement que ces documents répondent à une exigence pour le moins difficile à satisfaire, puisqu'elle revient à reposer autrement la question de la prévision. Bien sûr, il n'est plus question de prévoir à court terme une occurrence, mais plutôt d'en déterminer un niveau de probabilité, c'est-à-dire à quantifier le comportement futur de la déformation de la croûte terrestre dans un espace géographique déterminé. Statutairement, cette activité fondée sur la production des cartes de zonage de l'aléa sismique n'a rien de commun avec la prévision à court terme. Elle est la réponse à une obligation pratique d'action et se place résolument dans une perspective d'ingénierie. Autrement dit, cette activité de zonage n'exprime en rien une prise de position scientifique qui pourrait être objectivement sanctionnée par les faits, comme

---

<sup>6</sup> (sous la direction de) Michel Callon, La science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques. Ed. La Découverte, Paris 1988, p. 150.

dans le cas de la prévision. La description de l'aléa fait partie d'un ensemble de paramètres (financiers, économiques, environnementaux...) qui concourent à la prise de décision 'politique'. Parce qu'elle doit tenir compte des enjeux en présence et en liaison avec des agents extérieurs à la sphère scientifiques œuvrer à la recherche d'un consensus, la cartographie de l'aléa est une activité qui ne correspond pas à proprement parler à une production scientifique traditionnelle. Face à l'exigence opérationnelle, les ingénieurs se doivent de négocier une position acceptable, quitte à tolérer consciemment ce qui pourrait apparaître comme une erreur scientifique. Lorsque le géophysicien a politiquement ou socialement accepté la prise de risque, il quitte *de facto* le domaine du jeu scientifique traditionnel, fondé sur la référence à l'expérience ou à l'observation naturelle comme déterminant de la validité ou de l'erreur et où il pensait trouver les arguments de sa justification sociale.

La reformulation de la demande : les scientifiques et l'analyse des effets

Outre les recherches sur les différentes formes de prévision d'occurrence, de grands succès ont été atteints en ce qui concerne la compréhension des effets des séismes. Il s'est avéré que les effets locaux étaient extrêmement importants et accessibles à nos méthodes d'investigations. Déjà lors du séisme de San Francisco de 1906, les observateurs avaient noté la grande variabilité géographique des dégâts à l'intérieur même de la ville. Une observation similaire a été faite en France lors du séisme de Provence de 1909. Plus récemment le séisme de Mexico de 1985 est une illustration dramatique de ce que l'on a nommé 'effet de site' ou 'amplification locale'. Un séisme important (magnitude 8.2) s'est produit le 19 septembre 1985 sur la côte Pacifique du Mexique (Campillo et coll., 1989). L'épicentre du séisme se situait à plus de 300 km de la ville de Mexico. Les dégâts dans la région épiscopale ont été modérés alors que Mexico subissait des dommages considérables. Dans toute la partie de la ville construite sur des dépôts lacustres, de nombreux bâtiments modernes se sont effondrés entraînant des milliers de victimes directes et un impact économique négatif considérable. Malgré l'éloignement, les ondes sismiques provoquées par le séisme ont donc eu une amplitude considérable en certains points particuliers. Le cas extrême de Mexico est exemplaire pour comprendre ce phénomène. Pour cela il faut d'abord poser les conditions, en particulier historiques, dans lesquelles la cité moderne fut bâtie. En effet, la logique de construction de la ville a été à l'opposé de ce à quoi des considérations de prise en compte du risque auraient conduit. On se rappelle que l'actuelle Mexico est construite partiellement sur un ancien lac du site de Tenochtitlan, l'ancienne capitale aztèque. Les conditions de construction sur des argiles peu consolidées ne sont évidemment pas favorables mais les ambitions de l'époque étaient claires : construire la cité des rois d'Espagne sur les ruines de la capitale aztèque revenait à faire de la ville le symbole d'une conquête et d'un nouvel ordre politique. Les argiles ont posé de nombreux problèmes de construction mais leur réponse aux ondes sismiques a certainement été le point le plus critique. En effet, par un phénomène de résonance, les vibrations sismiques qui traversent la couche de d'argile peu consolidée voient leur amplitude multipliée plusieurs dizaines de fois (Bard et coll., 1988). Les bâtiments situés sur cette couche subissent donc des vibrations beaucoup plus importantes que ceux qui sont établis sur des couches rocheuses compactes. A une couche d'argile d'une épaisseur donnée correspond une fréquence de résonance. Si un bâtiment a une structure telle qu'il soit sujet à résonance à la même fréquence, les conditions sont réunies pour que des dégâts importants se produisent. C'est ce qui explique qu'à Mexico les dégâts soient localisés dans le secteur lacustre et pour des édifices ayant typiquement entre 6 et 8 étages.<sup>7</sup>

Cette coïncidence entre les propriétés du sol et des bâtiments, catastrophique pour Mexico porte aussi en germe une conclusion positive : les dégâts les plus importants se produisent dans des zones prévisibles par une analyse conjointe des propriétés du proche sous-sol et du bâti. Ces propriétés peuvent être étudiées par les ingénieurs et font partie de la pratique des

---

<sup>7</sup> Dans un contexte moins extrême et plus proche de la situation française, un séisme modéré à Liège en 1983 a aussi montré, dans l'analyse des dommages, l'importance des effets d'amplification locale (Jongmans, D. and M. Campillo (1990) The 1983 Liege earthquake: damage distribution and site effects. Earthquake Spectra 6, 713-737.).

sismologues, des géotechniciens et des ingénieurs des structures. Il est donc envisageable de mettre en pratique des savoir faire, qui ne relèvent pas seulement de la construction, mais bien des sciences de la Terre.

### Une cartographie des effets

Pour résumer, deux paramètres vont être déterminants pour l'amplitude des mouvements (et des dégâts) lors d'un séisme. Le premier est évidemment la distance entre le site considéré et la faille sur laquelle se produit la rupture responsable du séisme. Il s'agit au premier ordre du paramètre dominant : c'est habituellement dans la région du séisme que se produisent les dégâts. Néanmoins, comme nous l'avons vu avec Mexico, des exemples sont connus pour lesquels les positions de la source et des dommages sont éloignés. Dans tous les cas les dégâts montrent une répartition spatiale complexe : certains bâtiments subsistent alors que des bâtiments similaires sont totalement détruits à très faible distance. L'origine de ces différences se trouve dans les propriétés physiques des terrains sur lesquels sont érigés les constructions. De nombreuses études quantitatives ont permis de valider des approches où une cartographie des effets d'un séisme potentiel s'avère utile. C'est la technique du microzonage sismique. Il est à distinguer fortement du zonage régional évoqué précédemment en ce qu'il n'évalue pas la probabilité d'un événement sismique, mais dans l'hypothèse de cet événement, décrit très précisément la répartition inégale de ses effets sur un territoire donné. De façon à limiter les risques encourus par la population, cette technique pourrait ainsi conduire à adapter une construction aux propriétés géologiques du site choisi ou réciproquement à choisir les sites les plus adaptés à une construction donnée. Une telle approche présente évidemment un intérêt direct pour l'aménagement du territoire ou pour l'évaluation de la vulnérabilité d'une agglomération. En outre, elle ne suscite aucune réserve dans la communauté scientifique et offre à tous les acteurs de la sécurité publique, depuis les scientifiques, les ingénieurs jusqu'aux juristes et aux aménageurs, une remarquable opportunité de mettre pratiquement en œuvre les acquis de ces recherches récentes.

Mais la technique du microzonage est loin de se réduire à un défi scientifique et à des applications techniques pour lesquels les géophysiciens pourraient intervenir. La transcription opérationnelle des concepts issus de l'étude des effets de sites dépasse évidemment l'enjeu scientifique et débouche sur des implications économiques qui peuvent s'avérer considérables alors même que le risque sismique n'est que potentiel : elles peuvent ainsi conduire à imposer de nouvelles règles d'urbanisme ou à modifier le coût du foncier. Et quand bien même un tel choix de mise en application serait effectué, un certain nombre de problèmes demeurent entiers : justifier la nécessité des transformations à accomplir sans pouvoir s'appuyer sur d'autres garanties que la compétence scientifique de chercheurs qui ne peuvent revendiquer une réelle expérience dans le champ de l'intervention ou encore superposer une cartographie nouvelle (celle d'une description d'un effet d'amplification ou de désamplification) aux multiples taxinomies politiques et administratives qui découpent déjà les territoires en entités à chaque fois spécifiques. Si la réponse proposée par les sismologues avec le microzonage sismique correspond bien à l'état des connaissances scientifiques et offre des possibilités considérables en terme de réduction des risques, elle n'en ouvre pas moins de nombreuses questions pour les décideurs politiques. On le voit, la question cette fois réexprimée par les scientifiques leur échappe à nouveau.

### De l'affrontement à la communication

Nous venons de parcourir la zone de contact qui sépare les territoires voisins de la science et de la politique et de repérer parmi les scientifiques deux postures fortement différenciées. Elles constituent pour eux un principe de classement et de perception majeur à travers lequel ils expriment leur sensibilité respective face aux différentes formes d'engagement social. Les uns campent fermement sur leurs positions et entretiennent une culture du refus garante de la validité de leurs résultats : refus d'être soumis à une quelconque

problématique exogène modelée par des impératifs d'efficacité et de gouvernementalité. Les autres au contraire semblent disposés à se saisir de ces mêmes problématiques sociales et à tenter leur entrée dans l'arène politique pour œuvrer à leur nécessaire redéfinition et enrichissement. Mais à travers cette double sensibilité professionnelle, qu'advient-il du problème de l'efficacité ? . Il n'est évidemment jamais à l'ordre du jour pour les partisans du refus qui s'excluent du dialogue social où il est débattu ; quant aux partisans de la reformulation qui l'intègrent dans leur démarche collaborative, ils l'expriment à travers une technique de microzonage tellement radicale sur le plan scientifique qu'elle peut devenir à proprement (et économiquement) parler insupportable. Seul en définitive l'expert offre au débat public un " produit " ad hoc parce que consensuel. Basée sur des propositions scientifiques raisonnables, sa cartographie des aléas sismiques est en même temps d'une précision suffisante pour être scientifiquement tolérable et suffisamment relative pour ne pas dérégler les jeux d'ajustement, de compromis, d'équilibre et de marchandage de la concertation politique. Le scientifique, l'irréductible comme le participationniste, serait-il donc fatalement marqué par ce critère de radicalité : irréaliste à ne pas vouloir s'impliquer, irréaliste tout autant à le vouloir ? Et quelle morale lui resterait-il à tirer alors de ce destin commun d'exclusion ? Au moins celle que lui enseigne sa discipline. Pour comprendre la tectonique des plaques, il ne sert à rien de planter ses instruments de mesure au centre des continents, ces blocs s'animent quand ils entrent en contact et se heurtent. C'est à leur bordure uniquement que le scientifique accède à leur compréhension. Comprendre les grands enjeux de société auxquels la science participe aujourd'hui ne suppose-t-il pas pareillement que le scientifique s'aventure là où son monde entre en contact avec d'autres continents? Ce terrain ne serait-il pas aussi le sien ?

## Bibliographie

- L'année sociologique, Volume 46 / 1996, n° 2, Études sur le risque et la rationalité. BU. 124.021. Voir notamment l'article de Denis Duclos qui relie le discours sur la prévention des risques (et ses variations) aux évolutions sociales des sociétés.
- Allègre, C.J., J.L. Le Mouel and A. Provost (1982) Scaling rules in rock fracture and possible implication for earthquake prediction, *Nature* 297, 47-49.
- Bak, P 1998 *How nature works*, Academic Press, Londres
- Bak, P. and C. Tang 1989 Earthquakes as a self organized critical phenomenon, *Journal of Geophysical Research*, 94, 15635-15637.
- Bard, P.Y., M. Campillo, F.J. Chavez-Garcia and F.J. Sanchez-Sesma (1988) A theoretical investigation of large- and small scale amplification effects in the Mexico City valley. *Earthquake Spectra* 4, 609-634.
- Campillo, M., J.C. Gariel, K. Aki and F.J. Sanchez Sesma (1989) Destructive strong ground motion in Mexico City: source, path and site effects during the great 1985 Michoacan earthquake. *Bulletin Seismological Society of America* 79, 1718-1735.
- Despeyroux, J 1985 Le projet de construction parasismique , in *Le génie parasismique*, V. Davidovici editeur, Presses des Ponts de Chaussées, Paris
- Geller, R. J. 1996 Debate on evaluation of the VAN method: Editor's introduction *Geophysical Research Letters* Vol. 23 , No. 11 , p. 1291-1294 (96GL00742)
- Geller,R.J. 1997 VAN cannot predict earthquake- Nor can anyone else, *INCEDE newsletter* Vol 5 No4 Tokyo.
- Goula, X. et P. Godefroy 1985 Evaluation de l'aléa sismique régional, in *Le génie parasismique*, V. Davidovici editeur, Presses des Ponts de Chaussées, Paris
- Gori, P.L. 1993 The social dynamics of a false earthquake prediction and the response by the public sector, *Bulletin of the Seismological Society of America* 83 , 963-980.
- Kerr, R.A. 1991 The lessons of Dr. Browning, *Science*, 253, 622-623.
- Turcotte, D.L. 1992 *Fractal and chaos in geology and geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Varotsos, P., K. Alexopoulos et K. Nomicos 1981 Seismic electric currents *Prakt. Akad. Athenon* 56 277-286.
- Varotsos, P. et M. Lazaridou 1991 Latest aspects of earthquake prediction in Greece based on seismic electric signals, *Tectonophysics* 188, 321-347.

Varotsos et Lazaridou 1996 Reply to 'Dicing with earthquakes' by Paul W. Burton, Geophysical Research Letters, 23-11 1383-1386

Bios :

Michel Campillo est professeur à l'université Joseph Fourier de Grenoble (membre junior de l'IUF 1994-1999). Il est directeur du Laboratoire de Géophysique Interne et Tectonophysique (UMR CNRS 5559). Ses thèmes de recherche concernent l'initiation et la dynamique des grands tremblements de Terre et la propagation des ondes sismiques dans les milieux hétérogènes. Sa bibliographie est consultable sur le site <http://www-lgit.obs.ujf-grenoble.fr/>

Yves Nicolas, Maître de conférences à l'Université Stendhal-Grenoble 3. Il est membre du GRESEC (Groupe de Recherche Sur les Enjeux de la Communication) UFR Sciences de la communication. Son thème principal de recherche est l'histoire de la communication d'entreprise et du management.