NOTE TECHNIQUE
Suivi d'un versant instable à Sainte-Adresse

J.-C. BLIVET
Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Rouen*
CETE Normandie-Centre

Rev. Franç. Géotch. n° 64, pp. 63-65 (juillet 1993)

1. SITUATION ET CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Tant au nord qu'au sud de l'estuaire de la Seine, les versants côtiers sont le siège de nombreux glissements de terrain. Sainte-Adresse, située au nord-ouest du Havre, est particulièrement concernée par ces glissements ; toute une zone, au sein du quartier résidentiel le « Nice havrais », est affectée par des mouvements qui, actuellement, ont une intensité assez faible.

La figure 1 synthétise les terrains rencontrés :

— au niveau de la mer et jusqu'à une cote + 10 NGF environ, « émerge » le Kimméridgien formé d'argile raide plus ou moins marneuse entrecoupée de bancs de calcaire ;

— de + 10 à 35 NGF se développent les niveaux de sable (de l'Albien) localement chargés d'argile glauconieuse ;

— au-dessus de ces sables et sous la craie du Cénomanien, on rencontre une couche de quelques mètres d'argile compacte du Gault ;

— la craie du Cénomanien à partir de + 45 NGF ;

— le plateau, à + 80 NGF, est constitué de limon et d'argile à silex.

Deux nappes phréatiques intéressent les formations géologiquement en place : la première à la base de la craie au-dessus du Gault, la deuxième à la base des sables, au-dessus du Kimméridgien.

Dans les terrains meubles (argiles et sables) où les glissements sont actifs, la pente moyenne est d'environ 25 %, ce qui correspond à un angle de talus $\beta = 14°$.

2. HISTORIQUE DES MOUVEMENTS

De 1860 à 1881, LENNIER décrit un certain nombre de glissements dans le secteur de Sainte-Adresse. Ainsi, le 30 juin 1866 :

« Les basses falaises, en mouvement depuis près de deux mois commencèrent à descendre vers la mer, en glissant sur les argiles kimméridgiennes. Le même jour, des fentes se produisirent sur le plateau, au-dessus du terrain en mouvement. Le lendemain, 1er juillet, les fentes s'étaient beaucoup élargies et, à dix heures du matin, une partie considérable de la falaise s'éboulait avec un bruit sourd... En tombant sur le talus d'éboulement, cette masse de roches en accéléra la marche et toutes les basses falaises, sur une étendue d'environ 500 m depuis la partie nord-ouest des parcs jusque sous les signaux, furent ébranlées par le choc et suivirent le mouvement en avant vers la mer ; mais elles s'arrêtèrent bientôt, et les effets de l'éboulement proprement dit furent circonscrits sur le point où il s'était produit. En cet endroit, le talus d'éboulement avait à peu près 200 m de largeur et il se terminait au bord de la mer par un escarpement formé d'argiles et de calcaires kimméridgiens, haut de 5 m taillé à pic. Ces calcaires et ces argiles restèrent complètement étrangers au mouvement. A mesure que le talus d'éboulement avançait, les parties placées en avant étaient précipitées du haut du petit escarpement kimméridgien à la mer ; elles y formèrent bientôt un amas considérable. »

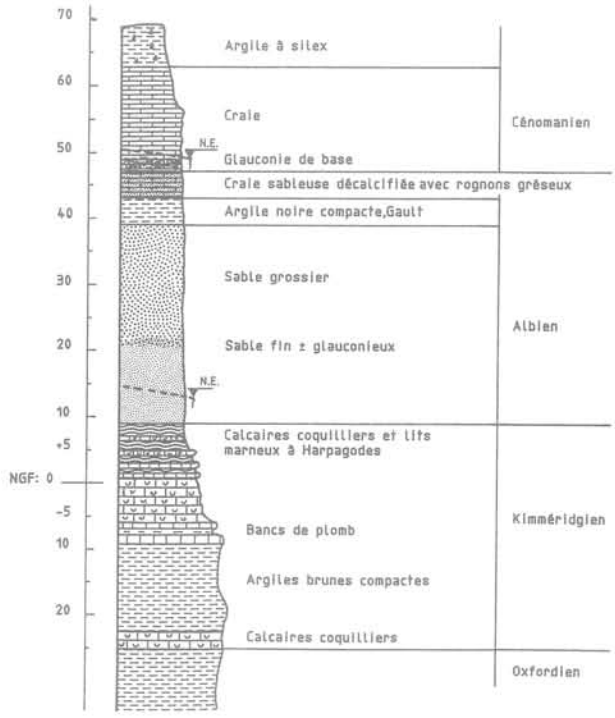

Fig. 1. — Coupe synthétique des terrains au Nice havrais Sainte-Adresse.

* Chemin de la Poudrière, BP 245, 76120 Grand-Quevilly.

Sur ces terrains, résultats de glissements et d'éboulements, DUFAYEL commence des aménagements en 1905 qui comprennent :

— une digue de protection avec épis, le long de la mer ;

— un grand nombre de canalisations de drainage et de captage des sources ;

— des rues, routes et différents niveaux de terrassement pour l'urbanisation.

A quelques exceptions près, ces travaux semblent avoir stabilisé les terrains.

Pendant la guerre de 1939-1945, le site est perturbé : constructions de blockhaus, destruction partielle de la digue et prélèvement de galets sur la côte, ruptures de canalisations d'eau et de drainage, bombardements.

Dès 1944, apparaissent de grands mouvements que l'on peut classer en trois zones (cf. fig. 2) :

— zone A1 : glissement en septembre 1944 ;

— zone A2 : mouvement de 1,60 m en 1944-1945, mouvement de 0,50 m en 1947-1948 ;

— zone B : premiers mouvements en 1947, tassement de 0,80 m en 1948.

Divers mouvements sont signalés au printemps 1948, puis fin 1949, fin 1950...

3. LES GLISSEMENTS ACTUELS

La coupe de la figure 2 schématise la cinématique des mouvements récents.

La zone A1 correspondant au glissement sur l'argile du Gault est cinématiquement distincte de la zone A2 correspondant aux mouvements sur le toit des argiles du Kimméridgien. Le niveau de la nappe dans les terrains de la zone A2 provient, d'une part de la nappe de la craie qui vient se déverser dans ces formations de pentes, d'autre part de la nappe des sables. Des mesures inclinométriques et les observations de terrains ont permis de déterminer les surfaces de rupture dessinées sur la figure 2. Notons, pour compléter cette présentation, quelques caractéristiques des sols rencontrés :

— argile du Kimméridgien : $w_L = 56\,\%$, IP = 24, $\Phi'_{pic} = 25°$, $\Phi_R = 11°$;

— sable : perméabilité $k \approx 10^{-4}$ m/s, dans le forage qui a servi à installer le pendule inverse (dans d'autres zones, beaucoup plus argileuses, les perméabilités doivent être beaucoup plus faibles).

4. INSTRUMENTATION

Un équipement spécifique d'enregistrement de paramètre a été installé en 1989 sur le site de Sainte-Adresse, dans le double objectif : suivre l'évolution des mouvements et tenter des corrélations entre déplacements-pressions interstitielles et pluviosité.

4.1. Les déplacements

Un pendule inverse équipé de deux capteurs potentiométriques de déplacement permet d'obtenir la translation horizontale de la surface du terrain par rapport à un niveau inférieur que l'on sait être stable, grâce aux mesures antérieures des inclinomètres. Le puits nécessaire à la mise en place de ce pendule inverse a 13,20 mètres de profondeur, un diamètre de 0,40 m (il est repéré sur la figure 2), la surface de glissement très franche à cet endroit se situe à 12 mètres de profondeur.

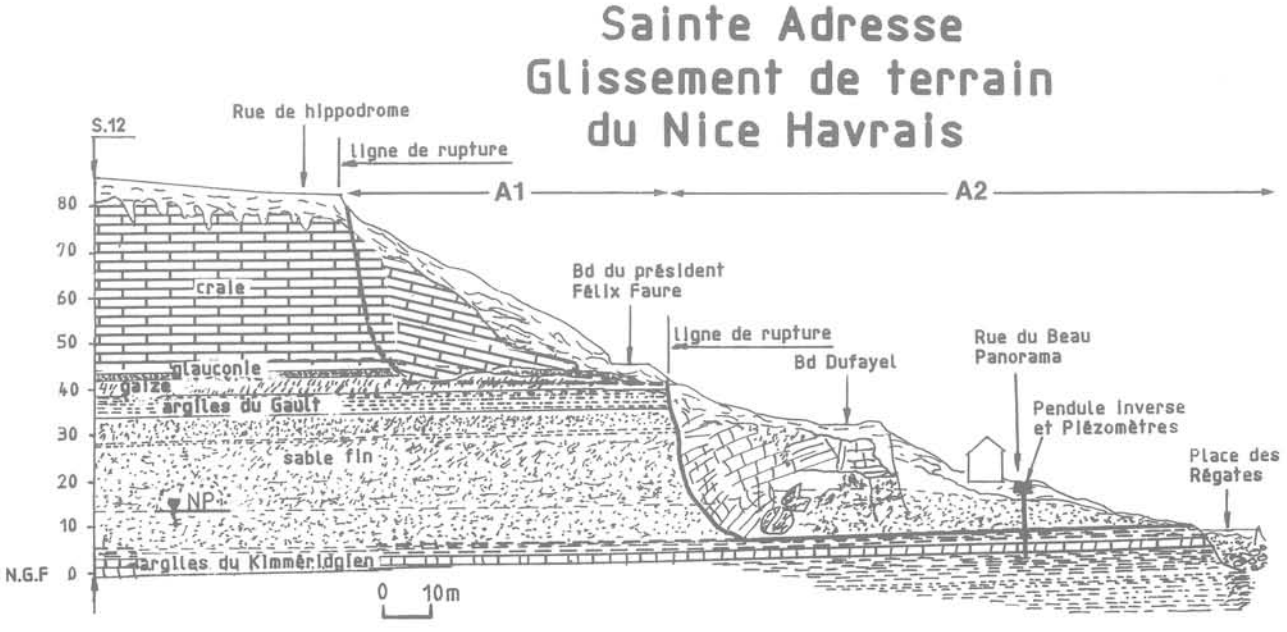

Fig. 2. — Schémas des glissements de terrains.

L'ancrage du câble à la base du puits a été décentré par rapport à l'axe, afin de bénéficier d'une course utile du système de plus de 30 centimètres. Le flotteur, réalisé à l'aide de bouées maritimes, exerce une poussée verticale d'environ 650 N. La cuve métallique est traitée contre la corrosion, elle est partiellement enterrée, l'eau qu'elle renferme contient de l'antigel et en surface une couche d'huile évite l'évaporation.

4.2. Le niveau piézométrique

Il est mesuré dans les sables par un capteur de pression situé dans un tube piézométrique dans le voisinage du puits du pendule.

Les données du déplacement et du piézomètre sont stockées sur place dans une centrale d'acquisition SAMM alimentée par pile. Le fichier est relevé tous les 4 ou 5 mois à l'aide d'un ordinateur portable. L'exploitation se fait au bureau.

4.3. La pluviosité

Elle est fournie par une station météorologique de Météo-France située sur le plateau à quelques kilomètres du site.

La liaison entre les capteurs et la centrale est faite par des fils (quelques mètres). Les paramètres sont relevés et stockés avec une périodicité de 24 heures. Lors du transfert manuel, cette période fixe peut être modifiée. La liaison entre la centrale et le gestionnaire est réalisée périodiquement (2 à 3 fois par an) par un transfert manuel sur ordinateur. Le site est à 90 km par autoroute du Laboratoire.

Après quelques problèmes d'étanchéité du matériel sur le site, l'ensemble fonctionne d'une façon satisfaisante depuis septembre 1989.

5. PREMIERS RÉSULTATS

Les trois graphiques de la figure 3 résument les mesures dépouillées à ce jour. La période d'observation correspond à la sécheresse de ces dernières années : les précipitations mesurées du 1/10/89 au 31/07/91 donnent une moyenne annuelle de 627 mm d'eau que l'on doit comparer à la moyenne annuelle de 800 mm sur les trois dernières décennies. Le déficit en eau se traduit par des variations décimétriques du niveau piézométrique et des déplacements pratiquement nuls.

6. CONCLUSION

L'architecture de l'instrumentation du glissement de Sainte-Adresse est relativement simple. Deux capteurs de déplacement sur un pendule inverse et un capteur de pression d'eau dans un piézomètre fournissent les données, actuellement avec une périodicité de 24 heures, à un boîtier d'acquisition et de stockage installé sur le site. Le stockage est fait en grandeurs physiques. Le transfert de ces informations est réalisé manuellement, deux à trois fois l'an, à l'aide d'un micro-ordinateur portable. Le traitement est effectué au bureau. Eu égard à l'objectif principal qui est de fournir les données pour une corrélation déplacement-piézométrie-pluviosité, cet équipement donne entière satisfaction.

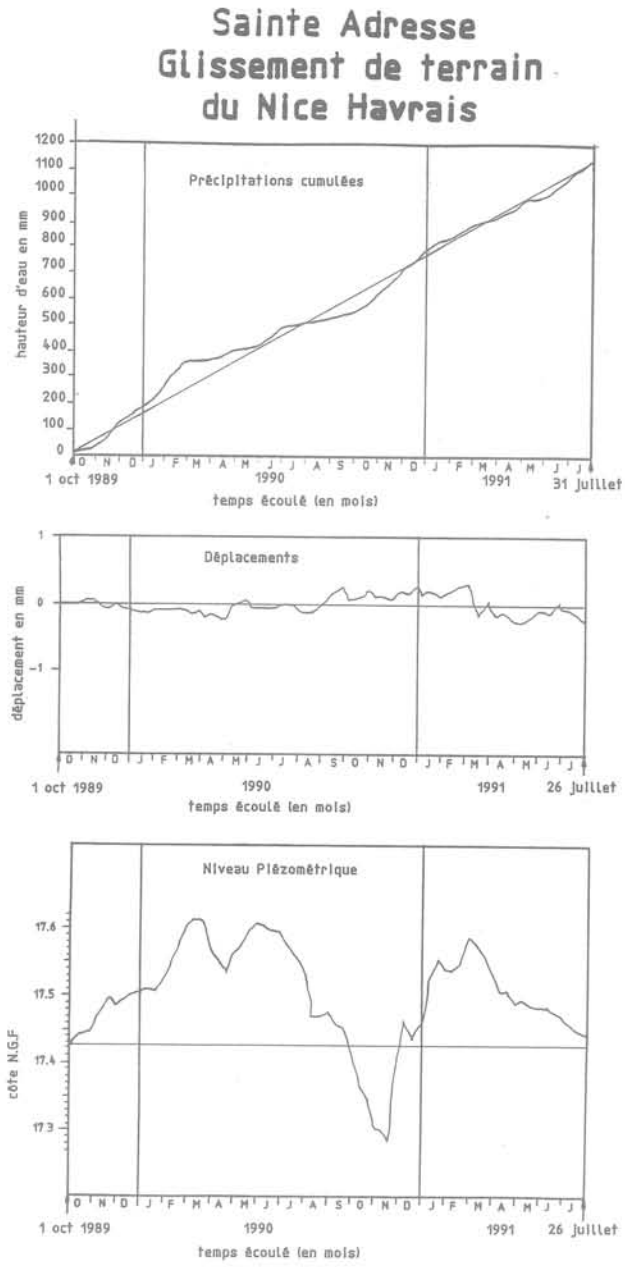

Fig. 3. — Résultats des mesures : précipitations cumulées, déplacements, niveaux piézométriques.

L'étude du confortement du site s'oriente vers des drainages profonds des sables, conjugués probablement avec des éperons ayant un rôle mécanique et hydraulique au niveau des argiles du Kimméridgien.

BIBLIOGRAPHIE

BUISSON M. (1952), *Les glissements de la falaise de Sainte-Adresse.* Annales de l'ITBTP, n° 59, nov. 1952, pp. 1130-1146.