

Les études techniques conduisant à préciser l'aléa

Liliane Besson - Ancien chef de la Mission Inter-services des Risques Naturels de l'Isère (MIRNat)

L'étude des phénomènes naturels n'est pas une science exacte. Elle procède, en grande partie, d'une démarche d'identification et de qualification, dite « d'expert » (cf. article de Didier Mazet-Brachet), menée à partir d'une approche naturaliste qui s'appuie principalement sur l'analyse qualitative du terrain et doit aboutir à l'élaboration de la carte des aléas.

Pour des phénomènes cartographiés tels que les mouvements de terrain dont la typologie est variée (cf. article de Sébastien Gominet), on est démuné devant les nombreux facteurs physiques mis en jeu chacun interférant avec les autres pour multiplier les cas d'instabilités à l'infini. A cette difficulté s'ajoute la méconnaissance de certains facteurs spécifiques comme par exemple l'épaisseur de la masse instable (difficulté

d'appréhender la 3^e dimension en profondeur), les pressions interstitielles, etc. Cette appréciation qualitative conduit inévitablement à des incertitudes.

Cette approche qualitative de l'aléa est cependant suffisante pour afficher les contraintes réglementaires d'interdiction ou de prescriptions de réalisation, dans la mesure où l'expert définit clairement sa méthode.

En revanche, elle est insuffisante pour adapter un projet à la nature de l'aléa dont l'étude peut se décomposer en deux temps : d'une part l'identification de ses caractéristiques physiques, leur hiérarchisation et leur délimitation, d'autre part la détermination du comportement d'un objet (construction, aménagement...) confronté à cet aléa.

Il est alors nécessaire d'étudier quantitativement l'aléa et de connaître le projet (nature, emprise, dimensions...) pour réaliser une bonne adaptation. C'est donc seulement à cette étape que le recours aux études quantitatives spécifiques est lancé.

Ces études sont bien entendu spécifiques de l'aléa à préciser.

Les études géotechniques

La géotechnique inclut l'ensemble des activités de reconnaissance d'un site auxquelles il y a lieu de recourir préalablement à l'exécution de travaux ou à l'édification d'un ouvrage. Elle réunit donc des études portant sur la géologie du terrain (nature, structure, ainsi que perméabilité et régime des eaux souterraines) et les caractéristiques mécaniques des sols et des roches qui s'y trouvent éventuellement présentes. Elle doit permettre de prévoir quelle sera l'interaction entre ces terrains et les ouvrages qui leur seront liés.

Il arrive encore que de telles études soient commandées par un maître d'ouvrage uniquement pour son assurance dommages ouvrage (DO). Dans cet esprit, il s'agit simplement de remplir une formalité administrative et non d'optimiser le projet. La commande de l'étude est donc faite prématurément, alors que le projet n'est pas suffisamment défini : en cas de désordre, le géotechnicien qui est intervenu très (trop) en amont s'en voit alors souvent attribuer la responsabilité.

Afin de limiter ce dévoiement et de bien préciser leurs responsabilités, les géotechniciens et en particulier les membres de l'Union syndicale géotechnique (USG), ont proposé une classification des missions géotechniques types et surtout l'enchaînement et la progression des différentes phases, dont chacune correspond à une investigation complémentaire ou supplémentaire de la précédente, depuis l'étude préliminaire de faisabilité jusqu'au suivi géotechnique d'exécution. Ces propositions ont été validées après enquête, par la commission de normalisation, en juin 2000, dans la norme NF P.94-500 qui comprend, outre la classification, un glossaire pour définir sans ambiguïté le vocabulaire spécifique.

Il existe aussi une mission G 5 (diagnostic sans et après sinistre) pour les constructions existantes.

Dans le cas d'un projet d'aménagement soumis à des contraintes réglementaires issues des documents de zonage type PPR, selon différents critères dont l'importance du projet, on distingue principalement deux grands groupes d'études géotechniques demandées : les études de stabilité de versant et les études « de sols », plus légères, qui déterminent l'adaptation du projet au terrain, en particulier le niveau et le principe des fondations. Ces études entrent essentiellement dans les missions G 1-1 (faisabilité) et G 1-2 (détermination des caractéristiques de terrain à prendre en compte avec éventuellement un calcul de prédimensionnement), avec le recours à des outils de reconnaissance (G 0).

Il s'agit d'identifier la couche de sol la plus apte à supporter la surcharge d'une construction, c'est-à-dire de déterminer tout d'abord la contrainte (l'effort) admissible par le sol, puis la contrainte transmise au sol par les fondations de l'ouvrage. Pour la détermination de la seconde grandeur, on comprend que le géotechnicien ait besoin de connaître le projet (nature et dimensions). Il est alors amené à proposer soit des semelles élargies pour diminuer la contrainte exercée sur le sol, soit à rechercher un meilleur niveau porteur plus en profondeur. Cette étude ponctuelle du sol ne doit cependant pas s'affranchir du contexte géologique général du site dans lequel se situe la parcelle à construire.

Intérêt des études géotechniques préalables à tout projet

Les versants des montagnes évoluent plus ou moins rapidement. Ils sont donc presque tous affectés de mouvements. En montagne, les zones stables destinées à la construction deviennent de plus en plus rares. Très souvent, les zones urbanisables définies dans les documents d'urbanisme sont situées en pied de versant, sur des pentes plus ou moins fortes. Ces pentes présentent souvent des structures géologiques à « pièges ».

MISSIONS GEOTECHNIQUES TYPE (G) pour un projet de construction			
Progression des missions	Types	Etudes et/ou suivi	Commentaires
Outils de reconnaissance	G 0		Exécution de sondages essais et mesure sur place sans étude ni conseil
Faisabilité	G 1	G 1-1 Etude préliminaire de faisabilité (dont enquête documentaire, rapport d'étude préliminaire avec principes généraux d'adaptation de l'ouvrage au terrain)	G 0 éventuel
Avant-projet		G 1-2 Etude faisabilité (dont l'hypothèse géotechniques et principes de construction, terrassements, soutènements fondations, risques de déformations des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants)	G 0 nécessaire
		G 1-3 Etude de prédimensionnement	G 0 nécessaire
Projet	G 2	Etude de projet géotechnique	G 0 spécifique si nécessaire
Exécution	G 3	Etude géotechnique d'exécution	G 0 complémentaire si nécessaire
	G 4	Suivi géotechnique d'exécution	
Diagnostic	G 5	G 5-1 Etude approfondie d'un élément géotechnique spécifique sans sinistre	
		G 5-2 Etude approfondie d'un élément géotechnique après sinistre	

Missions géotechniques par type (G)

Source : commission de normalisation

La rive gauche de l'Isère dans le Grésivaudan, par exemple, recèle des vices cachés du sol. Le versant des collines du balcon de Belledonne plonge dans la vallée de l'Isère par des pentes assez raides où le rocher est parfois affleurant. Il s'agit d'un calcaire marneux (du Jurassique moyen) dont le pendage est dirigé vers la vallée (pendage conforme). Or, le toit du rocher, presque toujours caché par la couverture de produits résiduels d'altération riches en argile, n'est pas parallèle à la pente du versant. Des talwegs fossiles, sculptés lors de la fonte des glaciers et entièrement colmatés par cette couverture d'altération, déterminent des surépaisseurs de produits argileux entièrement dissimulées. Sans reconnaissances préalables, le constructeur a la mauvaise surprise de les découvrir au moment des terrassements. De plus, la combe rocheuse fossile concentre les écoulements souterrains fréquents entre la couverture et le rocher. On est donc en présence d'un talus d'argile plaqué sur une pente, siège de circulation

d'eau. Point n'est besoin d'être spécialiste pour deviner ce qui peut se passer. Lorsque le glissement se produit, sa maîtrise devient délicate et entraîne un important surcoût pour le projet.

Il est donc presque toujours nécessaire, et en tout cas bénéfique, de faire réaliser une étude géotechnique préalablement à tout projet.

Les études de risque de chutes de blocs et d'éboulements rocheux

Les chutes de blocs et éboulements rocheux mettent en jeu des mécanismes complexes caractérisés par des transferts d'énergie entre les blocs et le substratum, mais aussi entre les blocs eux-mêmes au sein de la masse en mouvement. Il est donc intéressant d'évaluer les conditions probables de propagation des blocs ou des masses éboulées. Cette évaluation constitue l'un des volets de l'étude de risques liés aux éboulements rocheux. Les simulations effectuées au moyen de logiciels

de trajectographies (modélisation), constituent un outil important d'évaluation de ces conditions. On distingue différents types de modélisation prenant en compte :

- le bloc isolé, à topographie bi-ou tridimensionnelle,
- les éboulements en grande masse.

La première phase de l'étude, que l'on peut appeler la caractérisation du risque du site étudié, est commune à toutes les modélisations. Il s'agit d'une étude générale qui intègre les contextes topographique, géologique, hydrogéologique, géomécanique et les mécanismes d'évolution. Elle est aussi commune à la cartographie qualitative (à dire d'expert) de l'aléa chutes de blocs à objectif PPR et comprend :

- l'observation de la zone de départ des blocs, pour apprécier, d'une part les volumes mobilisables en fonction de la maille des réseaux de fractures et de l'état d'ouverture de ces fractures, d'autre part la capacité de la roche à se fractionner, voire se pulvériser, lors des différents rebonds ;

L'éboulement de Comboire (Echirolles, 38)

Les logiciels de trajectographie sont des outils d'aide à la décision de l'expert. L'exemple suivant en montre la nécessité.

Le site de Comboire se trouve à 3 km au sud-ouest de Grenoble, en rive gauche du Drac. Situé au pied du flanc oriental du massif du Vercors, il correspond à un petit chaînon calcaire culminant à 530 m alors que la plaine est à 240 m d'altitude en moyenne (ancienne terrasse alluviale du Drac). Le versant Est de ce chaînon est constitué, depuis le sommet jusqu'à la plaine, d'une barre calcaire, d'une série de petits bancs de calcaires marneux et de marnes puis d'éboulis sableux et graveleux recouverts d'une forêt de petits feuillus (diamètre : 20 cm).

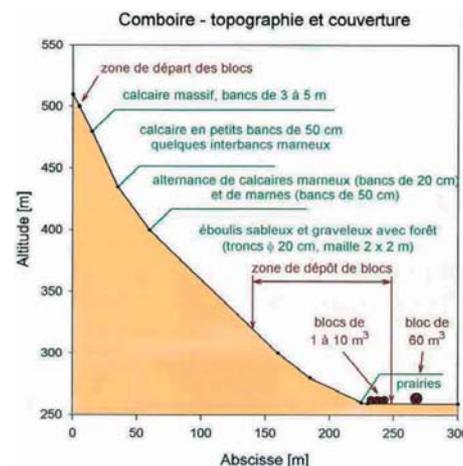
Un éboulement de 1500 m³, sur une dénivelée de 240 m (cotes 500 – 260), s'est produit le 6 février 1995 vers 21 h. Les blocs sont arrivés jusqu'à la plaine.



L'essentiel des blocs (1 à 10 m³) s'est arrêté au début de la prairie, sur les 15 premiers mètres, mais le plus gros (60 m³) a parcouru près d'une cinquantaine de mètres.

La distance parcourue par le plus gros bloc sur terrain plat et mou, montre la difficulté pour l'expert d'estimer la distance d'arrêt ; dans le cadre de l'élaboration d'un périmètre de risque R.111-3, elle avait été légèrement sous-estimée en raison de la présence d'un substrat absorbant et horizontal à l'échelle du site (le bloc s'étant arrêté juste sur la limite).

Dans le cadre d'un programme de recherche italo-franco-suisse (Interreg), abouti en 2001, une rétro-analyse a été menée par trois bureaux d'études, utilisant leur propre logiciel de trajectographie. Les méthodes donnent des résultats qui recouvrent plus de 90 % des observations de terrain (localisation des blocs). Les distances maximales trouvées par les calculs ont été de 40 à 70 m du pied du versant.



- l'observation du versant, pour apprécier la nature du sol (rocher, éboulis, terre, etc.) et la densité du couvert végétal, pour déterminer les facteurs favorables ou défavorables à l'absorption d'énergie lors des différents rebonds des blocs ;

- l'observation de la zone supposée d'arrêt des trajectoires par repérage-pointage des blocs laissés en place et recherche d'information auprès des habitants pour dater les événements, dans la mesure du possible.

La plupart des modèles ont été élaborés à partir des années 1985, mais les méthodes de calcul sont toujours en développement. Bien que calés sur l'étude détaillée d'événements passés (rétro-analyse), ils sont destinés à la prévision dans l'espace. Or, peu d'éboulements se sont produits dans

des sites préalablement modélisés pour vérifier la bonne correspondance entre le calcul et l'événement. Ces méthodes restent néanmoins très intéressantes pour préciser les observations de terrain et doivent être utilisées comme un outil complémentaire d'aide à la décision pour l'expert.

Le phénomène naturel étant très complexe, les méthodes de calcul, toujours simplificatrices par rapport à la réalité, conduisent à être prudent dans l'interprétation des résultats. On peut observer, en effet, même en utilisant des modélisations confirmées, des trajectoires réelles de blocs dites « aberrantes » par rapport aux simulations. Cette distorsion peut provenir par exemple de la forme particulière de blocs en forme de plaque, qui se dressent sur la tranche et peuvent rouler très obliquement par rapport à la ligne de

plus grande pente, en s'affranchissant du relief, ou du durcissement du sol par le gel, provoquant une diminution de sa capacité à absorber l'énergie développée. Ces deux cas conduisent à observer des impacts dans des secteurs supposés a priori non exposés.

Enfin, il est rappelé que les trajectographies doivent être considérées comme des outils d'aide à la décision et non comme un critère absolu, tant pour l'élaboration des zonages de risques (PPR) que pour l'implantation des ouvrages de protection. ■

Extrait du livre : *Liliane Besson, Les risques naturels : connaissance pratique, gestion administrative*. Ed. Techni.Cités (coll. Dossiers d'Experts Techniques - réf. : DET 442) à paraître en 2005