

MINISTÈRE DES TRANSPORTS

instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art

FASCICULE

52

DEUXIÈME PARTIE

Déblais et remblais



Direction des Routes

244 boulevard St-Germain . 75775 Paris Cedex 16

Page laissée blanche intentionnellement

Instruction technique du 19 octobre 1979

2^e PARTIE

DISPOSITIONS PARTICULIERES

FASCICULE **52**
Déblais et remblais

Janvier 1984

Document diffusé par

le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
58, boulevard Lefebvre - 75732 PARIS CEDEX 15

le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
46, avenue Aristide Briand - 92223 BAGNEUX

AVERTISSEMENT

Le présent document est l'un des fascicules dont l'ensemble constitue la deuxième partie de l'Instruction technique pour la surveillance et l'entretien des ouvrages d'art du 19 octobre 1979. La liste de ces fascicules est la suivante :

- Fasc. 01. Dossiers d'ouvrage.
- Fasc. 02. Généralités de la surveillance.
- Fasc. 03. Mesures de sécurité - Auscultation - Surveillance renforcée - Haute surveillance.
- Fasc. 04. Surveillance topométrique.

- Fasc. 10. Fondations en site aquatique.
- Fasc. 11. Fondations en site terrestre.
- Fasc. 12. Appuis.
- Fasc. 13. Appareils d'appui.

- Fasc. 20. Zone d'influence - Accès - Abords.
- Fasc. 21. Equipements des ouvrages (protection contre les eaux - revêtements - joints de chaussée et de trottoirs - garde corps - dispositifs de retenue).

- Fasc. 30. Ponts et viaducs en maçonnerie.
- Fasc. 31. Ponts en béton non armé et en béton armé.
- Fasc. 32. Ponts en béton précontraint.
- Fasc. 33. Ponts métalliques (acier, fer, fonte).
- Fasc. 34. Ponts suspendus et ponts à haubans.
- Fasc. 35. Ponts de secours.

Fasc. 36. Ponts mobiles.

Fasc. 37. Ponts en bois.

Fasc. 38. Ponts en alliage léger.

Fasc. 40. Tunnels, tranchées couvertes, galeries de protection.

Fasc. 50. Buses métalliques.

Fasc. 51. Ouvrages de soutènement.

Fasc. 52. Déblais et remblais.

Fasc. 53. Ouvrages de protection.

Cet ensemble de fascicules est élaboré, au sein du groupe chargé — sous la présidence de M. André MOGARAY, Ingénieur général des Ponts et Chaussées, coordonnateur de la mission spécialisée d'inspection générale des ouvrages d'art — de l'étude de la politique générale de surveillance et d'entretien des ouvrages d'art, par un groupe de travail dans lequel sont représentés :

- Les Directions départementales de l'Équipement de l'Ain, des Alpes de Haute-Provence du Gard, de la Moselle et du Nord.
- Les Centres d'études techniques de l'Équipement d'Aix-en-Provence, de Bordeaux, de Lille, de Lyon et de Rouen.
- Le Laboratoire central des Ponts et Chaussées.
- Le Service d'études techniques des routes et autoroutes.
- Le Centre d'études des tunnels.
- Le Service central technique des ports maritimes et des voies navigables.
- Le Centre national des ponts de secours.
- Le Service du contrôle des autoroutes concédées.
- La Direction générale des collectivités locales du ministère de l'Intérieur.

Le rapporteur du présent fascicule 52 (Déblais et remblais) est M. CARTIER, ITPE au LCPC.

SOMMAIRE

CHAPITRE 1 - Champ d'application	5
CHAPITRE 2 - Généralités	5
2.1. Particularités et principes communs à tous les ouvrages en terre ou rocheux	5
2.1.1. Généralités	5
2.1.2. Notions sur le fonctionnement	6
2.2. Classification et conditions particulières de surveillance des différents types de talus	10
2.2.1. Nomenclature	10
2.2.2. Classification	10
2.2.3. Liste des ouvrages à surveiller	13
2.3. Etablissement du dossier de l'ouvrage	13
2.3.1. Sous-dossier 1 : la construction	13
2.3.2. Sous-dossier 2 : l'état de référence	13
2.3.3. Sous-dossier 3 : la vie de l'ouvrage	14
CHAPITRE 3 - Notions sur les causes et la nature des désordres	15
3.1. Les causes	15
3.2. Nature des désordres	17
3.2.1. Sur le talus proprement dit	17
3.2.2. Sur les ouvrages annexes	18
CHAPITRE 4 - Surveillance	19
4.1. Surveillance continue	19
4.2. Visite annuelle	19
4.2.1. Préparation	19
4.2.2. Points à examiner	20
4.3. Inspection détaillée	21
4.4. Surveillance renforcée et haute surveillance	22
CHAPITRE 5 - Entretien et réparations	23
5.1. Entretien courant	23
5.2. Travaux d'entretien spécialisé - Réparations	23
ANNEXE 1 - Documentation et bibliographie françaises	26
ANNEXE 2 - Modèle de document signalétique des déblais et remblais	27
ANNEXE 3 - Modèle de procès-verbal de visite annuelle des déblais et remblais	30
ANNEXE 4 - Cadre de procès-verbal d'inspection détaillée périodique	34
ANNEXE 5 - Nomenclature simplifiée des parties d'ouvrages et des désordres sur ouvrage en terre ou rocheux	37

CHAPITRE 1

Champ d'application

Sauf indication contraire, les dispositions du présent fascicule sont applicables à tous les talus, de déblai ou de remblai, créés ou aménagés pour les besoins de la voie intéressée. Par extension, elles peuvent s'appliquer à tout ouvrage ou versant, en terre ou rocheux, situé aussi bien en aval qu'en amont, susceptible de mettre en jeu la sécurité de la voie.

L'application de ce fascicule ne saurait remettre en cause ni la notion de risque naturel ni celle de responsabilité des propriétaires.

Le terme *ouvrage en terre ou rocheux* regroupe ici tout ouvrage (remblai, déblai, digue...) susceptible d'être affecté d'instabilités ou de glissements. Les ouvrages considérés dans ce fascicule peuvent être associés à d'autres structures (murs de soutènement, buses, culées...) qui font l'objet d'autres fascicules.

CHAPITRE 2

Généralités

2.1 — PARTICULARITÉS ET PRINCIPES COMMUNS A TOUS LES OUVRAGES EN TERRE OU ROCHEUX

2.1.1. — Généralités

Les problèmes posés par les ouvrages en terre ou rocheux sont bien entendu assez différents de ceux des autres ouvrages d'art par la nature et l'étendue des ouvrages, leur comportement et les désordres constatés.

— *Nature et étendue*

L'ouvrage en terre ou rocheux est un ouvrage très particulier par sa nature et surtout par les difficultés que soulève la détermination de son étendue géométrique ou de sa zone d'influence. Il est en effet dangereux de limiter l'ouvrage à la partie située dans l'emprise, car la zone créant le risque peut déborder largement celle des travaux de terrassement, notamment dans les sites de versant. Pour cette raison, il faut (dans la liste des ouvrages soumis à surveillance périodique) préciser les conditions d'environnement de l'ouvrage en les classant dans l'un des quatre groupes suivants :

- sites ayant déjà donné lieu à des incidents, voire des confortements (drainage, soutènements...);
- sites reconnus peu stables, ou se trouvant dans un environnement peu stable ;
- sites n'ayant jamais donné lieu à instabilité mais équipés de dispositifs préventifs ;
- sites jugés stables, sans dispositifs particuliers.

— Comportement

L'ouvrage en terre ou rocheux a, d'autre part, un comportement assez différent de celui des autres ouvrages d'art. Cela tient en grande partie aux risques d'évolutions, parfois très importantes, des caractéristiques (notamment mécaniques) des matériaux qui le constituent. En particulier :

— la géométrie des ouvrages peut évoluer du fait de rechargements ou d'excavations nouvelles inopportuns vis-à-vis de la stabilité initiale ;

— les caractéristiques mécaniques peuvent diminuer au cours du temps. Sur les remblais, par exemple, cela peut se traduire par des phénomènes lents de fluage, généralement assimilés à un certain « vieillissement » des matériaux. Sur les pentes naturelles, en revanche, l'amorce de mouvements importants fait chuter brutalement la résistance initiale à des valeurs résiduelles caractérisées par une cohésion nulle et un angle de frottement très réduit ;

— les conditions hydrauliques initiales, prises en compte dans le projet, peuvent changer radicalement du fait de la réalisation de l'ouvrage ou pour toute cause extérieure (remontée lente de la nappe phréatique, vidange rapide de retenues d'eau, blocage des exutoires, sécheresse, défaut d'entretien, etc.).

— Désordres

La nature des désordres pouvant affecter un talus est également un élément particulier : une rupture de talus peut se limiter à un faible volume (glissements superficiels de talus de déblais, ruptures localisées de petits remblais, chutes de blocs) ; mais il faut garder à l'esprit que l'évolution des désordres peut aussi être très importante et que, d'une manière générale, un glissement de terrain met en jeu des forces considérables qu'il est nécessaire d'évaluer sous peine de réaliser un confortement inefficace, voire dangereux. Cela pose le problème difficile de l'auscultation telle qu'on l'entend habituellement. En effet, il est en général délicat d'appréhender simplement et rapidement l'état exact d'un talus sans engager une étude complète de géotechnique permettant de déterminer la nature exacte des zones en mouvement ainsi que la cause, l'ampleur et la cinématique des déplacements. D'autre part, les analyses de stabilité de talus font intervenir des notions de mécanique des sols qui est par bien des aspects une discipline encore empirique, notamment dans la définition et l'utilisation des coefficients de sécurité.

La qualité de la surveillance d'un ouvrage en terre ou d'un talus rocheux tient donc pour une bonne part à l'appréciation qui doit être faite de la nature des phénomènes, et de la nécessité ou non de provoquer l'intervention d'un géotechnicien, sachant qu'en fonction des caractéristiques du site considéré un confortement simple peut être soit efficace, soit insuffisant, voire dangereux.

2.1.2 — Notions sur le fonctionnement

Afin de pouvoir apprécier les différents cas, il convient de connaître quelques principes communs à tous les problèmes de talus : un talus peut être considéré comme un massif soumis à un certain nombre de forces (fig. 1) :

2.1.2.1. les forces de pesanteur qui tendent à entraîner le massif dans un mouvement descendant ;

2.1.2.2. l'eau qui agit en diminution des forces de liaison du sol ;

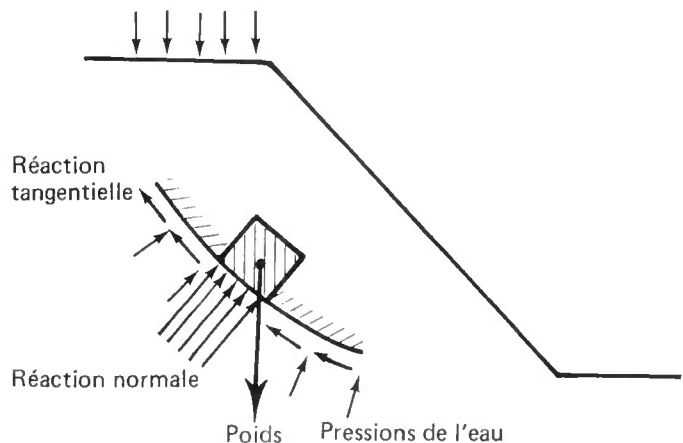


Fig. 1 —
Bilan des forces dans un talus.

en effet, quand les sols sont saturés, la *contrainte normale totale* appliquée se décompose en une *contrainte normale effective*, directement reprise par les grains du sol, et une pression interstitielle du fluide présent dans les vides. En fait, le comportement du sol est exclusivement gouverné par celui des grains solides et c'est donc la distribution des contraintes effectives qui est intéressante.

Dans la vie d'un ouvrage, la contrainte normale totale à saturation en un point restant généralement constante, il faut chercher à connaître les variations de contraintes normales effectives déterminées par les variations de pressions interstitielles.

En cas de glissement, le sol s'oppose aux mouvements en mobilisant une résistance au cisaillement (τ) déterminée par :

$$\tau = c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi'$$
$$[\sigma' = \sigma - u]$$

σ : contrainte normale totale
 σ' : contrainte normale effective
 c' : cohésion
 ϕ' : angle de frottement
 u : pression interstitielle

Dans cette expression, il est clair que la pression de l'eau (u), qui intervient directement en diminution de la contrainte normale totale (σ) (pour donner la contrainte normale effective σ'), diminue la résistance au cisaillement.

La présence d'une nappe ou d'un écoulement agit donc en diminution de la sécurité vis-à-vis du glissement.

La pression d'eau, ou pression interstitielle, varie généralement au cours du temps (ou temporairement en cas de pluies diluviennes, crues, etc.), notamment après construction de l'ouvrage pendant la période transitoire où le régime hydraulique cherche à atteindre un état d'équilibre. Tant que les pressions interstitielles générées par les chargements effectués pendant la construction ne sont pas (ou peu) dissipées, on parle conventionnellement de comportement à *court terme* : cette période peut être courte pour les sols très perméables comme les sables, ou plus longue (quelques mois à plusieurs années) pour les sols fins très peu perméables comme les argiles. Dès que l'équilibre hydraulique est atteint, on parle de comportement à *long terme* (cet état de *long terme* peut être atteint presque immédiatement dans les sols très perméables). Ces deux concepts correspondent à des hypothèses et méthodes d'analyses distinctes (analyse à court terme à l'aide des contraintes totales ou à long terme à l'aide des contraintes effectives) mais également à des différences de comportement suivant les ouvrages. Sous les remblais sur terrains plats, les pressions interstitielles sont élevées immédiatement après la construction puis diminuent au fur et à mesure de la consolidation du sol ; c'est donc le comportement à court terme qui est le plus critique et cela explique que les ruptures se produisent peu de temps après ou pendant la construction. En revanche, dans les déblais en sols raides, c'est à long terme que se produisent une remontée des pressions interstitielles et donc des désordres.

Les versants naturels qui, en général, ont atteint un régime hydraulique permanent s'étudient également à long terme (et, quand ils sont instables, avec des caractéristiques résiduelles traduisant la chute de résistance due aux grands mouvements).

Enfin, l'action interne de l'eau se double d'une influence sur l'évolution de certains matériaux. C'est ainsi que les actions de l'érosion, de l'altération et du gel, qui se manifestent essentiellement en surface, peuvent être très importantes pour la bonne tenue des ouvrages. Il faut également noter l'action de l'eau sur les matériaux sensibles ou évolutifs qui peut se faire très en profondeur, ainsi que les phénomènes d'érosion interne qui se traduisent par un entraînement par l'eau des fines des matériaux ;

2.1.2.3. les actions extérieures qui peuvent avoir un effet stabilisateur (chargement en pied de talus) ou non (en crête de talus) ; il est important de les évaluer avec réalisme et de prendre les précautions nécessaires pour les contenir dans les limites prévues.

Lorsque l'équilibre des forces précédemment définies n'est plus réalisé, un volume de sol peut se mettre en mouvement et glisser le long d'une surface qui, *a priori*, n'a pas de forme

bien définie (fig. 2) : dans le cas des talus naturels cette surface peut être pratiquement plane (fig. 3), mais dans le cas des talus de déblais en sol homogène, sa section transversale est généralement assimilable à un cercle (fig. 4) ; il peut même y avoir plusieurs surfaces imbriquées ou superposées dans le cas de glissement dits « complexes ».



Fig. 2 — Glissement d'un talus de remblai sur versant.

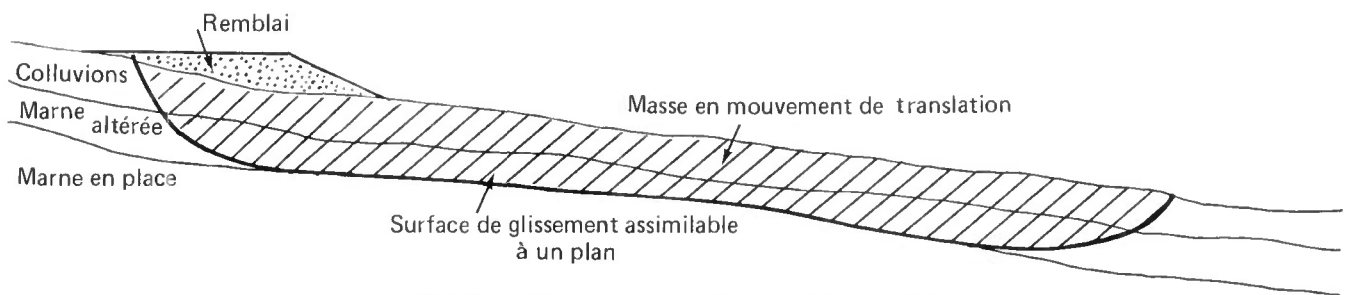


Fig. 3 — Glissement plan d'une pente naturelle.

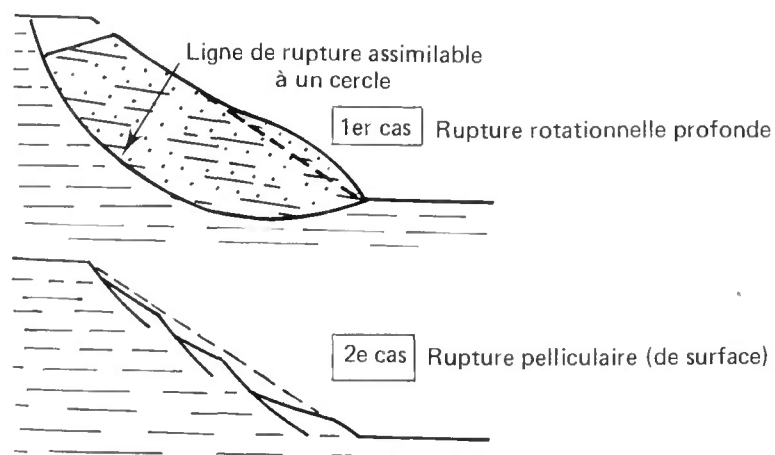


Fig. 4 — Glissement de type circulaire d'un talus de déblai.

Lorsque l'état d'équilibre, lié aux conditions géométriques hydrauliques et géotechniques, est perturbé et que la sécurité devient insuffisante, les mesures à prendre sont de trois ordres (Cf. chapitre 5) :

- mesures d'ordre géométrique (diminution de la pente, allègement de certaines zones, création de risbermes, de butées...);
- mesures d'ordre hydraulique (drainage, pompages, captages...);
- mesures d'ordre mécanique et de renforcement (soutènements, injections, substitutions...).

Les talus rocheux, dont la résistance globale est bien supérieure à celle des sols, nécessitent quelques remarques complémentaires. Les masses rocheuses ne peuvent pas, en règle générale, être considérées comme des solides continus ; elles sont affectées par des surfaces dites de discontinuité où se localisent les déformations et les ruptures (fig. 5). Ces surfaces de rupture privilégiées délimitent des masses ou des blocs qui, sous l'effet de leur propre poids ou des actions extérieures, peuvent devenir instables. Ces talus peuvent être le siège de désordres ayant une importance plus ou moins grande, depuis des chutes de blocs de petites dimensions jusqu'à des éboulements de pans de montagne (fig. 6). Du point de vue de la cinématique et par analogie avec les remarques concernant les sols, peu-

Fig. 5 —
Glissement d'un talus rocheux
sur une ou deux discontinuités naturelles.

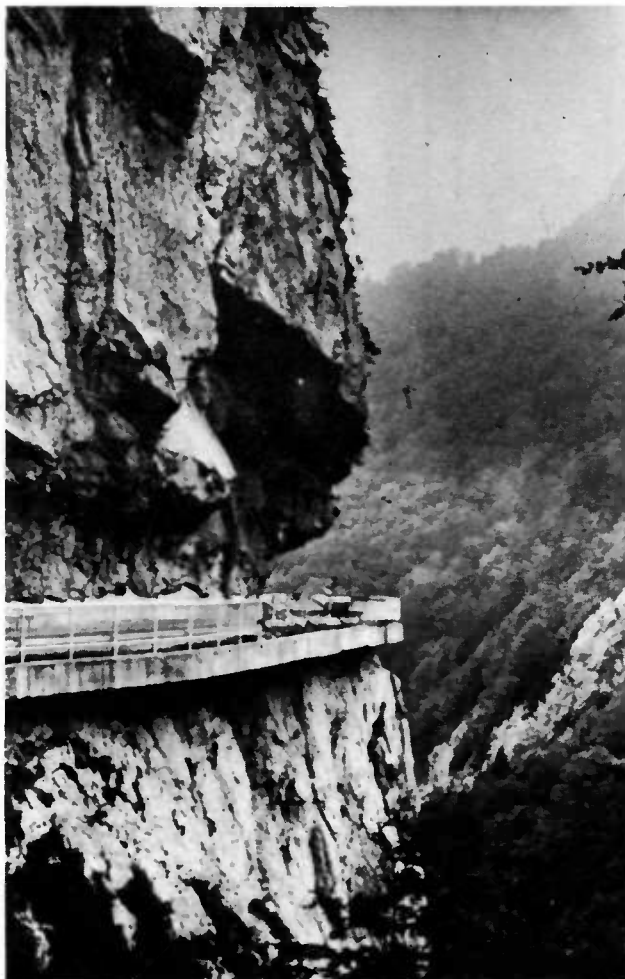
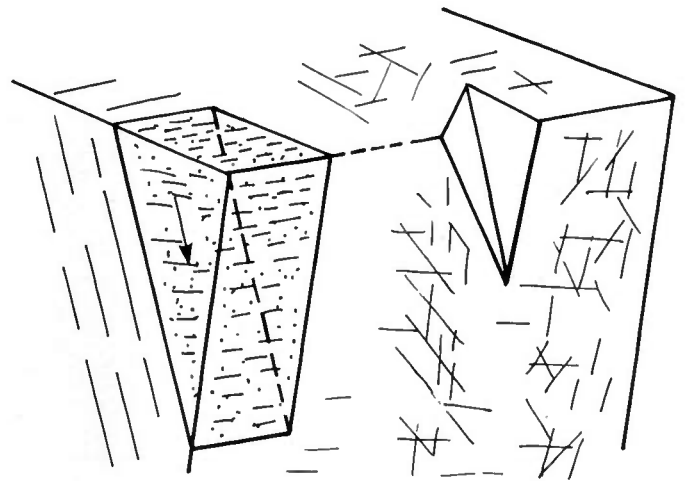


Fig. 6 —
Désordres sur un talus rocheux.

vent être distingués, très schématiquement, les ruptures par glissement et les basculements (fig. 7). Il faut également noter que le rôle de la pression des fluides dans les discontinuités est extrêmement important : la génération de sous-pressions tend en effet à diminuer les efforts normaux aux plans de glissement, réduisant ainsi les frottements et les effets de la dilatance aux discontinuités. Les techniques de découpage de talus rocheux jouent également un rôle important. Les talus anciens ont en effet été réalisés avec des explosifs assez peu puissants qui n'ont pratiquement pas perturbé le rocher restant en place ; leurs pentes s'avèrent stables à long terme. Mais il peut ne pas en être de même pour les talus réalisés avec des techniques d'abattage plus performantes.

La nature du sol et la distribution des différentes couches étant hétérogènes par nature, la vitesse d'apparition et d'évolution des désordres peut varier d'un site à l'autre. Cela tient notamment à la part prise respectivement par les différentes causes à l'origine des mouvements (action mécanique, action hydraulique, évolution des caractéristiques géotechniques des matériaux). L'entretien et la surveillance doivent donc être adaptés à chaque cas. Les moyens spécifiques de surveillance, notamment, doivent toujours être mis en place de façon progressive en fonction du type, de l'ampleur et de la gravité des désordres ; la surveillance renforcée et la haute surveillance à implanter en cas de danger extrême nécessitent le recours à des spécialistes.

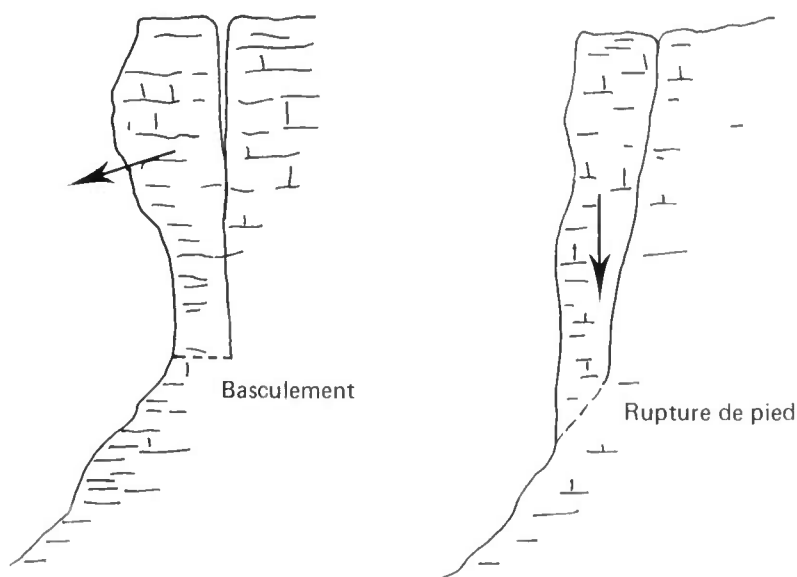


Fig. 7 — Schémas d'éroulements de talus rocheux.

2.2 — CLASSIFICATION ET CONDITIONS PARTICULIÈRES DE SURVEILLANCE DES DIFFÉRENTS TYPES DE TALUS

2.2.1 — Nomenclature

La description des différentes parties de ces ouvrages, ainsi que des désordres peut être faite en utilisant les termes indiqués en Annexe 5.

2.2.2 — Classification

Différentes classifications des divers types de talus existent ; elles sont fonction des domaines d'intérêt (géologie, mécanique des sols ou des roches,...) pour lesquels elles ont été établies. Compte tenu des critères qui intéressent la surveillance et l'entretien (type de structure, nature des désordres, risques potentiels, difficultés de confortement, etc.), la classification suivante peut être retenue :

— *talus de remblais sur sol plat* : les désordres sur ce type de talus résultent généralement d'une mauvaise exécution (manque de compactage, emploi de matériau impropre, drainage déficient...) ou d'un « vieillissement » de l'ouvrage (actions des eaux, fluage, pertes de cohésion, actions du trafic...).

Les désordres sont visibles sur la plate-forme et le talus (affaissements, ruptures localisées, profondes ou superficielles) (fig. 8).

Quand ils sont construits sur sols mous et compressibles, les remblais (outre le tassement qu'ils subissent) peuvent se rompre de façon spectaculaire (glissement circulaire profond avec bourrelet de pied) (fig. 9). Toutefois, ce phénomène se produit le plus souvent lors de la construction et ne concerne donc généralement pas les phases de surveillance et d'entretien à moins d'un événement ultérieur (rechargement, modification des conditions hydrauliques). La surveillance de ce type d'ouvrage en terre doit donc s'effectuer essentiellement au niveau de la surface de la plate-forme ;

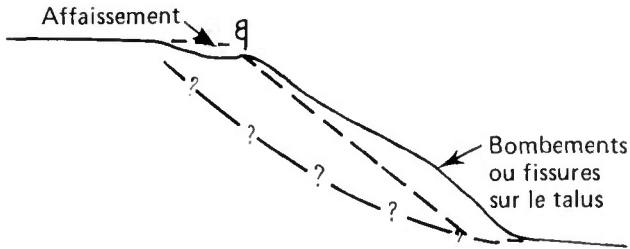
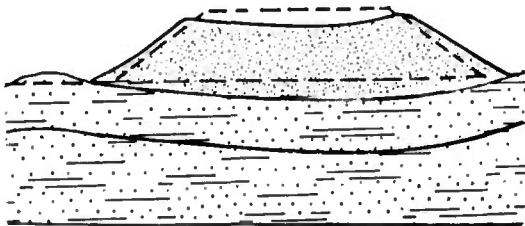
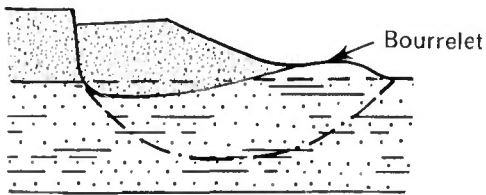


Fig. 8 — Désordres limités à la partie superficielle du talus et à la plate-forme.



Poinçonnement



Glissement

Fig. 9 — Désordres profonds typiques des remblais sur sols compressibles.

— *talus de déblais en terrain plat* : pour les tranchées de moins d'une dizaine de mètres de hauteur qui n'ont pas posé de problèmes lors de l'exécution des terrassements et qui n'ont ni construction en tête, ni autre ouvrage d'art proche, l'observation visuelle de surface constitue généralement une surveillance suffisante, sous réserve que l'entretien, notamment des systèmes de drainage, soit correctement assuré. Pour les déblais de 10 m de hauteur ou plus, ou à proximité d'ouvrages ou de constructions en tête de déblais (fig. 10), la surveillance doit en outre comporter un examen approfondi de la surface ainsi que de l'état des systèmes de drainage et dispositifs de collecte des eaux, jusqu'à une distance,



Fig. 10 — Glissements d'un talus de déblai mettant en jeu la stabilité d'une culée de pont.

en arrière de la crête, de l'ordre de deux fois la hauteur du déblai (fig. 11). Cette distance $2H$ peut éventuellement être modulée lorsqu'une étude particulière a permis de déterminer avec plus de précision l'étendue de la zone d'influence. Comme il a été dit précédemment, les ruptures pouvant affecter un talus de déblai sont rotationnelles et/ou pelliculaires (fig. 4) et peuvent se produire longtemps après la construction (jusqu'à plusieurs dizaines d'années) ;

— *versants et talus d'ouvrages sur versants* : tout ouvrage sur versant est sensible *a priori*. Le terrassement d'un déblai de quelques mètres ou l'édification d'un petit remblai peut par exemple causer ou réactiver un glissement de plusieurs millions de mètres cubes (fig. 12 et 13). Tout versant comportant un ouvrage doit donc, à titre de zone d'influence, faire l'objet de la même surveillance périodique. De plus, toute modification, même modeste, d'un ouvrage sur versant doit faire l'objet d'une étude approfondie.

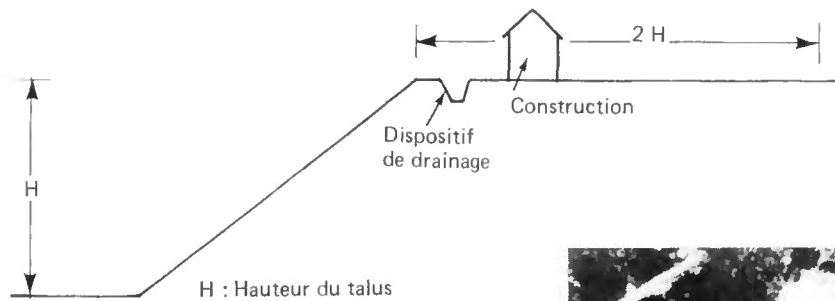


Fig. 12 — Glissement de versant provoqué par le terrassement d'un petit déblai.

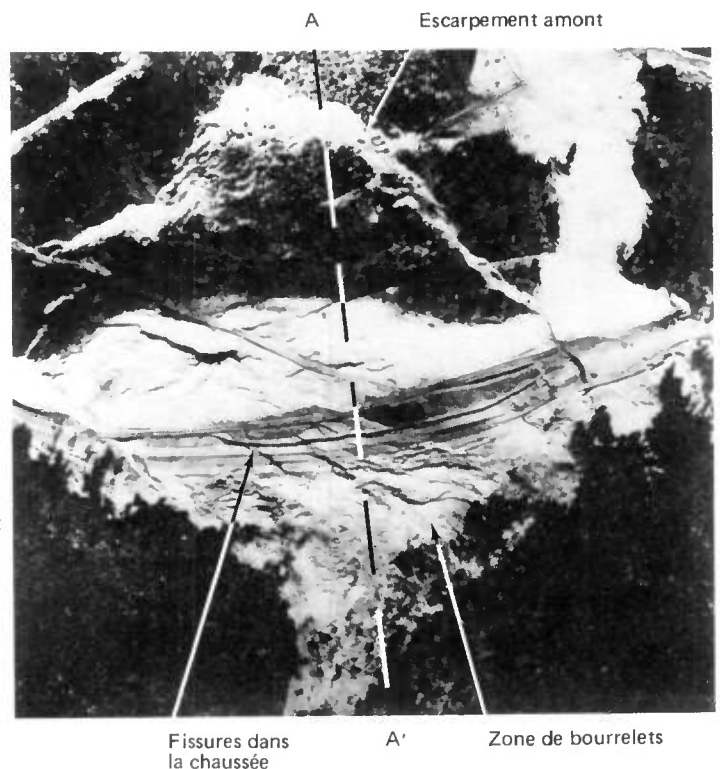
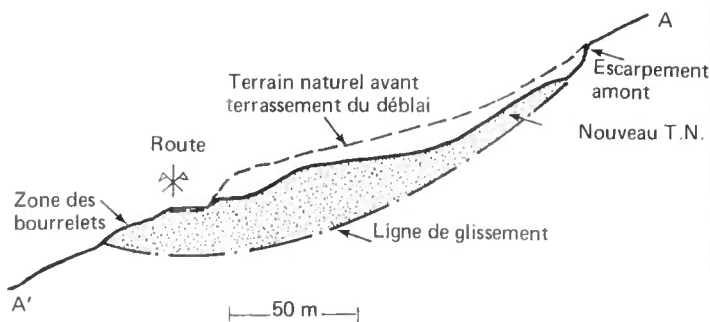
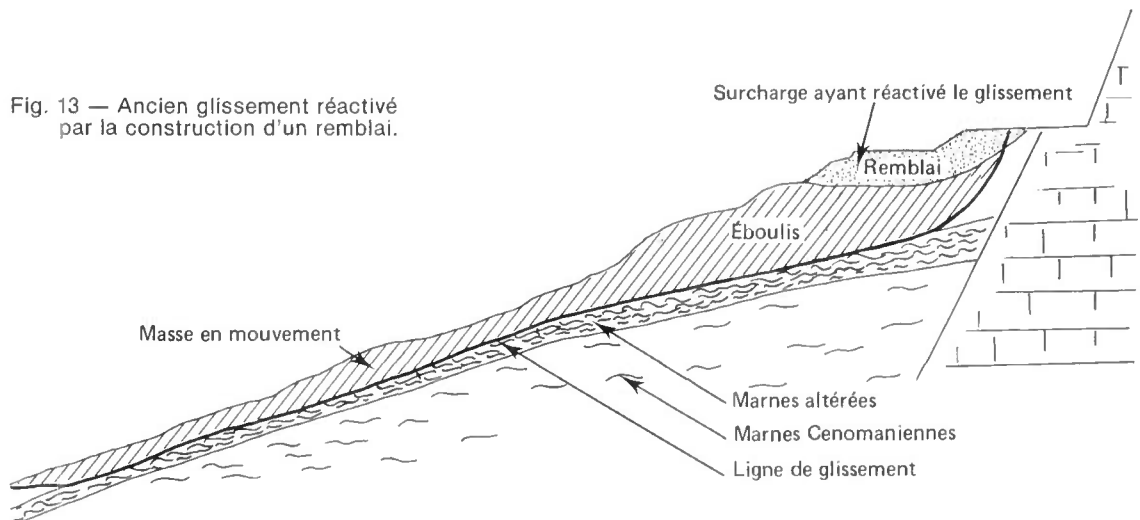


Fig. 13 — Ancien glissement réactivé par la construction d'un remblai.



2.2.3 — Liste des ouvrages à surveiller

D'une manière générale, il est indispensable que tout ouvrage ayant récemment attiré l'attention soit soumis à une surveillance périodique et donc inscrit sur la liste définie dans la première partie de l'instruction.

La surveillance de l'ouvrage englobe ses abords immédiats, ce qui nécessite d'aller au-delà du pied des remblais et de la crête des déblais. Par exemple tout ou partie des abords immédiats de l'ouvrage situés en domaine privé doit faire l'objet d'une convention ou d'une autorisation de pénétrer.

2.3 — ÉTABLISSEMENT DU DOSSIER DE L'OUVRAGE

Si cela n'a pas été fait à la construction, il convient de réunir, parmi les éléments prévus au fascicule 01, tous renseignements pouvant être spécifiques à la nature des matériaux intéressant un ouvrage en terre ou rocheux.

2.3.1 — Sous-dossier 1 : la construction

Il faut recueillir le maximum de renseignements sur les méthodes et conditions d'exécution (notamment la météorologie) et sur les matériaux employés.

D'une manière générale, il est indispensable de porter au dossier d'ouvrage, avec précision, les dispositions géométriques initiales réelles (pentes, hauteurs, épaisseurs...), les matériaux effectivement rencontrés ou mis en œuvre, les dispositions particulières de drainage, de traitement ou de confortement, toute constatation importante (venue d'eau ponctuelle, géologie complexe) faite lors de la construction.

2.3.2 — Sous-dossier 2 : l'état de référence

Dans le sous-dossier 2 « État de référence », deux pièces présentent un intérêt primordial :

— le document de synthèse qui doit être le résultat non seulement d'une compilation des différents renseignements et données disponibles (concernant notamment la géologie du site et l'hydrogéologie), mais aussi d'une réflexion portant à la fois sur les interprétations de mesures et sur les constatations effectuées (notamment lors de la construction). Dans le cas d'un ouvrage existant, pour lequel les renseignements manqueraient sur ce point et qui présenterait des signes de désordres inquiétants, il convient, à l'occasion de la première inspection détaillée, de consulter un géotechnicien ;

— les plans et dessins (vue en plan de l'ensemble de la zone avec mention des ouvrages de drainage et de collecte des eaux, soutènements, masques, etc. ; coupe géotechnique du talus, si possible dans l'axe des mouvements éventuels, et dans les profils les plus critiques) qui doivent être cotés et réalisés à une échelle suffisamment grande pour permettre le report à l'échelle des désordres. Il importe que les échelles, horizontale et verticale, soient identiques pour la coupe.

Ces plans servent de documents de base pour les visites annuelles et les inspections périodiques ou exceptionnelles ultérieures à l'issue desquelles ils doivent être mis à jour.

En outre, les photographies prises en cours de construction puis lors d'événements importants pour la vie de l'ouvrage sont précieuses pour toute intervention ultérieure.

2.3.3 — Sous-dossier 3 : la vie de l'ouvrage

Il faut noter que pour un ouvrage en terre ou rocheux les conditions géométriques, hydrauliques et mécaniques peuvent évoluer au cours du temps et que l'état de référence limité à la simple géométrie du talus n'est pas suffisant (fig. 14). L'état de référence d'un talus doit donc être complété par la connaissance de son comportement durant les premières années : l'utilisation du sous-dossier 3 « Vie de l'ouvrage » est donc particulièrement importante.

S'il existe un rapport d'étude de géotechnique et qu'il comporte des calculs prévisionnels (niveau maximal admissible pour la nappe phréatique par exemple, taux de tassement), il est intéressant de consigner ces résultats sous forme de prévisions d'évolution de l'ouvrage auxquelles on se référera durant la vie de l'ouvrage.

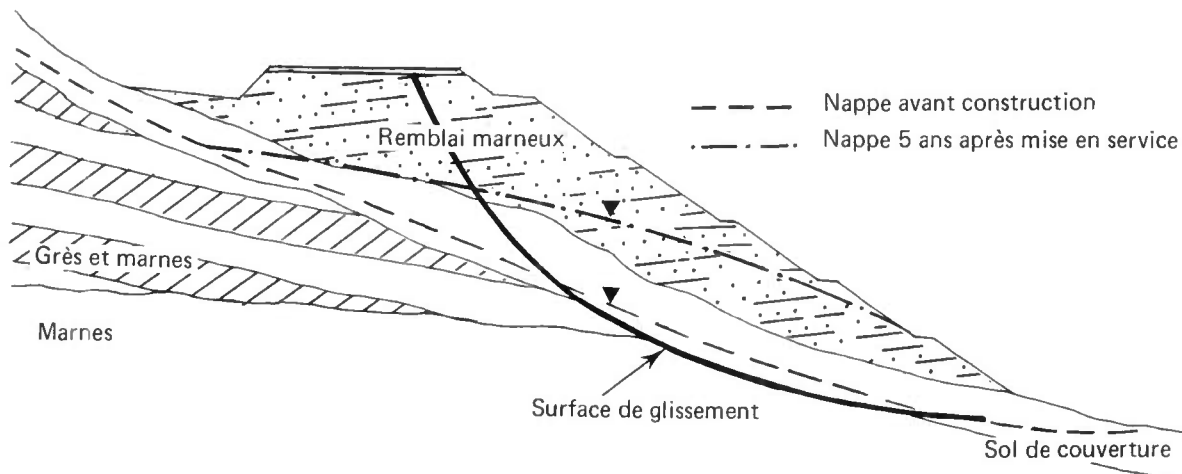


Fig. 14 — Remontée de la nappe dans un remblai ayant progressivement diminué la sécurité du glissement.

CHAPITRE 3

Notions sur les causes et la nature des désordres

Les désordres sur les talus d'ouvrages en terre ou rocheux sont généralement visibles en surface (déplacements importants, fissures) sauf dans les sites à végétation dense. Toutefois, l'apparition de désordres en surface marque l'aboutissement d'un processus de désorganisation interne, donc un stade très avancé de la dégradation de l'ouvrage. Aussi faut-il garder à l'esprit que la rupture se produit essentiellement en profondeur, où elle n'est pas directement visible ; sa détection complète nécessite donc une intervention plus complexe que la simple observation visuelle.

3.1 — LES CAUSES

— Dans les sites *a priori* stables, les désordres observés peuvent avoir de nombreuses origines que l'on peut, dans l'ensemble, classer selon les trois facteurs intéressant l'équilibre :

a) Géométrie

— pente des talus trop importante, hauteur de remblais ou déblais trop forte, l'un et l'autre pouvant résulter de la conception ou de la réalisation ;

— agents extérieurs : de nombreuses actions de l'homme peuvent être particulièrement néfastes pour la tenue des talus : tous travaux en tête de déblais (à une distance de la crête inférieure à environ deux fois la hauteur du talus de déblai), suppression de butées naturelles ou artificielles en pied, et d'une manière générale tous terrassements abusifs au voisinage des ouvrages ou affouillements dus à l'action des eaux et des courants ;

b) Hydraulique

— absence ou insuffisance de systèmes de drainage ou d'évacuation des eaux ;

— drainage préalable (en construction) déficient, notamment au contact entre remblai et terrain naturel ou en crête de talus de déblai ;

— mode de drainage et surtout d'évacuation des eaux mal adapté, sous-dimensionné ou rendu inefficace par des actions extérieures : gel, entretien insuffisant ou impossible (fig. 15) ;

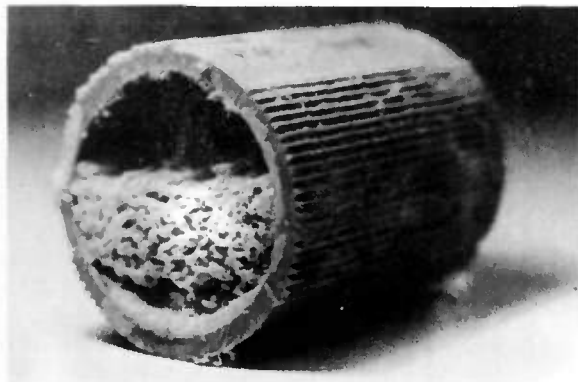


Fig. 15 — Colmatage d'un drain traduisant une insuffisance d'entretien.

— actions externes résultant de l'érosion superficielle, percolation d'eau dans les réseaux de fissures, entraînement de fines, érosion par battillage des talus situés en zones inondables ou au bord de l'eau ;

— actions internes résultant de pressions interstitielles au sein du matériau, à la construction ou après remontée de la nappe (notamment dans les remblais sur pente, insuffisamment drainés au contact entre le remblai et le terrain naturel) ou accumulations d'eau (dus souvent à la mauvaise qualité du matériau ou à une réduction locale des possibilités de circulation de l'eau dans le massif) ;

— actions de la neige et des cycles de gel et de dégel ;

— modifications dans le régime des eaux de surface ;

c) Géologie et géotechnique

— présence de failles ou de zones broyées, de fissures ou microfissures, notamment dans les zones de déblais ;

— substratum en forte pente ;

— présence ponctuelle de couches de caractéristiques particulières ;

— terrain naturel tourmenté avec traces éventuelles d'arrachements, d'anciens talwegs comblés de matériaux glissés ou ayant des caractéristiques médiocres ;

— utilisation de matériaux de remblai inadaptés (caractéristiques mécaniques trop faibles, matériau sensible à l'eau) ;

— compactage ou traitement du sol insuffisants (entre autres près du bord de la plateforme) ;

— utilisation incorrecte ou abusive de l'explosif en l'absence de prédécoupage ; prédécoupage incorrectement réalisé ; purges locales insuffisantes (pour les ouvrages au rocher) ;

— évolution des caractéristiques mécaniques traduisant un vieillissement du matériau dû au fluage ou à des actions physico-chimiques (évolution interne de la structure minéralogique, altérations externes à l'eau ou à l'air, etc) ;

d) Autres causes

— influence du trafic et des charges roulantes (comportement des matériaux sous sollicitations dynamiques) ;

— opérations de déboisement mal conduites sur les talus dont la stabilité superficielle est assurée par la présence de végétaux ; présence néfaste de végétaux dans les fissures des roches ;

— modifications dans les régimes d'exploitation des sols (abandon de cultures, de drainages agricoles, de terrasses...).

— **Dans les sites déjà instables**, viennent s'ajouter aux causes précédentes des conditions caractéristiques des terrains instables qui, dans la plupart des cas, expliquent les ruptures constatées :

— réactivation de mouvements anciens le long de surfaces de rupture préexistantes ;

— présence de terrains de surface résultant de l'action de glissements (éboulis de pentes, argiles glissées...).

De plus, la plupart des causes énumérées dans le cas des sites *a priori* stables sont encore plus critiques dans les sites *a priori* instables, pour lesquels de très légères modifications géométriques ou hydrauliques suffisent pour provoquer des ruptures.

3.2 — NATURE DES DÉSORDRES

Les instabilités de pentes, sauf quand elles sont très superficielles et n'affectent que les matériaux de couverture, se développent essentiellement dans la masse : les manifestations de surface ne traduisent alors que le stade ultime d'un processus de désorganisation interne déjà avancé. Il ne faut donc jamais sous-estimer les possibilités de désordres profonds qui intéressent des volumes importants et nécessitent des moyens de confortement appropriés.

Ces désordres en profondeur se traduisent par des glissements, simples ou complexes, se produisant le plus fréquemment au contact de couches ou de discontinuités. Leur détection nécessite l'emploi de moyens de mesure particuliers (inclinomètres, jauges de déformation...), qui sont du ressort d'un spécialiste. Ne sont donc cités ici que les signes se manifestant en surface.

Il est profitable de distinguer les désordres affectant le talus proprement dit et ceux relevés sur les ouvrages de protection et de drainage et de collecte des eaux. Les manifestations en surface (fig. 16) qui sont assez peu variées (fissures de traction ou de cisaillement, arrachements, affaissement, effondrements, bourrelets, etc.), traduisent divers degrés de désordres. A noter que les causes énumérées précédemment peuvent s'appliquer à tous les types de désordres, et inversement. Ces listes ne sont pas limitatives. De plus, ces désordres interviennent rarement de façon isolée ; il convient donc de les rassembler dans le cadre d'hypothèses vraisemblables sur la ou les causes des mouvements afin d'évaluer leurs conséquences probables à terme.

Fig. 16 — Fissuration de la chaussée traduisant un mouvement du sol en profondeur.



3.2.1 — Sur le talus proprement dit

Les désordres visibles en surface peuvent résulter de phénomènes d'ampleur très diverse qu'il est souhaitable d'identifier au plus tôt :

- mouvements superficiels (érosion, ravinement, chute de blocs...);
- rupture partielle du massif (glissement circulaire bien délimité sur un talus de déblai, affaissement local d'un talus de remblai...);

- mouvement associé à des fissures et des bourrelets ou ruptures progressives se traduisant par des schémas plus complexes : ce type de phénomènes sous-entend en général des volumes importants et une possibilité d'extension progressive des désordres ;
- mouvement ou rupture d'ensemble se traduisant par des déplacements importants, des fissures, des niches d'arrachement et des bourrelets sur de grandes surfaces.

3.2.2 — Sur les ouvrages annexes

Ce type de désordre est lié aux précédents dans la mesure où il peut les provoquer ou en résulter. Il convient de distinguer :

- les désordres sur les ouvrages de drainage et de recueil des eaux ; fissuration ou rupture de fossés, de descentes d'eau, de tranchées drainantes, de drains ou systèmes de liaisons entre drains... ; bouchage ou colmatage de ces mêmes ouvrages ; d'une manière générale, tout désordre susceptible de provoquer une réinfiltration de l'eau dans le talus qui constituerait un cheminement non contrôlé des eaux et donc dangereux pour l'ouvrage ;
- les désordres sur ouvrages de soutènement : se référer aux dispositifs du fascicule 51 (fig. 17) ;
- les désordres sur ouvrages de protection de la route et des usagers : se référer aux dispositions du fascicule 53 ;
- les désordres sur les protections superficielles de talus : ruine par dislocation, glissements, disparition de perrés, d'engazonnements de stabilisation, de fascines, de tapis artificiels, etc.



Fig. 17 — Désordres sur un mur de soutènement soumis à l'action d'un glissement de terrain.

CHAPITRE 4

Surveillance

La surveillance des talus et de leur zone d'influence doit s'effectuer en fonction du type d'ouvrage ainsi que le précise le paragraphe 2.2 *Classification et conditions particulières de surveillance des différents types de talus*.

D'une manière générale, il ne faut pas se contenter d'un examen dans les limites d'emprise, mais chercher à définir l'enveloppe des mouvements ou désordres. Cette enveloppe doit au moins inclure les systèmes de confortement, de drainage et d'évacuation des eaux (tranchées drainantes ou caniveaux en tête de déblais, par exemple) ; dans certains cas elle est imposée par la configuration du site (cf. paragraphe 2.2 ; exemple : examen jusqu'à une distance 2 H en arrière de déblais de hauteur H).

Il est possible de s'inspirer avec profit de l'expérience acquise dans le domaine de la cartographie des risques en se référant aux documents du Groupe d'étude des falaises cités en référence dans l'Annexe 1.

Les visites et inspections doivent avoir lieu, de préférence, à des époques de l'année qui permettent de contrôler l'efficacité des systèmes de drainage, de juger de l'éventuelle présence d'eau dans les talus et d'accéder facilement sur le site (la végétation abondante de printemps peut, par exemple, masquer des fissures ; les périodes de gel-dégel sont importantes pour les talus rocheux).

4.1 — SURVEILLANCE CONTINUE

L'état de référence d'un ouvrage en terre ou rocheux étant susceptible d'évolution (cf. paragraphe 2.3), l'opération la plus importante est la surveillance continue qui doit, de préférence, être effectuée par une seule et même personne apte à noter toute évolution au cours de la vie de l'ouvrage. En contre-partie, il est indispensable que cette personne prenne note de toutes les constatations réalisées sous peine de perdre l'information au départ de l'agent.

La surveillance continue doit concerner aussi bien la plate-forme (chaussée, caniveaux, dispositifs de retenue) que les talus de l'ouvrage (remblai ou déblai) et ses abords immédiats (terrains dominants ou dominés, systèmes de drainage et d'évacuation des eaux, ouvrages annexes).

4.2 — VISITE ANNUELLE

4.2.1 — Préparation

Outre ce qui est prévu au fascicule 02, l'équipe chargée de la visite annuelle doit commencer sa visite par :

— une vérification ou une mise à jour (voire un complément) des plans du site en fonction des événements intervenus depuis la dernière visite ou inspection (notamment : travaux, fouilles, modification du couvert végétal, tirs d'explosifs...)

— un relevé des conditions météorologiques faisant mention des principaux événements pluviométriques ayant précédé la visite (période pluvieuse, sécheresse, enneigement, avalanches, etc).

Les photos aériennes de la zone ainsi que les éléments de cartographies spécifiques à la zone, si elles existent, sont également utiles.

4.2.2 — Points à examiner

La visite doit comporter un examen visuel de l'ensemble du site, et plus particulièrement des points suivants :

- *sur la plate-forme*

- état du revêtement (présence de fissures éventuellement associées à des décrochements verticaux, etc) ;

- flaches ou déformations importantes au niveau de la chaussée ou, si elles existent, déformations des dispositifs de retenue ;

- état des caniveaux, regards... ;

- présence de pierres ;

- état des éléments normalement verticaux (poteaux).

- *en dehors de la plate-forme*

Cela concerne les talus des ouvrages (déblais, remblais) mais également leurs abords. On s'intéresse particulièrement à :

- l'état général du talus en précisant plus particulièrement l'état et le type de la végétation ou de la protection superficielle, la présence de ravinements, de sources ou traces



Fig. 18 — Plot pour la surveillance des mouvements profonds et de surface, équipé d'un capot de protection.

d'écoulements, de zones humides ou écoulements intempestifs, de signes d'altération, de fissures, de décrochements, de bombements de la surface, de bourrelets, la présence et l'évolution éventuelle de blocs instables, de zones d'arrachements récents, l'évolution des roches à l'affleurement ;

— l'état des systèmes de drainage et de collecte des eaux, leur efficacité apparente, ainsi que la présence de colmatages ou de matériaux entraînés. Il convient de vérifier qu'ils ne sont pas cassés, que les exutoires remplissent leur rôle et fonctionnent correctement. Cela concerne notamment les fossés et caniveaux, les tranchées drainantes et leurs regards de visite, les puits, les drains subhorizontaux ou tout système particulier (pompes immergées par exemple).

Il est intéressant de noter qu'une diminution de l'efficacité d'un système de drains ne se traduit pas nécessairement par une baisse du débit, mais qu'il faut plutôt comparer l'évolution des débits avec les niveaux de nappe et la pluviométrie ;

— l'état des systèmes de protection (filets détecteurs ou pièges à cailloux par exemple) associés au talus (font l'objet des fascicules 51 et 53) ;

— l'état de fonctionnement apparent, l'accessibilité et la protection contre le vandalisme des instruments de surveillance éventuellement mis en place (plots topographiques ou topométriques, embases de nivelles, systèmes de surveillance d'ouverture des fissures, piézomètres, inclinomètres...) (fig. 18).

D'une manière générale, toute modification intervenue depuis la dernière visite ou inspection doit être mentionnée et signalée s'il apparaît qu'elle peut avoir une influence sur la tenue du talus (par exemple : constructions ou chargements en tête de talus, terrassements en pied, etc.).

S'il apparaît que des désordres nouveaux affectent l'ouvrage, il importe de noter leur influence possible sur la tenue de la voie d'une part (risques d'effondrements, de recouvrements, de chutes de blocs...) et sur les autres ouvrages éventuellement présents sur la zone d'autre part (bâtiment en tête de déblai ou sous un grand remblai, pont franchissant un déblai instable, autre ouvrage en terre, etc.).

Pour plus de précisions, il doit être fait appel à un spécialiste pour procéder, s'il y a lieu, à l'interprétation des désordres.

La visite annuelle est conclue par l'établissement d'un procès-verbal d'un modèle fourni en Annexe 3.

4.3 — INSPECTION DÉTAILLÉE

Ainsi que le précise la première partie de l'instruction, l'inspection détaillée est conduite par un agent qualifié du niveau d'ingénieur ayant obligatoirement reçu une formation spécialisée. Si l'ouvrage est particulièrement sensible, qu'il a été récemment l'objet de confortements importants ou qu'il met en jeu la sécurité de la voie ou d'autres ouvrages, l'inspection peut être confiée à une équipe de spécialistes en géotechnique.

L'inspection détaillée porte essentiellement sur les mêmes points que la visite annuelle, mais la zone d'investigations est étendue et les constatations sont plus approfondies. De plus, les résultats des suivis et des mesures sur les instruments de surveillance éventuellement en place (piézomètres, plots de topométrie, nivelles, inclinomètres...) sont interprétés.

Une note de synthèse est rédigée afin de classer les désordres ou anomalies éventuels en fonction d'une analyse des causes possibles ; cette note justifie les propositions éventuelles d'actions complémentaires d'investigations ou de surveillance, ou de travaux de confortement ou de réparation à envisager avec leur degré d'urgence.

4.4 — SURVEILLANCE RENFORCÉE ET HAUTE SURVEILLANCE

Quand l'état de l'ouvrage le justifie, la première partie de l'instruction prévoit la mise en place d'une surveillance renforcée, ou dans certains cas d'une haute surveillance (cf. paragraphe 2.4.2).

La surveillance renforcée et la haute surveillance des ouvrages en terre ou rocheux s'effectue essentiellement suivant les dispositions définies au fascicule 03.

Toutefois, la méthodologie actuelle pour ce type d'ouvrage veut que les moyens techniques soient quasiment les mêmes dans les deux cas.

En effet, dès que les désordres apparaissent sur un ouvrage en terre, ce sont la mesure des déplacements et la détection des surfaces de ruptures qui permettent le meilleur suivi de l'état de stabilité. La surveillance des autres facteurs importants comme la piézométrie reste utile pour l'étude de stabilité, mais reste délicate d'emploi pour tester rapidement les réactions de l'ouvrage et définir des seuils d'alerte avant rupture. Il convient donc de mettre en place, plus ou moins progressivement suivant la nature et la gravité des désordres, différents dispositifs (cf. Annexe 2 du fascicule 03) :

- nivelles (qui permettent de suivre l'évolution dans le temps des rotations de surface) ;
- repères topométriques (bien connus mais surtout utiles pour les grands mouvements) ;
- tubes inclinométriques (qui permettent de restituer les déformations du sol et qui sont indispensables pour détecter l'extension des désordres en profondeur).

Les talus rocheux peuvent en outre être équipés de matériel plus spécifique :

- mires à vernier ;
- extensomètres et capteurs de déplacements ;
- boulons extensométriques ;
- téléniveaux ;
- sondes sonores.

Ces dispositifs peuvent être conçus et installés à des fins de télémessure et d'alarme.

CHAPITRE 5

Entretien et réparations

5.1 — ENTRETIEN COURANT

Il est souhaitable que l'entretien courant soit au moins conjugué avec la surveillance continue, et en tout cas ne soit pas dissocié des constatations faites à l'occasion des visites annuelles quand il en est prévu. Ces interventions, qui n'exigent que peu de moyens et de technicité, doivent permettre de maintenir tous les dispositifs (drainage, etc.) en état afin d'éviter d'être contraint, à terme, à des réparations toujours lourdes et onéreuses.

Ces opérations doivent donc porter essentiellement sur :

- le maintien en état de fonctionnement des fossés, caniveaux, tranchées drainantes, regards de visite, puits, drains, etc.,
- le maintien en l'état initial des systèmes de protection et ouvrages de soutènement associés aux talus,
- l'entretien de l'état de surface des talus (en cas de ravinements par exemple),
- le maintien en état d'accessibilité et de fonctionnement des instruments de surveillance.

Il est nécessaire de conserver une trace écrite de certains travaux d'entretien courant quand elle peut être utile à l'analyse de désordres ultérieurs : par exemple, la vidange des pièges à cailloux et des filets protecteurs au rocher doit faire l'objet d'une indication sur le volume de roches concernées.

Certaines interventions apparemment simples ne doivent toutefois pas être entreprises sans réflexion sur les conséquences qu'elles peuvent entraîner (par exemple, le débroussaillage ou le désherbage est une opération simple qui, sur un talus non rocheux, doit être menée de manière à ne pas risquer de conséquences pouvant être catastrophiques).

5.2 — TRAVAUX D'ENTRETIEN SPÉCIALISÉ - RÉPARATIONS

L'entretien spécialisé n'existe pas vraiment pour les ouvrages en terre ou rocheux. Quand l'entretien courant n'est plus suffisant, il faut recourir aux dispositifs de protection et/ou de détection qui peuvent d'ailleurs devenir définitifs. Cette phase est généralement suivie par des réparations plus fréquemment appelées confortements qui, dans les cas délicats, nécessitent l'intervention d'un spécialiste.

Dans les cas où les causes et la nature des désordres sont évidentes (ravinements, ruptures superficielles ou très localisées...) le confortement peut être réalisé sans étude particulière, sous réserve de respecter quelques règles de l'art : ne pas surcharger en tête, ne pas décharger ni dégager en pied, contribuer à un meilleur drainage, employer des matériaux frottants et drainants comme matériau de substitution, traiter à une profondeur suffisante, réaliser des confortements à l'échelle de la masse en mouvement, ne pas surcharger les versants instables...

Si les causes ou l'extension exacte des mouvements (notamment en profondeur) ne sont pas parfaitement connues ou que la configuration du site est critique (ouvrage sur versant, ouvrage de grande hauteur, présence de constructions...), il importe de faire procéder à une étude préalable permettant d'avoir une meilleure connaissance de l'ouvrage et de la cinématique des mouvements.

C'est à cette condition que la nature du confortement et son dimensionnement peuvent être recherchés avec toutes les chances de succès. Ce type d'études comprend généralement :

- une étude géologique à base de sondages et d'essais en place, destinée à préciser la succession, la nature et les caractéristiques des terrains rencontrés et, si possible, la géométrie des masses concernées par les mouvements ;
- la pose d'instruments de mesure et de suivi des déplacements (inclinomètres pour la détection des ruptures en profondeur, topographie et topométrie, extensomètres, nivelles pour le suivi des mouvements de surface) ;
- une étude des conditions hydrauliques (pose de piézomètres, examen de la pluviosité, des débits de drains, etc.) ;
- une phase d'essais en laboratoire destinée à déterminer les caractéristiques géotechniques des terrains ;
- une analyse de stabilité destinée à préciser les conditions de la rupture observée, et à quantifier l'amélioration de stabilité apportée par diverses solutions de confortement envisageables ;
- le choix d'un confortement adapté.

Les confortements sont différents d'un site à l'autre et il n'est pas possible d'en dresser une liste exhaustive ; ils entrent en général dans les catégories suivantes :

- confortement hydraulique (drains subhorizontaux, tranchée drainante, éperons, masque drainant, puits, pompage, etc.) ;
- confortement géométrique (reprofilage du talus, création de risbermes, de redans, etc.) ;
- confortement mécanique (soutènement, ancrages, butée, banquettes, pieux, barrettes, etc.) ;
- amélioration des propriétés mécaniques des terrains (injections, pilonnage, substitutions locales, etc.).

Afin de contrôler l'efficacité d'un confortement, la surveillance est souvent renforcée dès l'apparition des désordres, puis pendant et immédiatement après les travaux ou dès la première saison pluvieuse suivant les travaux.

La qualification technique des entreprises est un atout majeur de réussite.

Annexes

ANNEXE 1

DOCUMENTATION - BIBLIOGRAPHIE

Les références bibliographiques qui suivent sont volontairement limitées à des ouvrages que l'on peut se procurer sans peine et qui sont considérés comme des documents de synthèse.

Il existe très peu de références spécifiques à la surveillance des talus ; des articles rédigés *en français* sur ce sujet sont cités ci-dessous.

• Ouvrages généraux (Mécanique des sols ou des roches)

- COSTET J. et SANGLERAT G. (1975), Cours pratique de mécanique des sols, 2^e édition, Dunod, Paris.
- FOURMAINTRAUX D. et PANET M. (1976), La mécanique des roches appliquée aux ouvrages de génie civil, édité pour l'ENPC, Paris.
- HABIB P. (1973), Précis de géotechnique, Dunod, Paris.
- LEGRAND J. et PILOT G. (1977), Cours de mécanique des sols de l'ENPC, Enseignement spécialisé n° 14, Paris.
- SCHLOSSER F. (1966), Cours de mécanique des sols de l'ENTPE, Paris.

• Documents spécifiques aux talus

- *Stabilité des talus : Versants naturels* (1976). Bull. liaison Labo. P. et Ch., spécial 1, Paris.
- *Stabilité des talus : Déblais et remblais* (1976), Bull. liaison Labo. P. et Ch., spécial 2, Paris.
- *Eboulements et chutes de pierres sur les routes : *Méthode de cartographie, **Recensement des parades*, Groupe d'Etudes des Falaises (1978), Rapp. recherche LPC, 80 et 81. Paris.
- ARNOULD M. (1977), *Risques géologiques : assurance et aspects légaux et techniques*, Bull. liaison Labo. P. et Ch. 87, janv.-févr. Paris.
- PILOT G. (1975), *La stabilité des pentes*, Techniques de l'ingénieur, Fascicule C 254, Paris.

• Articles spécifiques à la surveillance des talus

- CARTIER G., PINCENT B., PILOT G. et VERRIER G. (1981), *Glissements de talus ferroviaires : surveillance et prévention*, 10^e Congrès international de mécanique des sols (3), p. 381-384, Stockholm.
- PILOT G., PINCENT G., CARTIER G. et BLONDEAU F. (1978), *Mesure des déplacements et confortement des glissements de remblais sur versants*, 7^e Conférence européenne de mécanique des sols (3), p. 253-260, Brighton.
- PINCENT B. et BLONDEAU F. (1978), *Détection et suivi des glissements de terrain*, 3^e Congrès international de géologie de l'ingénieur (I), p. 252-266, Madrid.
- PINCENT B., CARTIER G. et PILOT G. (1983), *Mesure en place des mouvements de versants naturels*, Symposium international de Paris, Bulletin n° 26/27 de l'AIGI⁽¹⁾, p. 107-111.

⁽¹⁾ AIGI : Association internationale de géologie de l'ingénieur.

ANNEXE 2

MODÈLE DE DOCUMENT SIGNALÉTIQUE DES DÉBLAIS ET REMBLAIS

Indication du Service

DÉBLAI OU REMBLAI DE

DOCUMENT SIGNALÉTIQUE

- Date de mise à jour :
- Nombre de pages :

1 — IDENTIFICATION

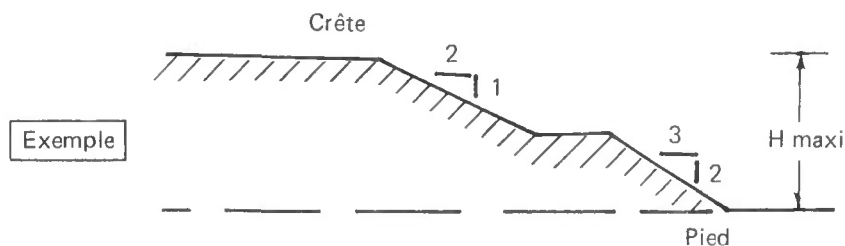
Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

- Maître d'ouvrage (avec référence aux actes administratifs) :
- Service gestionnaire (arrondissement et subdivision) :
- Permissionnaires et occupants de voirie (avec références aux permissions de voirie et autres actes administratifs) :

Nota : Le modèle donné dans cette annexe est détaillé de manière à couvrir l'ensemble des cas d'ouvrages en terre ou rocheux susceptibles d'être affectés d'instabilités ou de glissements.

2 — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

- Type d'ouvrage (remblai ou déblai, sur terrain plat ou sur versant, versant naturel, digue...):
- Nature prédominante des matériaux (rocher, sol, matériau artificiel):
- Longueur (parallèlement à la voie):
- Hauteur maximale (différence d'altitude entre crête et pied): préciser si cette hauteur est très ponctuelle:
- Pentés transversales des talus:



- Profil en long de la crête (élévation):
- Ouvrages associés (ponts, buses, murs, etc.):
- Autres structures voisines (bâtiments en tête de talus par exemple):
- Caractéristiques de la voie concernée:
 - largeur roulable:
 - nombre de voies de circulation:
 - trottoirs:
 - restrictions de circulation:
 - date de la décision:
 - limitation de gabarits (en largeur et tirant d'air, avec dates des décisions correspondantes):
- Autres voies concernées (routière ou ferrée): décrire et préciser à quel titre elles sont concernées

Joindre au document des schémas cotés et des photographies précisant:

- la situation en plan de la zone d'influence avec indications des dispositifs de drainage et de confortement,
- des profils en travers, dans cette zone, montrant clairement:
 - la position de l'ouvrage dans le contexte morphologique (la présence d'un versant, par exemple, doit clairement apparaître),
 - les pentes et dimensions transversales de l'ouvrage,
 - la position de la voie,
 - la position du terrain naturel avant travaux,
 - la position des systèmes de drainage et de recueil des eaux,
 - la position des ouvrages de soutènement et de protection,
 - si elle est connue, la coupe géologique et géotechnique ainsi que des indications sur le régime hydraulique.

Si une partie importante de l'ouvrage (butée de pied, par exemple) est en terrain privé, il est indispensable de le signaler.

- Existence ou non dans le dossier d'ouvrage d'un plan de détournement (dans la négative, préciser si une déviation de la voie est envisageable et comment).

3 — CONCEPTION ET CONSTRUCTION

3.1 — Date de construction:

3.2 — Environnement et contexte géologique

— Morphologie et géologie:

- description du contexte morphologique et géologique de l'ouvrage avec indications sur:
 - géométrie du site avant travaux, morphologie de la zone de l'ouvrage, présence de talwegs de surface ou du substratum;
 - présence d'hétérogénéités, de failles, de diaclases, de fissures, de couches « savon », de poches perméables, de galeries d'effondrement ou de karsts, de zones plastiques, de surfaces de rupture préexistantes, de fragilités particulières;
 - désordres présents près de l'ouvrage ou sur la zone de l'ouvrage avant construction: dates, type, superficie, causes supposées, observations faites, mesures confortatives réalisées, efficacité...

- références à la documentation disponible :
 - numéro des cartes géologiques,
 - numéro des cartes topographiques,
 - numéro des photographies de la couverture aérienne,
 - référence des sondages existants (à joindre éventuellement),
 - références sur le classement d'archives intéressant le site (articles, enquêtes sur place, archives SNCF-EDF),
 - références des études géotechniques préliminaires (APS).
- Hydrogéologie :
 - station météorologique de référence,
 - précipitations annuelles,
 - situation de l'ouvrage vis-à-vis de la nappe :
Indications sur la géométrie des terrains aquifères, les fluctuations de la nappe ou le régime hydraulique, les caractéristiques du bassin versant,
 - exutoires utilisés ou utilisables,
 - présence de sources (anciennes, pérennes ou non, nouvellement apparues ou tarées).
- Géotechnique :
 - références des essais *in situ* ou en laboratoire,
 - références des études de stabilité réalisées pour l'ouvrage ou aux abords,
 - renseignements complémentaires non fournis en 3.3.

3.3 — Construction

- Service constructeur :
- Entreprise(s) ayant participé à la construction :
- Nature(s) et origine(s) des matériaux employés (remblais) :
- Nature(s) des matériaux rencontrés (déblais, purges...) :
- Mode de construction :
 - pour les ouvrages en terre indiquer :
 - notamment les phases, les modes de terrassement et de compactage, les traitements,
 - pour les ouvrages rocheux indiquer :
 - le mode de terrassement (décapage, défonçage, minage avec plans de tir et résultats),
 - observations des matériaux (granulométrie, gros blocs, altérabilité),
 - réalisation des talus (prédécoupage, post-abattage, réglage, purges...),
- Synthèse des hypothèses de calcul après confrontation aux observations réelles :
- Constatations sur la stabilité :
- Incidents lors de la construction et solutions apportées :
- Systèmes de drainage (description, emplacements) :
- Systèmes de confortement particuliers (description, emplacements) :
- Systèmes de protection du talus (description, emplacements) :
- Réseaux divers (nature, emplacements) :
- Dispositifs particuliers de surveillance (nature, emplacements) :

4 — VIE DE L'OUVRAGE

Pour chacune des rubriques : énumération, descriptions succinctes et références au dossier d'ouvrage.

- Particularités signalées dans le document de synthèse des pièces du dossier et de l'état de référence :
- Etudes, essais, reconnaissances, auscultations :
- Constatation(s) des désordres
(date, nature, localisation et évolution(s) éventuelle(s)) :
- Entretien spécialisé et travaux de réparations
(date, nature, localisation et évolution(s) éventuelle(s)) :
- Modifications
(élargissements, engraissements, rescindements...)
- Points particuliers
(fréquence des visites, fréquence des relevés topométriques, inclinométriques, piézométriques et autres).

ANNEXE 3

MODÈLE DE PROCÈS-VERBAL DE VISITE ANNUELLE DES DÉBLAIS ET REMBLAIS

Indication du service

Numéro d'identification de l'ouvrage :

Date du procès-verbal :

Feuillet n°

PROCÈS-VERBAL DE VISITE ANNUELLE N°

Le présent procès-verbal comprend feuillets. Chaque feuillet doit comporter le numéro d'identification de l'ouvrage et la date du procès-verbal.

1 — IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

2 — VIE DE L'OUVRAGE

2.1 — Documents de référence

- Date de la précédente visite annuelle :
- Date de la dernière inspection détaillée :
- Date des dernières vérifications réglementaires concernant les ouvrages des occupants du domaine public :
- Date de la dernière mise à jour du document signalétique :
- Date des dernières vérifications des installations mécaniques, électriques ou électromagnétiques existant sur l'ouvrage (le cas échéant) :

2.2 — Constatafions et faits intervenus depuis la dernière action de surveillance

- Description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage.

2.3 — Interventions d'entretien ou de réparations effectuées depuis la dernière action de surveillance

— Description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage :

2.4 — Campagne(s) de mesures et essais divers effectués depuis la dernière action de surveillance

— Description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage :

2.5 — Modifications intervenues dans la zone d'influence

3 — CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA VISITE

3.1 — Date de la visite :

3.2 — Équipe de visite

(noms et fonctions) :

3.3 — Autres participants à la visite

(noms et fonctions) :

3.4 — Moyens mis en œuvre :

3.5 — Conditions atmosphériques

(température, précipitations des mois écoulés) :

3.6 — Conditions particulières

(difficultés, incidents) :

4 — CONSTATATIONS

Chaque constatation doit être localisée, décrite et faire l'objet, si possible, de renseignements chiffrés (largeur, longueur, surface, volume, ouverture, profondeur, épaisseur...), de photographies et de dessins.

4.1 — Voie concernée

4.1.1 — Étendue de la zone des désordres éventuels :

4.1.2 — État du revêtement, vérification du bon écoulement des eaux de ruissellement :

- fissures, décrochements, flaches, points bas, défauts particuliers (nature des désordres et évolutions depuis la dernière action de surveillance) :

alignement, déversement, déplacement des bordures et des dispositifs de retenue :

4.2 — Abords immédiats

4.2.1 — Étendue de la zone visitée

4.2.2 — Stabilité apparente des versants

- arrachements, affaissements, effondrements, blocs détachés
- bourrelets, gonflements...
- altérations, etc.

4.2.3 — Venues d'eau éventuelles (générales en surface, localisées en sources anciennes, nouvelles ou taries)

4.2.4 — État des cours d'eau (crues, étiages, sécheresses)

4.2.5 — Effet apparent des cours d'eau (batillage, affouillements...)

4.2.6. — Fonctionnement des dispositifs d'évacuation des eaux des fonds supérieurs

4.2.7 — État des dispositifs de confortement et de protection superficielle des talus

4.2.8 — Travaux divers réalisés aux abords (terrassements, pose de canalisations diverses, ouverture de carrières...)

4.2.9 — Constatations diverses (déplacements ou inclinaisons anormales d'arbres, de poteaux, dépôts divers, évolution de la végétation, des cultures et des drainages agricoles...).

4.3 — Talus de l'ouvrage

4.3.1 — Stabilité apparente :

- déformations
- fissures, failles, diaclases, hétérogénéités
- arrachements, affaissements, tassements, effondrements, basculements, blocs détachés
- bourrelets, gonflements
- altérations, érosions, entraînements de matériaux

4.3.2 — Évolution des matériaux

4.3.3 — Venues d'eau (surface, sources), circulations d'eau, infiltrations, etc.

4.3.4 — Travaux divers réalisés (terrassements, pose de canalisation)

4.3.5 — Constatations diverses (déplacements ou inclinaisons anormales d'arbres, de poteaux, dépôts divers, évolution de la végétation)

4.4 — Dispositifs de drainage et d'évacuation des eaux (1)

4.4.1 — Colmatages, entraînements d'éléments fins, traces diverses aux débouchés, débits estimés (fort, faible) (2)

4.4.2 — Fonctionnement des dispositifs de captage et de drainage des eaux

- tranchées ou parois drainantes
- éperons ou masques
- puits, galeries
- drains (généralement subhorizontaux),

4.4.3 — Fonctionnement des dispositifs d'évacuation des eaux :

- caniveaux et fossés
- barbicanes
- canalisations diverses, regards...

4.4.4 — Fonctionnement des éventuels équipements mécaniques ou électromécaniques d'évacuation des eaux (clapets, pompes, systèmes de vidange)

4.5 — Équipements de la voie concernée

(Pour mémoire, le cas échéant).

4.6 — Ouvrages annexes, de protection et de soutènement

Se référer aux fascicules 53 et 51

4.7 — Dispositifs en place

- Relevé des dispositifs de mesure sur les plans de l'ouvrage à partir des relevés existant dans le dossier d'ouvrage,
- Vérification du fonctionnement des appareils de mesure et relevés éventuels des dispositifs simples (piézométrie, ouverture de fissures, débits...)

4.8 — Remarques diverses ou générales

Par exemple influence possible des désordres nouvellement constatés sur la tenue de la voie ou sur d'autres ouvrages ou constructions.

(1) Il est rappelé l'importance primordiale des drainages sur la tenue des ouvrages en terre ou rocheux. A cet effet, *il est souhaitable de profiter d'une des opérations de curage général des systèmes de drainage et d'évacuation des eaux pour effectuer la visite annuelle.*

(2) L'efficacité *réelle* des systèmes de drainage (au-delà de l'efficacité jugée sur les débits recueillis) ne peut être vérifiée que par des mesures de piézométrie qu'il convient de réaliser si l'ouvrage a été l'objet de confortements par drainage récents ou est particulièrement sensible.

5 — CONCLUSIONS

5.1 — Observations, suggestions et avis éventuels :

Signature de l'Agent ayant conduit la visite annuelle, et date :

5.2 — Observations du subdivisionnaire comportant (1) :

- Avis sur l'état de l'ouvrage
- Indication des suites données ou qu'il propose de donner à la visite annuelle
- Décisions prises concernant l'entretien courant
- Propositions de visite complémentaire
- Propositions d'inspection détaillée exceptionnelle
- Autres propositions

Signature du Subdivisionnaire, et date :

5.3 — Visa et instructions de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion au Subdivisionnaire

Signature de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion, et date :

(1) Les avis, propositions et instructions peuvent faire l'objet d'annexes détaillées.

ANNEXE 4

CADRE DE PROCÈS-VERBAL D'INSPECTION DÉTAILLÉE PÉRIODIQUE

Ce cadre ne s'applique qu'aux inspections détaillées périodiques, à l'exclusion des autres types d'inspection pour lesquelles l'agent conduisant la visite peut, en fonction du but recherché et des constatations effectuées, adapter et modifier le présent cadre.

L'inspection détaillée périodique valant visite annuelle, l'énumération des points à examiner, explicitée dans le modèle de procès-verbal de la visite annuelle, n'a pas été reprise dans les rubriques correspondantes de l'inspection détaillée périodique, si elle ne comportait pas de modification.

Indication du Service

Numéro d'identification de l'ouvrage :
Date du procès-verbal :
Feuillet n° :

PROCÈS-VERBAL D'INSPECTION DÉTAILLÉE N°

Le présent procès-verbal comprend feuillets. Chaque feuillet doit comporter le numéro d'identification de l'ouvrage et la date du procès-verbal.

1 — IDENTIFICATION DE L'OUVRAGE

Numéro d'identification :		
Département	Voie(s) concernée(s)	P.R. (ou P.K.) origine
Nature et nom de l'ouvrage		Commune(s)

2 — CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Vues en plan, profils en travers avec les cotes principales et l'indication des différentes zones, objets de l'inspection détaillée.

- Dessins particuliers et schémas
- Photographies.

3 — VIE DE L'OUVRAGE

3.1 — Documents de référence

- Date de la construction de l'ouvrage :
- Date de la dernière inspection détaillée :
- Date(s) et nature(s) des actions de surveillance effectuées depuis la précédente inspection détaillée.
- Date(s) des dernières vérifications réglementaires concernant les occupants du domaine public des ouvrages :
- Date et nature de la dernière intervention sur la zone d'influence de l'ouvrage :
- Date et nature des dernières vérifications des équipements spécialisés (mécaniques, électriques...) :
- Date de la dernière mise à jour du document signalétique :
- Date de la dernière mise à jour des plans d'inspection de l'ouvrage :

3.2 — Constatations et faits intervenus depuis

la dernière inspection détaillée (description(s), date(s), référence(s) au dossier d'ouvrage, interprétation dans le cadre de l'évolution générale de l'ouvrage) :

3.3 — Travaux d'entretien courant, spécialisé ou de réparation effectués depuis

la dernière inspection (description(s), date(s), référence(s), au dossier d'ouvrage, jugement sur l'efficacité et la pérennité de ces actions dans le cadre de l'évolution générale de l'ouvrage) :

3.4 — Campagne(s) de mesures et essais divers effectués depuis

la dernière inspection détaillée (description(s), date(s), référence(s), au dossier d'ouvrage, interprétation dans le cadre de l'évolution générale de l'ouvrage) :

3.5 — Évolution de l'ouvrage avant inspection :

- Analyse tenant compte des indications et orientations du document de synthèse du dossier d'ouvrage (sous-dossier n° 2) et des procès-verbaux précédents :

4 — CONDITIONS GÉNÉRALES DE L'INSPECTION

4.1 — Date de l'inspection :

4.2 — Inspection conduite par⁽¹⁾ :

4.3 — Autres participants⁽¹⁾ :

4.4 — Moyens mis en œuvre

(accès, signalisation, nacelle, autres matériels)

4.5 — Conditions atmosphériques

(température, précipitations du mois écoulé...)

4.6 — Conditions particulières

(difficultés, incidents...)

5 — CONSTATATIONS

6 — MESURES, ESSAIS, RECONNAISSANCES EFFECTUÉS

7 — DOCUMENTS GRAPHIQUES, SCHÉMAS, PHOTOGRAPHIES

8 — INTERPRÉTATION DÉTAILLÉE DE TOUTES LES OBSERVATIONS EFFECTUÉES

9 — CONCLUSIONS

9.1 — Appréciation sur l'état de l'ouvrage et son évolution :

(1) Préciser les noms et fonctions des agents.

9,2 -- Propositions de modification ou de mise à jour

- du document signalétique
- du dossier d'ouvrage

9.3 -- Suggestions concernant les travaux d'entretien courant avec éventuellement un ordre de priorité :
• *dans le cas de désordres importants :*

9.4 -- Propositions d'actions complémentaires de surveillance ou d'investigations :

9.5 -- Suggestions concernant les études, les travaux d'entretien spécialisé et les réparations s'avérant nécessaires ou souhaitables avec éventuellement un ordre de priorité.

Signature de l'Agent ayant conduit l'inspection détaillée, et date :

9.6 -- Observations du Subdivisionnaire comportant (1) :

- Avis sur l'état de l'ouvrage :
- Indication des suites données ou qu'il propose de donner à l'inspection détaillée :
- Décisions prises concernant l'entretien courant :
- Propositions d'entretien spécialisé :
- Propositions d'investigations complémentaires d'études et de réparations :
- Autres propositions (limitation du trafic...)

Signature du Subdivisionnaire, et date :

9.7 -- Visa et instructions de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion au Subdivisionnaire

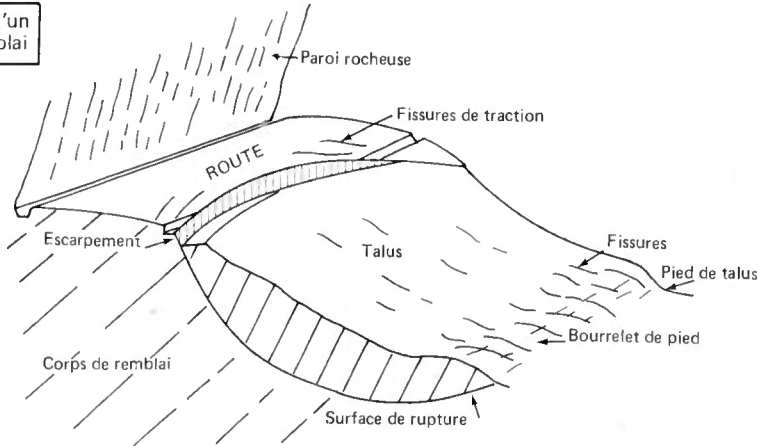
Signature de l'Ingénieur d'Arrondissement de gestion, et date :

(1) Les avis, propositions et instructions peuvent faire l'objet d'annexes détaillées.

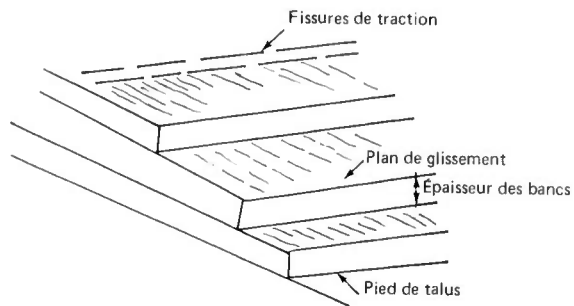
ANNEXE 5

NOMENCLATURE SIMPLIFIÉE DES PARTIES D'OUVRAGES ET DES DÉSORDRES SUR OUVRAGE EN TERRE OU ROCHEUX

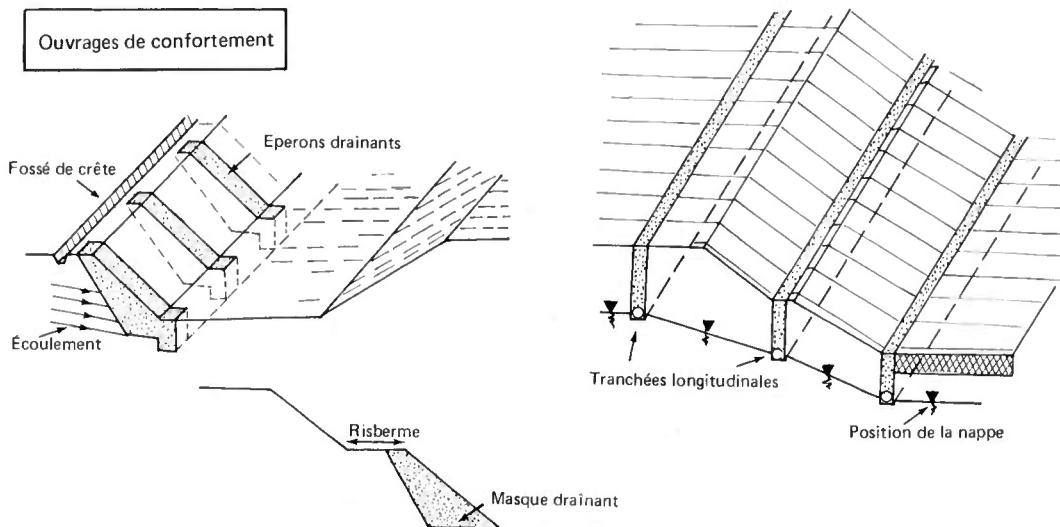
Glissement d'un talus de remblai



Banc rocheux



Ouvrages de confortement



Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement

Page laissée blanche intentionnellement