

Gestion du risque

Notions de risques naturels.

Les risques naturels comportent les glissements de terrain, les séismes, le volcanisme, les inondations, les laves torrentielles, les subsidences, les feux de forêt et certains météores... Nous nous occuperons ici des glissements de terrain, mais beaucoup de choses sont communes à tous ces risques naturels.

Les mouvements de terrain peuvent être décrits suivant quatre phases, pré-rupture, rupture, post-rupture et réactivation. Les phases de pré-rupture et de réactivation sont en général celles où l'on considère le risque.

La notion de risque est assez ambiguë dans le langage usuel aussi une définition précise est nécessaire. Pour qu'il y ait risque, il faut la conjonction d'une menace quantifiable sur des personnes ou des biens dont la perte est chiffrable. La menace quantifiable s'appelle l'aléa qui peut être défini en terme de probabilité, coefficient de sécurité ou marge de sécurité etc., et la valeur menacée s'appelle la vulnérabilité. Cette dernière est évaluée par un recensement de tout ce qui peut être détruit ou empêché par le glissement de terrain s'il se produit. On trouve ainsi les biens, (immeubles, terrains...) mais aussi les pertes d'exploitation et de jouissance. L'aléa est directement relié à la prédisposition de l'événement, et le relevé des facteurs de prédisposition et de déclenchement est essentiel pour une bonne estimation du risque.

La non connaissance des lieux est aussi un risque que l'on peut éviter en allant ailleurs. En effet, s'il n'est pas possible de bien connaître le sous-sol, il vaut mieux déplacer le projet dans un site connu que d'accepter le risque de voir apparaître des éléments pouvant conduire à la ruine du projet. Ceci correspond à la notion de risque amont, qui apparaît lors de la prise de décision, sans une évaluation complète des conséquences possibles.

Les populations n'acceptent plus le risque, et aspirent à vivre dans un monde où la prise de risque est à la rigueur une affaire personnelle diffuse, (route, santé...) aussi ces populations exigent pour les lieux où elles vivent, une information fiable et précise. Le moyen le plus synthétique pour cette information étant la carte, la recherche des facteurs de prédisposition placés sur une carte est la base de cette cartographie informative. Cependant, comme les gens ne sont pas toujours disposés à être raisonnables, la loi les contraint à un peu de sagesse, c'est à dire à faire des cartes et à lire ces cartes.

Conclusion.

La gestion du risque dû aux glissements de terrain est une science difficile qui doit faire appel à de nombreuses disciplines. Comme il s'agit de prévisions, les implications sont gérées par le monde politique qui conduit l'aménagement du territoire. C'est une cause d'incompréhension dans la gestion des urgences et l'on peut espérer que le porter à connaissance le plus objectif possible, avec des moyens chaque jour plus puissants, ainsi que l'évolution des lois permettant de préciser les responsabilités de chacun, permettront les prises de décision pour des réalisations sereinement conçues.

Eléments juridiques

En France, une longue évolution du droit, que nous résumons ci-après, conduit à la loi Barnier (1995) dont l'application suscite toujours quelques débats.

Loi Barnier du 2 Février 1995

Article 16

.....l'état élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones.....

Risque naturel et cas de force majeure.

En droit, la notion de risque naturel est principalement issue de la jurisprudence et est opposée aux cas de force majeure qui par définition sont imprévisibles dans leurs survenance et irrésistible dans leurs effets. Dans ce cas il n'y a pas de responsabilité engagée. Par contre, si le risque est connu, le juge recherchera les responsables, administration ou particuliers. Les juristes estiment que la mémoire collective disparaît au bout d'un siècle, la notion d'imprévisibilité correspond aujourd'hui, à l'absence de phénomène quasi-identique depuis plus de cent ans. Dans le cas contraire, c'est un risque qui aurait dû être géré. On utilise aussi le qualificatif géologique, plutôt que naturel, car pour les glissements de terrain, l'homme est un élément important de la chaîne du risque, souvent comme facteur déclenchant suite à des actions dont les conséquences ont été mal estimées.

Du point de vue des assureurs un début de prise de conscience existe pour éviter la facilité traduite par : "et l'assurance paiera". Et de vérifier aussi, trop peu souvent, la notion de risque en organisation, qui par laxisme ou dilution des pouvoirs permet à des aléas naturels de devenir des risques majeurs, par augmentation inconsciente de la vulnérabilité. En fait on se heurte souvent à un certain fatalisme du à l'éloignement temporel ou spatial ("ça n'arrivera qu'aux autres", ou "c'est bien loin d'ici" et aussi parfois à des défenses d'intérêts. Car le risque n'est que potentiel, à la différence du phénomène qu'il soutend, qui lui est bien réel.

De plus, lorsque le risque apparaît, en général avec violence et soudaineté, il peut être amplifié par une organisation déficiente et une imprévoyance de nos sociétés. Ces dernières semblent être frappées de myopie et d'immobilismes coupable vis à vis de ces phénomènes dont la gestion, quand ils arrivent est d'autant plus difficile dans l'imprévision et l'irrationalité du comportement des populations. Rumeurs et on-dit masquent souvent une réalité difficile à dire car peu démagogique. Le phénomène induit l'urgence, puis peut conduire rapidement à la crise, où sur tout un territoire c'est l'urgence partout. Dans ce cas il y aura des arbitrages à faire et à faire accepter, et quand cela ne peut être fait on arrive au chaos, où l'organisation ne maîtrise plus rien. (pillage...)

Dans le cas des glissements de terrain, les glissements du Vaïont ou de la Valteline correspondent à une crise alors que l'écroulement du Granier en 1248, mis toute la zone entre les états du Dauphiné et de la Savoie, sans aucune autorité, ce qui peut être appelé chaos. (Coste L., 1996)

Diagramme Relations vulnérabilité - aléa

Evolutions de la loi.

Devant une extension permanente de l'occupation du territoire, et la demande forte de sécurité des populations, le législateur a fait évoluer l'arsenal juridique pour :

- * Une occupation plus rationnelle du territoire.
- * Une maîtrise des activités humaines génératrices de risques.
- * Une adaptation des normes de construction.
- * La mise en place des réseaux de surveillance.
- * La réalisation d'ouvrages préventifs.
- * Une meilleure organisation des systèmes d'alerte et de secours.

En fait, il s'agit bien souvent de contrer le profit capitaliste à court terme, face aux coûts induits pour la société, lors d'une catastrophe naturelle.

En France, au fil des ans nous avons eu l'évolution suivante :

- * 1882 : Création du service Restauration des Terrains en Montagne, qui existe toujours.
- * 1935 : Instauration des PPS (Plan de Surfaces Submersibles)
- * 1955 : Articles R-111-2 et R-111-3 du code de l'urbanisme qui permettent le refus d'un permis de construire pour raison d'existence de risques.
- * 1967 : Instauration des POS (Plan d'Occupation des Sols) avec zone ND de non construction quand existent des risques naturels.
- * 1967 : Création de documents informatifs comme les cartes ZERMOS.
- * 1982 : Création des PER (Plan d'Exposition aux Risques), avec effets de prévention et influence sur les tarifs d'assurances dans les zones cartographiées dangereuses.
- * 1983 : Création des PIG (Projet d'Intérêt Général)
- * 1985 : La loi "Montagne" définit des études de risques.

Les PER ne se développent que 'trop' lentement car les maires sont prisonniers des limites d'urbanisation mises en évidence, il faut être encore plus directif.

* 1995 : La loi Barnier revoit tous les mécanismes précédents dans un souci de simplicité et d'efficacité. Elle instaure la création des PPR (Plan de Prévention des Risques prévisibles) pour faire face à la maîtrise de l'urbanisme, la protection des populations et des biens, la préservation de l'environnement. Cette loi est aussi efficace car l'Etat peut imposer sa volonté par des procédures administratives volontaristes et par l'utilisation de moyens financiers, dont les origines sont prévues par la loi.

Un PPR est composé de trois parties :

Une note de présentation indiquant la zone concernée, la nature des phénomènes pris en compte et leurs conséquences au vu des connaissances actuelles.

Un document graphique (carte) précisant les zones dans lesquelles les différentes mesures sont applicables.

Un règlement précisant les mesures à prendre et notamment celles dont la mise en oeuvre est obligatoire dans un délai donné.

Les communes doivent annexer le PPR au POS et pour les personnes privées les conséquences sont les suivantes :

Interdiction de construire dans les zones à risque,

Ne pas aggraver le risque existant. (aléa ou vulnérabilité)

Possibilité d'être exproprié après enquête publique.

D'une façon générale, en France, le maire est responsable de la sécurité des biens et des gens. Son pouvoir de police ne se délègue pas et il doit élaborer une politique locale du risque. S'il manque à ses obligations, le préfet peut exercer son pouvoir de substitution, de même lorsque le risque implique plusieurs communes, et il assure les décisions nécessaires au nom de la commune.

Il y a donc maintenant un arsenal juridique important, mais l'usage montre que son application (cas de Séchillienne par exemple) n'est pas si simple que cela, et que des mesures d'accompagnement faciliteraient l'adhésion des populations.

Cependant toutes les lois ne pourront conduire au risque zéro, et la notion du risque acceptable à l'échelle d'une région sera un jour admise. Le risque du fumeur à vingt cigarettes par jour est estimé à $5 \cdot 10^{-3}$ par an, celui de l'automobiliste à $2 \cdot 10^{-4}$ et celui des glissements à 10^{-6} en territoire montagneux. (Ragozin, 1996). Une cartographie avec ces éléments est donc à inventer, afin de pouvoir moduler l'autorisation de construire en fonction du risque et de la construction proposée.

Cartographies utilisées.

Le risque de glissement est un événement spatial, lié au terrain, et la carte est toujours son support privilégié. Les cartographies et les bases de données tentent de répondre aux questions suivantes :

- * Où peut se produire un glissement de terrain ? (Collota, 1988)
- * Quand et à quelle vitesse cela arrivera-t-il ?
- * Quel type de mouvement ?
- * Quelle est la marge de sécurité ?
- * Quelles seront les dimensions du glissement ?
- * Quelle sera son extension (aval ou amont) ?

Les études cartographiques sont faites à différentes échelles, les études à grande échelles étant du domaine du pouvoir local. On peut distinguer trois classes d'échelle : inférieure à 1/100000, supérieure à 1/10000 et entre ces deux limites. (Vaunat, 1997)

Diagramme Schéma du traitement d'un risque naturel

En France les échelles employées sont le 1/25000 et le 1/5000. (Carte d'état major et cadastre) (Leroi, 1996)

En Norvège l'état a un rôle de prévention, il répertorie les risques et formule des conseils. Il effectue des travaux de prévention, les études détaillées sont à la charge des municipalités ainsi que les travaux de réfection. Les échelles employées sont le 1/25000 et le 1/5000. (Berggren B., 1992)

En Suède, l'Etat étudie le risque à l'échelle du territoire et les municipalités assument la responsabilité de la reconnaissance détaillée. Le gouvernement accorde une aide si le risque est imminent. (Ahlberg et al., 1988)

A Hong-kong, (200 îles, 1050 km²), le Geotechnical Control Office fait l'analyse des risques relatifs au sol et fortement liés à la pluviométrie. Un réseau de stations pluviométriques très dense est l'élément essentiel du dispositif d'alerte. De nombreuses études statistiques ont permis d'établir une carte de classification des terrains, reliée à l'utilisation des terrains et aux limitations attachées à leur usage. De nombreuses analyses de stabilité sont aussi cartographiées. Les échelles employées sont le 1/20000 et le 1/2500. (Brand, 1988), (Fell et al. 1996)

En Italie, plusieurs programmes nationaux ont été entrepris pour cartographier tous les mouvements de terrain, soit par région soit par itinéraire. Les échelles employées sont le 1/400000, 1/100000 et le 1/10000. Dès 1908, un programme avait recensé toutes les villes à reconstruire, programme qui n'a pas eu beaucoup de suites. (Canutti, 1988)

Au Québec, la loi impose la réalisation de cartes de risques, qui sont importants vu la nature géologique des sols (argiles sensibles).

Au Brésil, la ville de Rio de Janeiro, possède un inventaire cartographié des glissements de terrain ainsi que des cartes de risque. (Barros W.T., 1992)

En Roumanie, une approche multicritère a permis la mise en œuvre d'une cartographie grâce à un SIG. (Rosenbaum et al., 1996)

Du fait des lois existant pour la plupart des pays, et de l'impulsion donnée par l'UNESCO, (décennie des risques naturels), la nécessité de gestion et de décision s'impose dans presque partout. Le gestionnaire du territoire ne peut plus se contenter de descriptions et veut des outils de plus en plus performants pour pouvoir prendre des décisions pertinentes et équitables.

Limitation du risque par la surveillance.

Pour les glissements de terrain, une façon de minimiser le risque est de le prévoir. Cette prévision est basée sur une surveillance la plus fiable possible que nous allons décrire ci-après. Mais cette surveillance n'est-elle pas une façon de rassurer les populations jusqu'à leur faire oublier la menace, et ainsi rendre, aux yeux de ces populations, tout aménagement ou action inutile, voire la surveillance elle-même. Il y a donc risque dans la surveillance du risque car, avec le temps, la mémoire oublie l'objet de l'étude, et en matière de risque, le plus grand risque est le non risque ou le phénomène qui n'arrive pas.

A coté du risque de glissement lui-même, il ne faut pas oublier les risques induits (Barrage de rivière, pollution,...) qui sont parfois bien plus importants que le risque du glissement seul. Cet aspect conduit parfois à complètement modifier le dispositif de surveillance et a des conséquences très importantes sur les solutions de confortation et de prévention. (Anderson et al., 1996) présentent une méthode pour mettre en oeuvre une analyse de risque. (Gillon et al., 1992) décrivent un important système de surveillance.

Principes de la surveillance à mettre en oeuvre sur un glissement de terrain.

La surveillance d'un glissement de terrain comporte trois degrés. (LCPC, 1994)

* L'observation qui est une étape préparatoire et qui vise à l'obtention d'un état zéro du site. Il n'y a pas à cette étape de préoccupation directe de sécurité.

* L'auscultation qui est un suivi, avec des relevés réguliers pour établir clairement un comportement de la pente. Là aussi la préoccupation risque est diffuse.

* La surveillance proprement dite, dont le but est d'assurer la sécurité, et qui à l'aide des données recueillies dans les phases précédentes, alertera lorsque certains paramètres de contrôle seront activés.

On distingue surveillance en continu, lorsque le dispositif est entièrement automatisé, et surveillance discontinue lorsqu'il faut intervention humaine pour recueillir les données. Ces données peuvent être les éléments d'un suivi, ou ceux d'une détection qui correspond à un tout ou rien qui entraîne généralement une alerte ou une alarme. Les alertes font parties de la vie d'un système de surveillance, elles sont dues en général à un dysfonctionnement du matériel et peuvent compromettre l'acquisition des données de suivi. Mais l'alerte peut être aussi une étape dans l'évolution du phénomène, ce qui déclenchera des actions humaines, et dont le dernier degré est l'alarme qui sera signifiée aux populations. Il faut prendre en compte dans tout système d'alerte, la notion de délai d'intervention ce qui complique parfois sérieusement la tâche. Une évacuation ne se gère pas comme un simple signal d'arrêt.

L'organisation d'un système de surveillance.

Un système de surveillance est très lié à l'environnement qui comporte de nombreuses contraintes.

- * Accessibilité. (chemin, électricité, téléphone, abri...)
- * Possibilités de transmissions nécessitant parfois des relais. (une étude est souvent nécessaire)
- * Climat, faune et flore.
- * Vandalisme.

Il faut définir un but très précis au système mis en place et bien identifier les personnes concernées. Une attention toute particulière sera apportée au traitement des fausses alarmes qui doivent être en nombre aussi réduit que possible, c'est le prix de la crédibilité du système.

Les capteurs utilisés sont répertoriés dans le tableau 11 - 1 et doivent être employés après une étude qui identifiera les paramètres significatifs à mesurer du glissement.

Le tableau 11 - 2 liste les principaux modes de transmission.

Deux difficultés de réalisation.

Une des difficultés majeures d'un système de surveillance est la définition des seuils à partir desquels une alerte ou une alarme sera donnée. Ceci est particulièrement vrai dans les premières périodes de fonctionnement car l'analyse du mouvement a été assez sommaire du fait du peu de données passées et le cahier des charges du système est assez bref sur ces paramètres. Cette définition incomplète s'affine avec le temps et aussi avec beaucoup de discussions car il faut maintenir la crédibilité du système.

Outre ce problème technique, la mise en place d'un système de surveillance a un coût important, à la fois pour son installation et surtout pour son fonctionnement et entretien. Il n'est pas utile d'installer un système sophistiqué si au premier orage il est impossible de changer un maillon du système. L'étude financière sera donc détaillée et prendra en compte la durée, car il peut se passer un long délai entre le début de l'étude et la réalisation de la solution confortative qui permettra d'alléger, voire supprimer le dispositif de surveillance, qui est devenu dispositif de contrôle de l'efficacité de la confortation

Mise en oeuvre d'un système d'information.

Nous présentons succinctement un système de gestion et d'information mis au point pour un important glissement de terrain et qui introduit la notion d'observatoire.

Analyse des données de surveillance.

C'est la détermination de l'aléa. On distingue deux types d'aléa, l'aléa empirique, basé sur l'observation et la géomorphologie, et l'aléa contrôlé évalué dans le cas de mouvement à évolution lente où l'existence d'un seuil peut être mise en évidence. Mais, en général, on sait l'existence du risque mais sa quantification n'est pas très facile et est sujette à discussions.

L'analyse des données se fait à l'aide de statistiques et parfois de modélisations. Mais l'aléa d'un mouvement qui peut être rattaché à l'occurrence de réalisation des facteurs de prédisposition (érosion des rivières par exemple) et déclenchant, dépend de tant de paramètres (sols, évolution climatique...) que son calcul est quasi impossible de façon précise. En se satisfaisant de limites un peu floues, on peut cependant dresser des cartes d'aléas. (Chowdury R.N., 1988)

Représentation cartographique.

La représentation cartographique est basée sur les couleurs, ce qui permet quelques gradations, et des icônes qui permettent de placer des détails ponctuels ou linéaires et qui dépendent souvent des auteurs. Cependant il est délicat de traiter une certaine progressivité et il faut alors plusieurs cartes pour chacun des risques. La production de ces cartes est facilitée par l'utilisation d'un SIG.

Utilisation des Systèmes d'Information Géographique. (SIG)

L'arrivée sur le marché d'outil simple d'emploi comme les système d'information géographique (SIG) a permis l'élaboration dans certains cas, de cartes de risque de glissement. (Leroi, 1996), (Chowdury et al., 1996). Cependant ces travaux sont surtout orientés recensement. Les SIG permettent facilement des combinaisons de cartes mais la problématique que l'on veut traiter nécessite trop de facteurs à superposer et obtenir le risque est quasiment impossible. (Kingsbury et al., 1992) présentent l'utilisation d'Arc-Info pour une aide à l'urbanisation de la région de Wellington en Nouvelle-Zélande.

La prévision oblige à envisager d'autres outils comme la télédétection. (Fujita et al, 1996). L'utilisation des bases de données (Collotta, 1988), permet pour l'instant d'autres buts plus modestes. Les bases mises au point à Rio de Janeiro (Amaral et al, 1996), au Shri Lanka (Bandhari et al., 1996) et en Alberta, (Cruden, 1996) regroupent quelques centaines de cas. Elles sont exploitées essentiellement pour des statistiques.

Prévision de la date de rupture.

La pluie étant souvent le facteur déclenchant, de nombreuses tentatives de prévision ont été faite à partir des données pluviométriques.

Les relations de type pluies-déplacements permettent, avec beaucoup de précautions, une évaluation de la date de rupture. (Cascini et al., 1988) proposent un modèle permettant de prévoir un glissement en fonction de la pluie critique. Cette notion est obtenue par analyse statistique. (Matichard et al., 1988) introduisent la notion de pluie efficace pour améliorer les modèles de comportement. En effet une très forte pluie ne peut avoir aucun effet sur un glissement si elle se produit à une période sèche ou il y a peu d'infiltration et beaucoup d'évaporation, alors qu'une pluie moyenne en saison humide peut avoir d'importante conséquences. Comme obtenir la date de rupture en fonction de la pluie, connue en temps réel, paraissait illusoire des modèles ont été créés pour relier la pluie et la vitesse du mouvement. La prévision est bonne, mais comment à partir d'évolution de vitesse déterminer la date de rupture ? Le problème reste ouvert.

Pour l'étude de Séchilienne (Faure et al., 1996) un modèle pluie déplacement a été mis au point par analyse des mesures faites dans les mois précédents la date choisie. La prise en compte de six mois de mesures permet d'obtenir une bonne prévision sur les deux mois suivants. Ce qui confirme a posteriori, l'hypothèse de réservoirs d'accumulation des eaux souterraines, base du modèle à 23 paramètres, et leur rôle important sur la vitesse du mouvement.

Au Japon des études statistiques permettent d'obtenir une relation entre la pluie cumulée R, la pluie horaire r et les paramètres de talus suivant la relation : $R_{mr} = f(SE, Nc, Rh, Rc, Ds, b, H, WG, RE)$ (Tomoyasu et al. , 1995) où SE est une classification du sol (sol cohérent, sol silteux, sol sableux, sol graveleux), Nc une classe de pénétration au cône, Rh une classe de roche, Rc un type de roche, Ds une classe de la profondeur de la rupture, b une classe d'angle de la pente, H une classe de hauteur de talus, WG une classe de concentration du ruissellement de la pluie et RE une classe de pluie annuelle. Cela permet d'obtenir une courbe de pluie critique dans un diagramme R,r. En fonction des paramètres de pluie il est facile de prédire la rupture d'un talus donné ou la fréquence de ruptures sur une zone. (Hayashi, 1992) utilise des fonctions d'évolution basées sur la mesure des vitesses en distinguant deux étapes du mouvement.

(Cascini et al., 1988) présentent un modèle simplifié pour les pentes italiennes. (Sandersen et al., 1996) décrivent l'influence des facteurs météorologiques pour les ruptures rocheuses.

Prévision de l'extension du mouvement.

Vers l'amont les modèles de rupture régressive sont encore trop simples pour apporter une aide efficace. (voir chapitre 7) Vers l'aval des modèles existent permettant de calculer l'extension aval du phénomène. C'est même actuellement une voie de recherche importante pour la détermination des coefficients de frottement en fonction de la vitesse. (Sassa,1993). D'autres études permettent d'obtenir l'extension d'une avalanche rocheuse. (Hungur et al., 1996), (Nicoletti, 1992)

Pour des risques simples comme les chutes de blocs des cartes de risque sont facilement réalisables avec des logiciels adaptés. (Logiciel pir3d, 1996)

Nouvelles techniques pour la gestion du risque.

Pour mieux maîtriser l'impact des glissements de terrain sur la vie économique, des recherches sont cours. Elles portent sur :

Une meilleure définition des glissements pour une mise en commun des savoir.

Pour unifier les bases de données les travaux du World Landslide Inventory proposent un glossaire des termes utilisés. Ce glossaire est repris dans la base internationale de glissements portée sur Internet où la description d'un glissement est la plus complète possible. (Faure et al., 1996)

Une représentation pertinente de l'espace et de l'information attachée au terrain.

Cet aspect intéresse d'autre acteurs que ceux des glissements de terrain, particulièrement ceux des avalanches et des inondations. Une coopération a permis de dégager quelques résultats pratiques et ouvre la voie vers l'usage de techniques nouvelles. (Cligniez, 1995)

La création de véritables systèmes d'aide à la décision.

L'assistance du gestionnaire par des outils d'aide à la décision est encore bien faible. Les efforts doivent porter d'abord sur les outils de simulation qui seront intégrés dans les systèmes d'aide.

Des outils de simulation.

Grâce aux interfaces homme-machine de plus en plus performants, des outils de simulation commencent à apparaître et se développent chaque jour d'avantage. (Faure, 1997)

Les produits de ces recherches utilisent de plus en plus les techniques informatiques ci-après.

Techniques d'intelligence artificielle pour avoir des possibilités de raisonnement.

Le monde des objets.

Une des techniques les plus efficaces issue de l'intelligence artificielle est bien celle des objets. Un objet est une entité informatique qui possède une structure et des méthodes. La structure, qui peut être complexe, permet de définir par ses attributs tout élément avec lequel l'ingénieur travaille. Cette structure peut être renseignée par des mécanismes d'héritage, ce qui fait que le maniement de l'information est réduit. Les méthodes permettent aux objets de réagir entre eux, ou avec d'autres éléments informatiques. Nous avons là, une représentation potentielle des domaines de la géotechnique très puissante, encore faut-il bien définir les objets.

Méthodes d'extraction de la connaissance

Les méthodes d'extraction de la connaissance sont absolument nécessaires pour une bonne définition des objets et pour la mise en évidence des règles qu'utilisent les systèmes expert. En effet, le discours de l'expert géotechnicien est généralement très hermétique et l'expert lui-même a bien du mal à préciser les concepts et les schémas mentaux avec lesquels il travaille. Ces méthodes bâties sur l'analyse grammaticale et syntaxique du discours d'un expert permettent de retrouver concepts et schémas. Il est alors une phase importante de la démarche que de faire contrôler et accepter par l'expert les résultats obtenus. La transcription de ces derniers en langage informatique n'est pas un travail difficile.

Bases de cas pour obtention de règles expertes et pour raisonnement par analogie.

Dans l'analyse du discours de l'expert on se rend compte que ce dernier raisonne souvent par analogie, se souvenant de tel cas semblable ou se servant de tel cas pour supporter son raisonnement. La possession d'une base de cas peut donc être utile de deux manières :

Par analyse des cas un par un, puis par regroupement, pour monter puis vérifier l'existence de règles que l'on introduira dans un système expert.

Par recherche dans cette base du cas le plus voisin à celui que l'on a à traiter, afin de se servir des solutions déjà mises en oeuvre dans le cas traité. La notion de voisinage induit l'existence d'une sorte de norme pour les glissements de terrain. C'est un domaine actif de la recherche dont les résultats

sont attendus, mais qui arriveront sans doute avant la base de données de cas de glissements qui reste à construire, bien que plusieurs tentatives existent (en général à des fins de gestion).

Logique floue et réseaux de neurones.

Les réseaux de neurones apportent une réponse satisfaisante aux cas pour lesquels une base d'apprentissage peut être établie. Par exemple, avec des mesures sur une longue période, on peut faire apprendre à l'ordinateur, la réponse en vitesse d'un mouvement en fonction de la pluie et ainsi avoir un bon modèle de prévision. (Mayoraz et al., 1996)

La logique floue permet de travailler avec des données dont la certitude n'est pas absolue et elle sait prendre en compte plusieurs incertitudes pour en faire une donnée quasi certaine. Cette façon de raisonner s'appliquera bientôt à de nombreuses variables du domaine des glissements de terrain car bon nombre de données sont incertaines. (sous-sol, hydraulique...)

Référencement spatial des faits.

Que ce soit à l'échelle du territoire ou à l'échelle du glissement la référence spatiale d'un fait est une nécessité. Ceci pose d'entrée le problème du multi-échelle. Une façon simple de résoudre ce problème est l'usage systématique des coordonnées GWS, qui sont de plus en plus faciles d'accès avec l'usage du GPS. Le problème de la référence spatiale universelle étant résolu, il apparaît les aspects suivants :

Régionalisation des connaissances.

Pour le géotechnicien la région où il travaille est importante, car il serait bien désemparé s'il était transporté dans une autre région géologiquement différente, mais la géologie n'est pas le seul critère de cette régionalisation. La connaissance est donc régionale et les bases de connaissances seront différentes mais cependant complémentaires. Il existe bien peu de lien entre les argiles sensibles et les moraines sub-alpines, ce qui fait que les comparaisons entre les glissements du Québec et ceux des Alpes sont difficiles. Les règles communes sont plutôt des méta-règles que des règles élémentaires.

Relations spatiales entre faits.

Les faits sont aussi liés au terrain, mais sont souvent utilisés l'un par rapport à l'autre, avec la valeur altitude prenant toute son importance. Les méthodes des objets sont capables de définir de tels comportements.

Modèles numériques de terrain.

Les modèles numériques de terrain sont absolument nécessaires pour toute étude en trois dimensions. Ils peuvent être complexes en développant une modélisation du sous-sol. Le principal frein de ces modèles est leur obtention. Car, bien que l'offre se développe pour de tels modèles, ces derniers ne sont pas adaptés aux problèmes qui préoccupent le géotechnicien. Par exemple, en France, la BD-topo fournie par IGN est beaucoup trop riche de points, ce qui en fait une donnée peu maniable. Il faut développer des outils capables de trier, avec des règles expertes, les points significatifs du terrain en fonction du problème à traiter.

Une autre voie pour obtenir un MNT est l'usage de cartes classiques, à partir desquelles l'utilisateur récupérera dans un mode convivial et supervisé, l'information pertinente dont il aura été le filtre. (logiciel MTR, 1996)

Usage des réseaux et des fortes capacités de stockage.

L'information croît en volume et nécessite de grandes capacités de stockage, ce qui n'est plus vraiment un problème. Mais l'information est aussi de plus en plus distribuée, car les réseaux permettent les échanges et une mise en commun de ces informations. Peut-être y aura-t-il un jour des infocentres en la matière? Ce qui amènerait la mise en oeuvre de nouvelles façons de travailler.

Références

Ahlberg P., Viberg L., 1988, Experience of landslide risk consideration in land use planning in Sweden. Bonnard ed Lausanne, pp 1091-1096

- Amaral C., Vargas E., Krauter E., 1996, Analysis of Rio de Janeiro landslide inventory data. Landslides Senneset ed. pp 1843-1846
- Anderson L.R., Bowles D.S., Pack R.T., Keaton J.R., 1996, A risk based method for landslide mitigation. Landslides Senneset ed., pp 135-140
- Barros W.T., Amaral C., D'Orsi R.N., 1992, Landslide susceptibility map of Rio de Janeiro., Landslides Bell ed., pp869-871
- Berggren B.E., Fallsvik J., Viberg L., 1992, Mapping evaluation of landslide risk in Sweden., Landslides Bell ed., pp873-878
- Bhandari R.K., Kotuwegoda W.P.P.K., 1996, Consideration of landslide geometry and runout in landslide inventory. Landslides Senneset ed. pp 1859-1864
- Brand E.W., 1988, Landslide risk assesment in Hong-Kong, Bonnard ed Lausanne, pp 1059-1074
- Canutti P., 1988, The activity programm on landslides of NRC's research group on hydrogeological catastrophes. Bonnard ed Lausanne, pp 1127-1130
- Cascini L., Versace P., 1988, Relationship between rainfal and landslides in a gneissic cover. Bonnard ed Lausanne. pp 565-570
- Chowdury R.N., 1996, Aspects of risk assesment for landslides. Landslides Senneset ed., pp 183-188
- Collota T., Moretti P.C., Viola C., 1988, A slope instability data bank : Present usefulness, future developments, Bonnard ed Lausanne, pp 1143-1146
- Coste Lucien, 1996, Cours de l'Ecole des Mines de St Etienne - Risques industriels et naturels -
- Cruden D.M., 1996, An inventory of landslides in Alberta. Landslides Senneset ed., pp1877-1882
- Eusebio E., Grasso P., Malitab A., Morino A., 1996, Assesment of risk and prevention of landslide in urban area of the Italian Alps. Landslides Senneset ed., pp 189-194.
- Faure R.M., Pairault T., 1996, Some results of the WASSS project : The slope stability data-base SSIDB. Landslides Senneset ed., pp 1883-1890
- Faure R.M., Pairault T., Pham M., Bernardeau-Moreau A., Fayolle G., Robinson J.C., Foucheyrand G., 1994, Some aspects of computer aided decision making for the crisis management of unstable slope. 3rd TIEMEC, Nice.
- Faure R.M., Tailhan J., Evrard H., Gillet F., Robinson J.C., Barnasson B., Jolly P., Pairault T., 1996, An observation system for managing a major landslide hazard., 4th TIEMEC, Montréal.
- Fell R., Finlay P., Mostyn G., 1996, Framework for assessing the probability of sliding cut slopes. Landslides Senneset ed. pp 201-208
- Gillon M.D., Foster P.F., Proffitt G.T., Smits A.P., 1992, Monitoring of the Cromwell gorge landslide. Landslides Bell ed., pp 1135-1140.
- Hayashi S., 1992, Forecasting occurrence time of slope failure., Landslides Bell ed. pp965-970
- Hungr O., Evans S.G., 1996, Rock avalanches runout prediction using a dynamic model. Landslides Senneset ed. pp 233-238
- LCPC : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1994 : Guide technique : Surveillance des pentes instables. Paris 125p
- Leroi E., 1996, Landslides hazard - risk maps at different scales : objectives, tools and developments. Landslides Senneset, pp 35-51
- Matichard Y., Pouget P., 1988, Pluviométrie et comportement des versants instables. Bonnard Lausanne, pp 725-730
- Mayoraz F., Cornu T., Vuillet L., 1996, Using neural network to predict slope movements. Landslides Senneset, pp 295-300
- Nicoletti P.G., 1992, Rock avalanche risk at Plati, southern Italy. Landslides Bell ed. pp1031-1036
- Ragoziu A.L., 1996, Modern problems and quantitative method of risk assessment., Landslides Senneset ed., pp 339-344

- Rosenbaum M.S., Popescu M.E., 1996, Using a geographical information system to record and assess landslides related risks in Romania., Landslides Senneset ed., pp363-370
- Sandersen F, Bakkehoi S., Hestnes E., Lied K., 1996, The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rock-mass stability. Landslides Senneset., pp 97-113.
- Sassa K., 1993, Prediction of landslide motion : Measurement of the apparent friction angle under undrained loading condition and computer simulation. Proc P.Beghin International Workshop on rapid gravitational mass movements. Grenoble France, pp 289-304
- Tomosayu. Sugiyama, Katsuya. Okada, Hisashi. Muraishi, Tatsuo. Noguchi, Mashiko Samizo. Statistical rainfall risk estimating method for a deep collapse of a cut slope. Soils and Foundations Vol 35 N°4 p37-48
- Vaunat J., Leroueil S., Tavenas F., 1994, Hazard and risk analysis of slope instability. Conférence Canadienne de Géotechnique, Vancouver.
- Vaunat J., 1998, Phd Thesis, Université Laval, Canada
- Wong H.N., Ho K.K.S., 1996, Travel distance of landslide debris. Landslides Senneset ed., pp 417-422