

Document public

Rapport d'expertise :

Glissement de terrain sur la commune de Chalonnes-sur-Loire (49) Avis du Brgm

BRGM/RP-59834-FR

Avril 2011

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ■ Appuis à la police de l'eau ❑

Date de réalisation de l'expertise : 05/04/2011

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Chalonnes-sur-Loire

Auteurs BRGM : Aude Nachbaur

Demandeur : Préfecture du Maine-et-Loire

Géosciences pour une Terre durable

brgm

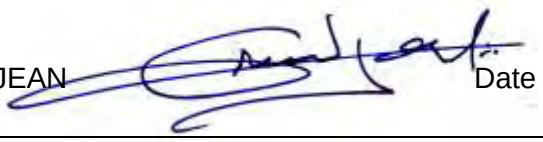
L'original du rapport muni des signatures des Vérificateurs et Approbateurs est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Approbateur :	
Nom : Pierre CONIL	Date :
Vérificateur :	
Nom : Gilles GRANDJEAN	Date : 11/04/2011



Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Mots clés : Expertise – Appui aux administrations – Glissement de terrain – Chalonnes-sur-Loire – Maine-et-Loire

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

A. Nachbaur (2011) – Glissement de terrain sur la commune de Chalonnes-sur-Loire (49) – Avis du Brgm. Rapport BRGM/RP- 59834 -FR. 24 p., 12 ill.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : 04/04/2011

Demandeur : Préfecture de Maine-et-Loire

Nature de l'expertise / question posée : Diagnostic de l'effondrement de Chalonnes-sur-Loire.

Situation du sujet (commune, lieu-dit et adresse) : avenue du 8 mai 1945 (Chalonnes-sur-Loire)

Date d'occurrence ou de constat (si événement daté) : 2 avril 2011

Nature de l'intervention du BRGM : visites de terrain en présence de la Direction Technique de la Mairie de Chalonnes-sur-Loire et des propriétaires, le 5 avril 2011.

Faits constatés / dossier examiné :

Le mouvement de terrain concerne le flanc d'une butte de terrain d'une dizaine de mètres, dont le sommet est occupé par une maison particulière et un ancien parking appartenant aux établissements ERAM. Le pied de la butte est entièrement occupé par l'ancien site industriel, en cours de dépollution depuis 9 mois (dépollution de la nappe par injection/pompage).

Le glissement se présente sous la forme d'une zone d'effondrement en tête du talus et d'indices d'instabilité au pied, sans que le mouvement d'ensemble ne soit explicitement mis en évidence. Large de 2 à 3 m, la zone d'effondrement, bordée par de profondes crevasses, s'étend sur une cinquantaine de mètres, le long de l'arête du talus.

En pied de talus :

- Destruction du muret au sud,
- Fluage des terrains superficiels (bourrelet, fissures),
- Eboulement historique à l'extrémité sud du talus (information rapportée).

Diagnostic du BRGM :

Le glissement de terrain serait initié par la déformation d'un horizon géologique, probablement saturé en eau, affleurant à la base du talus. Le fluage de cet horizon géologique de nature argilo-sableuse, a pu être provoqué par les modifications hydrauliques induites par les travaux de dépollution des eaux à proximité. Ce fluage se matérialiserait en surface par les mouvements de sol observés au pied de la butte.

Le basculement de la tête de versant ayant provoqué l'effondrement central (à l'image d'un fossé d'effondrement type graben), pourrait avoir été provoqué par le tassement ou le poinçonnement du massif dans cet horizon géologique. L'hétérogénéité latérale du talus (à définir) pourrait expliquer que le mouvement en tête soit désolidarisé de celui en pied de talus et que l'extension de l'instabilité se soit cantonnée à la partie centrale.

Recommandations du BRGM :

- Court terme : maintien de la fermeture du portail donnant accès à la zone de glissement en tête et au pied de la butte, surveillance de l'évolution du phénomène,
- Moyen terme : étude géotechnique conduisant à la caractérisation de l'horizon superficiel responsable du mouvement d'ensemble. Après réalisation de ces études, dimensionnement des mesures de confortement prenant en compte cette couche saturée en eau. Conception du système de drainage en tête de talus.

Sommaire

1. Contexte 9

1.1 RAPPEL DE LA DEMANDE 9

1.2 DONNEES D'ENTREES 9

2. Situation du site 11

2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE 11

2.2 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE 11

2.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE 12

2.4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE 14

3. Description des désordres constatés 15

3.1 GÉOMÉTRIE OBSERVÉE 15

En tête de la butte 16

Au pied de la butte 19

3.2 INFORMATION RAPPORTÉE 21

4. Diagnostic 23

5. Recommandations 25

1. Contexte

1.1 RAPPEL DE LA DEMANDE

Le mouvement de terrain s'est produit le samedi 2 avril 2011 sur le terrain des établissements ERAM, sur la commune de Chalonnes-sur-Loire. Il a été signalé par M. et Mme Courtial, les propriétaires de la parcelle située en amont de celle sur laquelle s'est produit l'événement.

Par lettre du lundi 4 avril, la Préfecture du Maine-et-Loire a demandé au BRGM d'intervenir pour établir un diagnostic.

La zone d'arrachement et le pied du versant instable concernent une parcelle privée, sans enjeu directement exposé, n'ayant pas nécessité de mesure d'urgence.

1.2 DONNEES D'ENTREES

Ce rapport s'appuie sur la visite de terrain réalisée le 05/04/2011 par le BRGM, en compagnie de Laurence de Boulois, Directrice générale des Services de Chalonnes-sur-Loire, de Monsieur Grasset, Responsable des Services Généraux de l'établissement ERAM, propriétaire du terrain, et de Mme Courtial, propriétaire du terrain en amont.

Bibliographie consultées :

- Loislard M., Baudouin V., Conil. P. (2007) : Inventaire des cavités souterraines du département du Maine-et-Loire (49). Rapport Final. BRGM/RP-55695-FR, 178 p., 20 ill., 5 tabl., 7 ann., 1 cart h.t.
- P. Cavet. Notice de la carte géologique au 1/50 000 de Chalonnes-sur-Loire, BRGM.
- Extrait du rapport d'interprétation de l'Etat des Milieux du site ERAM à Chalonnes-sur-Loire. Version B du 08/11/2010, IDDEA.

2. Situation du site

2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Le mouvement de terrain concerne la parcelle des établissements ERAM, située au 13 avenue du 8 mai 1945, au sud du centre-ville de la commune de Chalonnes-sur-Loire (*Illustration 1*).

D'un point de vue topographique, le mouvement de terrain concerne le flanc d'une butte de terrain, dont le sommet est occupé par une maison particulière et un ancien parking goudronné désaffecté appartenant aux établissements ERAM. Le pied de la butte est entièrement occupé par le site industriel ERAM aujourd'hui en cours de dépollution. Il n'y a plus aucun bâtiment sur le site de l'usine.



Illustration 1 : Situation géographique de la zone effondrée (© brgm 2011).

2.2 CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE

L'évènement concerne une butte de terrain végétalisée, pentée, d'une trentaine de degrés et d'environ 10 m de hauteur (cf. *Illustration 2*). L'avenue du 8 mai 1945, qui longe le site ERAM indique le terrain naturel : la topographie de la butte est vraisemblablement le résultat d'un terrassement, ayant modifiée la pente naturelle du terrain.

Le site est environ à la cote 50 m NGF.



Illustration 2 : Butte concernée et localisation de la zone effondrée en tête de talus

2.3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique au 1/50 000 de Chalonnes sur Loire (Extrait en *Illustration 3*), le mouvement de terrain concerne l'horizon des « Sables rouges » de Basse-Loire et Haute-Bretagne, décrit ci-après.

La notice de la carte géologique au 1/50 000 de Chalonnes-sur-Loire précise les caractéristiques des formations géologiques en présence.

A l'extrémité sud du secteur affleurent les schistes phylliteux du « Briovénien » (Protérozoique supérieur), formation métamorphique notée **xξ2** sur la carte géologique, qui appartiennent au vaste domaine cristallophylien des Mauges septentrionales.

Au nord de cet ensemble affleurent les formations paléozoiques (Ordovicien à Westhalien) surtout schisto-gréseuses du flanc sud du synclinal d'Ancenis, plissées aux temps hercyniens en direction « sud-armoricaines » (WNW – ESE). Les formations du « Siluro-Dévonien » (non différenciées), notées **s5-d3** sur la carte géologique, sont constituées pour l'essentiel par un matériel pélitique, plus ou moins gréseux et micacés, qui appartiendrait à l'anticlinal du Tombeau-Leclerc. Elles contiennent des formations fossilifères discontinues comme les lentilles d'allure récifale des calcaires de Chalonnes (noté **C**), autrefois exploités pour la chaux et actuellement pour l'empierrement dans la carrière de Chateaupanne. Cet ensemble est surmonté par les « Grés à Psilophytes », alternance de bancs décimétriques de grés (notés **Ps**). Cette structure anticlinale est séparée des culms schisto-gréseux (noté **d5-h2**) par un nouvel accident tectonique.

Témoins de l'ultime transgression marine qu'a connue le Massif armoricain, les « Sables rouges » de Basse-Loire et Haute-Bretagne, attribués au Pliocène affleurent à des altitudes importantes (atteignant 80 - 85 m). Noté **p** sur la carte géologique, ils affleurent notamment localement sur le site qui nous concerne. Ces sables renferment de la glauconie plus ou moins altérée et sont de couleur brique, à l'affleurement.

Sur le site concerné, au sommet de la butte, les crevasses bordant l'effondrement laissent affleurer, sous 50 cm de remblais anthropiques, une formation argilo-sableuse qui pourrait correspondre à la formation de « Sables Rouges » indiquée sur la carte géologique.

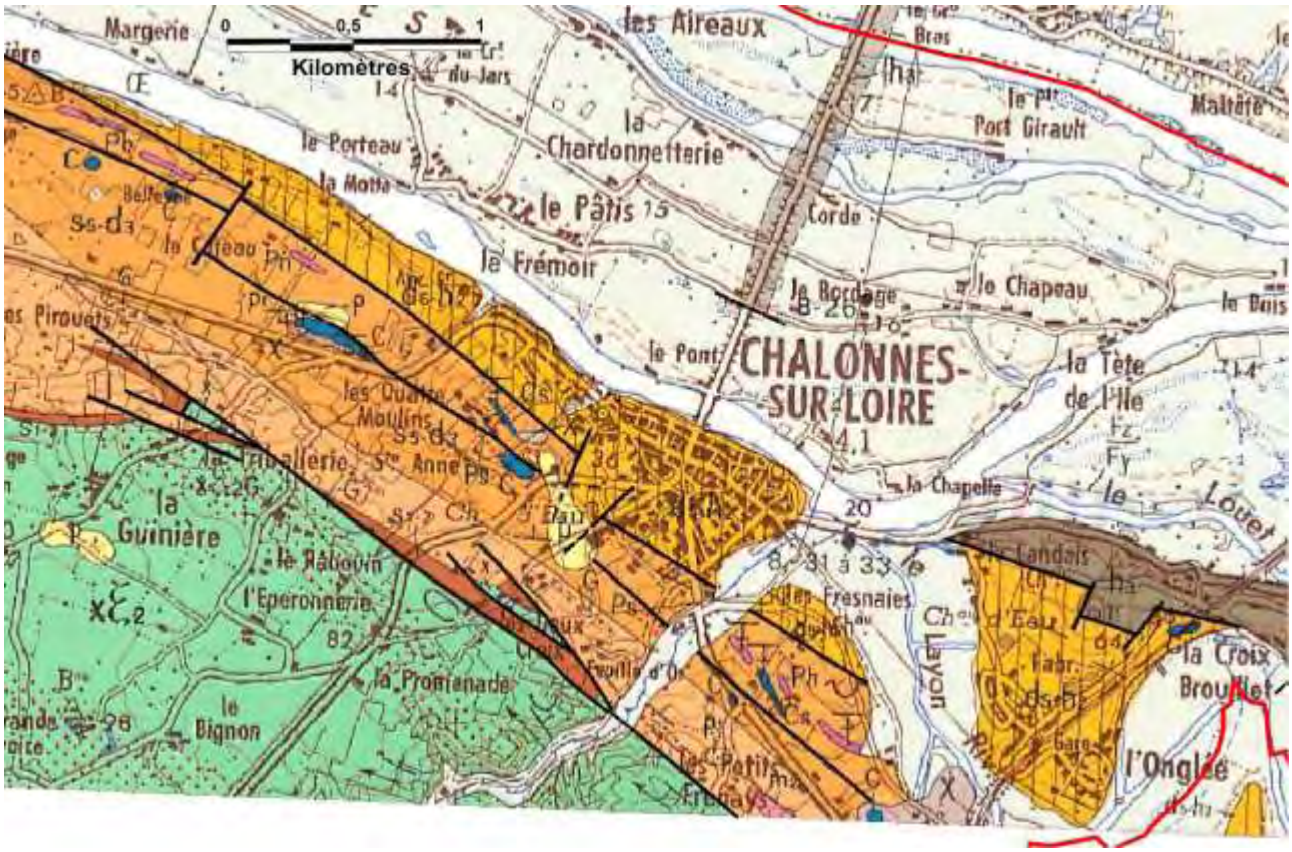


Illustration 3 : Extrait de la carte géologique de Chalonnes-sur-Loire (p (jaune) : Sables ; C (bleu) : Calcaires de Chalonnes*; Ps :* Grés à Psilophytes *; s5-d3 (arange) :* formations du « Siluro-Dévonien » *;* xξ2 (vert) *:* schistes phylliteux du « Briovénien »

Situé à 100 m au sud du site, le forage le plus proche, référencé dans la Banque de Données du Sous-sol (n°04538X0133), recoupe 4 m d'argile, puis 11 m de « cosse » (massif fracturé avec de nombreuses traces d'oxydation), avant d'atteindre le schiste ardoisier.

A proximité du site, il n'existe pas de cavités formellement identifiées dans la base de données nationale des cavités souterraines[1] (les formations qui pourraient éventuellement être concernées par des cavités souterraines anthropiques, sont les Calcaires de Chalonnes et les schistes ardoisiers (Ordovicien moyen). D'autre part, bien que la base de données nationale des mouvements de terrain, BD MVT[2], indique 7 mouvements de terrain sur la commune de Chalonnes sur Loire (4 chutes de blocs, 1 effondrement et 2 glissement), ils restent très éloignés du site étudié (cf. *Illustration 4*).

[1] Gérée par le BRGM pour le compte du Ministère de l'Environnement, la base de données BDCAVITES est librement accessible sur http://www.bdcavite.net/

[2] Gérée par le BRGM pour le compte du Ministère de l'Environnement, la base de données BDMVT est librement accessible sur http://www.bdmvt.net

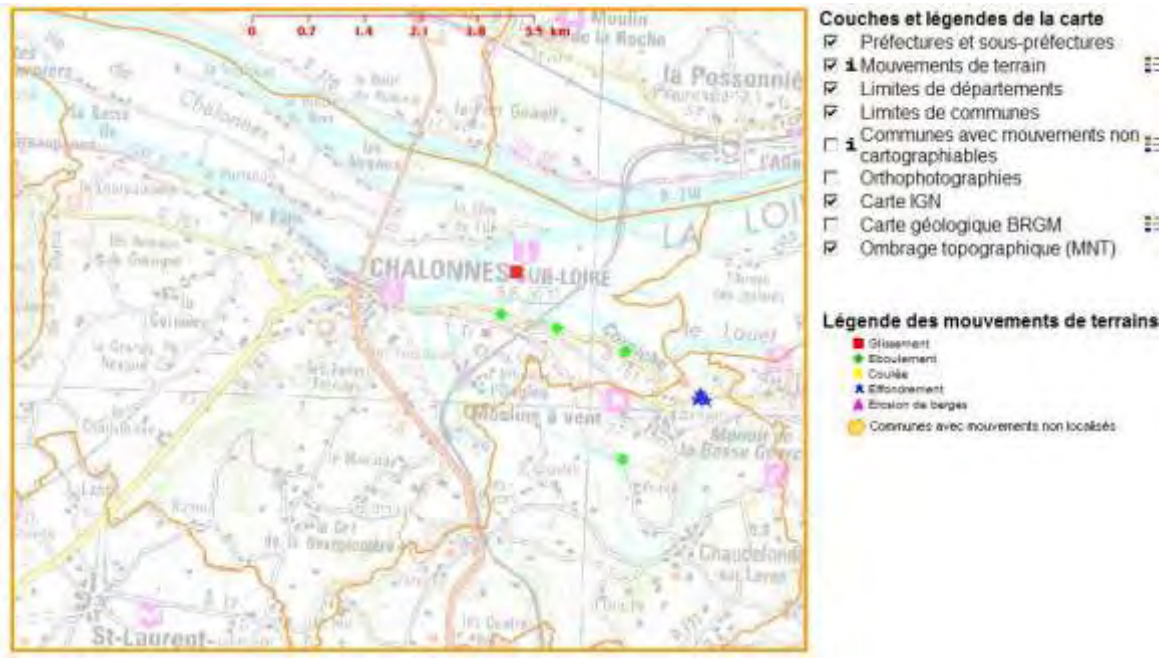


Illustration 4 : Mouvements de terrain recensés dans la base nationale BDMVT, http://www.bdmvt.net/

2.4 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

D'après le rapport d'IDDEA, les formations schisteuses de l'ordovicien constituent un aquifère.

Sur le site de l'usine, la nappe est libre et peu profonde. Le sens d'écoulement général est dirigé vers le sud-est. D'après les indications piézométriques, la nappe est située à 48 m NGF environ au niveau de la butte de terrain, soit à très faible profondeur (ordre de grandeur de 2 m voir moins, si l'eau observée devant la butte indique l'affleurement de cette nappe).

3. Description des désordres constatés

3.1 GÉOMÉTRIE OBSERVÉE

Le mouvement de terrain se présente sous la forme d'une zone d'effondrement en tête du talus et d'indices d'instabilité au pied, sans que le mouvement d'ensemble ne soit explicitement mis en évidence.

La butte en elle-même est végétalisée. Aucun signe apparent de son déplacement n'a pu être mis en évidence. Cependant, des indices d'arrachement semblent se dessiner dans la végétation du talus, délimitant la zone d'effondrement, aux extrémités nord et sud.

L'*Illustration 5* synthétise les observations de terrain, détaillées par la suite.

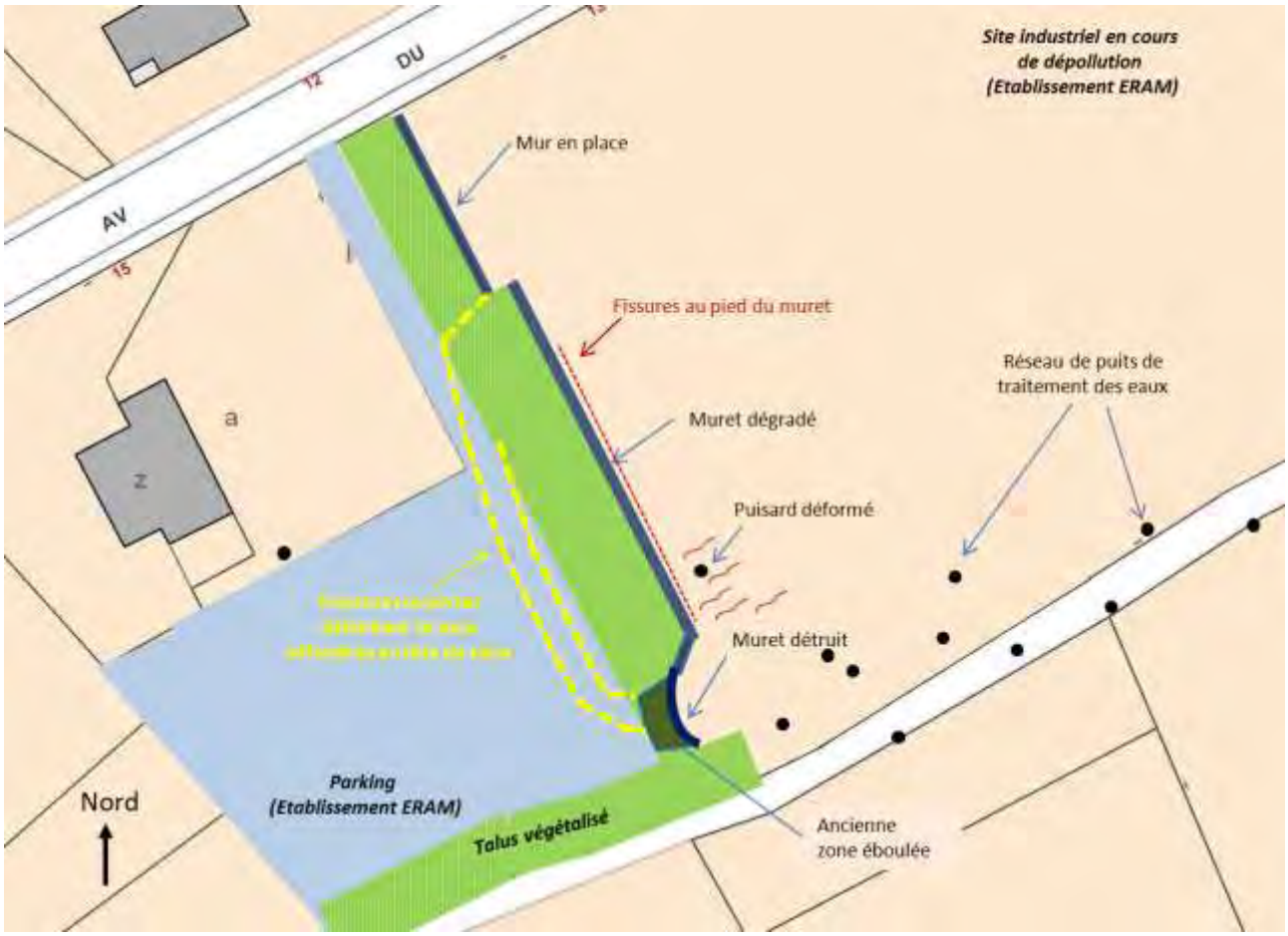


Illustration 5 : Synthèse des observations de terrain

En tête de la butte

Large de 2 à 3 m, la zone d'effondrement s'étend sur une cinquantaine de mètres le long d'un chemin goudronné, subparallèle à l'arête du versant.

La zone effondrée s'arrête au nord, à une vingtaine de mètre de la route principale, à l'endroit du changement de mur de confortement en contrebas (cf. Illustration 2). Il n'y a pas d'indice d'instabilité apparent dans cette zone.

L'effondrement longe la limite de propriété de M. et Mme Courtial et passe, au plus près, à 50 cm du grillage de séparation.

Au sud, la zone effondrée s'arrête à l'endroit de l'ancienne portion de talus éboulée.



Illustration 6 : Extrémité sud de la zone effondrée (photo prise vers le nord)



Illustration 7 : Extrémité nord de la zone effondrée (photo prise vers le sud)

Une bande de terrain centrale s'est effondrée, délimitée de part et d'autres par des crevasses subverticales, très prononcées (cf. Illustration 8) :

- ✓ L'enfoncement de la bande de terrain centrale est maximal au sud (1 m) et minimal au nord (plusieurs dizaine de centimètres) (cf. Illustration 6 et Illustration 7) ;
- ✓ L'ouverture des crevasses délimitant l'effondrement, peut atteindre 40 cm ;
- ✓ La profondeur apparente de ces crevasses subverticales peut atteindre 2 m, mais la rupture peut avoir entaillée le massif sur une profondeur plus importante ;
- ✓ Leur direction n'est pas rectiligne et ne semble pas guidée par une discontinuité particulière.

Le compartiment amont, en place, ne présente pas de trace apparente de déstabilisation, ni sur le parking, ni dans le jardin de la propriété.

D'après le défaut d'alignement des piquets de clôture présents en bordure de la butte, le compartiment aval se serait déplacé en tête de talus, alors qu'en contrepartie il n'y a pas de déformation nettement observable en pied de pente :

- ✓ Le déplacement latéral du compartiment aval, perpendiculairement à la pente, est estimé à 40 cm, en tête de versant ;
- ✓ De la même manière, l'abaissement vertical du compartiment aval est estimé à 40 cm, en tête de versant.



Illustration 8 : Zone d'effondrement entre le compartiment amont en place et le compartiment aval

Au pied de la butte

D'une hauteur de 2,3 m, le **muret à l'extrémité nord** ne présente pas de signe d'instabilité apparente. Ce mur ne présente aucun dispositif de drainage des eaux, type barbacane.

Le **muret central** présente de nombreux signes de dégradation : dislocations locales du béton, fissures horizontales le long des joints de construction, déchaussement … L'extrémité nord du muret est détruite, mais l'absence des déblais attesterait que cette dégradation est plus ancienne. Ainsi, une grande partie de ces dégradations est très probablement antérieure. Long d'une quarantaine de mètres, le mur est droit, il n'est pas soufflé et ne présente donc pas de signes de déstabilisation globale attendue avec une poussée massive des terrains. Ce muret, de 40 cm d'épaisseur et 1 m de hauteur, présente également un soubassement de béton de 50 cm de large.

Une fissure s'est ouverte au pied du muret devant la dalle de béton, sur pratiquement toute sa longueur (cf. Illustration 10)

Les **terrains superficiels (sable, gravier..) devant le muret** présentent des indices de mouvement (cf. Illustration 11). Des fissures en extension de quelques centimètres d'ouverture et des bourrelets, témoignent d'un déplacement. Ce mouvement du sol est également illustré par la déformation du revêtement en béton du puisard, foncé à cet endroit. L'intensité de ces mouvements de sol semble maximale au sud et s'atténuer vers le nord. A l'extrémité sud, les mouvements de sol ne sont pas observables puisque recouverts par du gravier.

Le **muret mis en place à l'extrémité sud**, a été détruit à l'endroit des enrochements localisant l'ancien éboulement.



Illustration 9 : Ancienne zone éboulée, aujourd'hui remblayée, au pied duquel le mur a été détruit



Illustration 10 : Ouverture d'une fissure au pied du muret central et bourrelet d'avancement des terrains superficiels



Illustration 11 : Fissuration des terrains superficiels en pied de talus

3.2 INFORMATION RAPPORTÉE

Mme Courtial, propriétaire de la parcelle amont, rapporte :

- ✓ qu'entre samedi et lundi, l'abaissement de la bande centrale se serait accentué, passant de 30 cm à 50 cm ;
- ✓ qu'au cours de la même période, la zone effondrée se serait également étendue vers le nord ;
- ✓ qu'il aurait plu mercredi et jeudi avant l'incident, mais de manière raisonnable.

Monsieur Grasset, Responsables des Services Généraux de l'établissement ERAM, indique que :

- ✓ La partie sud du talus a déjà subi un éboulement, localement, sur une dizaine de mètres de large et sur la hauteur du talus, il y a une dizaine d'année. Il a été remblayé à l'époque par des gros blocs, toujours observés aujourd'hui. D'autre part, il précise que ce secteur est particulièrement humide (cf. Illustration 9) ;
- ✓ Une canalisation de diamètre 150, est enterrée à 80 cm de profondeur, le long de la tête du versant sur toute sa longueur. Elle conduit au regard en béton. Elle n'est plus alimentée aujourd'hui ;
- ✓ Les établissements ERAM procèdent actuellement à la dépollution du site, et notamment de la nappe, par un procédé utilisant des charbons actifs. Pour ce faire, une vingtaine de forages (diamètre 160) a été installé et un système de circulation par pompage/injection est en fonctionnement depuis moins d'un an. Une partie des forages sont localisés sur l'*Illustration 5* ;

- ✓ Aucun décaissage ou mise en dépôt récent n'aurait été effectué en pied du talus.

Consulté à la mairie de Chalonnes-sur-Loire, le rapport d'IDDEA, décrivant le dispositif de dépollution des eaux, a permis de connaitre :

- ✓ La position des forages ;
- ✓ Le niveau piézométrique de la nappe.

4. Diagnostic

Le mouvement de terrain se présente sous la forme d'une zone d'effondrement en tête du talus et d'indices d'instabilité au pied, sans que le mouvement d'ensemble ne soit explicitement mis en évidence.

Vu la topographie, les mouvements de sols observés en pied de la butte (ouverture d'une fissure le long du muret, bourrelet, déformation du puisard..) ne peuvent s'expliquer par la poussée du massif. Ils semblent plutôt indiquer que **le mouvement s'est initié dans un horizon géologique affleurant à la base du talus et qui constituerait une surface de glissement/fluage**.

Plus largement, d'après le contexte géologique, cette butte est concernée par un horizon argilo-sableux qui repose sur les schistes et qui pourrait être responsable du déclenchement de l'instabilité. Le contexte géologique exclut, a priori, la présence de cavité souterraine à cet endroit.

D'après l'ampleur relative des déplacements observés, que cela soit en tête ou en pied de talus, l'**extrémité sud semble être la zone de déclenchement du mouvement** : les déplacements y sont plus forts et semble s'atténuer vers le nord. En pied de talus, seul le muret à l'extrémité sud est détruit. Ceci coïncide également avec l'existence, à cet endroit, d'un ancien éboulement très localisé et avec l'humidité significative évoquée par Monsieur Grasset. Des particularités géologiques locales (à définir), semblent conférer à cet endroit le rôle d'un drain qui capterait notamment l'écoulement des eaux de ruissellement du parking (absence de système de drainage en tête).

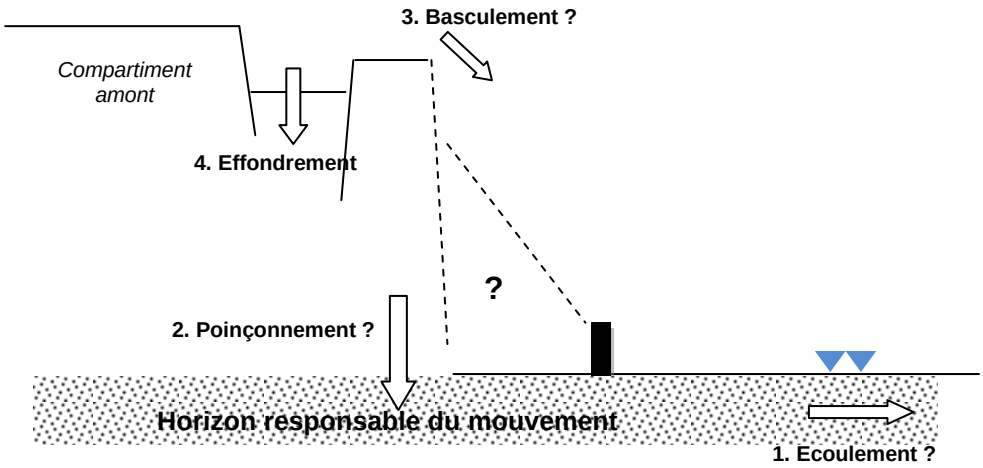


Illustration 12 : Schéma représentant les mécanismes possibles

Le déplacement du compartiment aval et l'affaissement de la zone centrale semble témoigner d'un **basculement de la tête de versant en direction de la pente,** à l'image de la création d'un fossé d'effondrement (type graben). Ce mouvement gravitaire justifierait que l'effondrement se soit ainsi propagé peu ou prou de manière homogène le long de l'arête de versant. Notons que les crevasses/lézardes découpant la zone effondrée, ne semblent pas guidées par des discontinuités géologiques particulières mais plutôt par la topographie.

L'instabilité s'étend jusqu'au mur de soutènement nord, ce qui pourrait confirmer le rôle de confortement que joue ce dernier. Cependant, vu la variation latérale de la morphologie du talus, il est possible que la partie centrale du talus, marquée par une excroissance topographique, témoigne d'un talutage anthropique particulier (enrochement, ancrage du confortement..), qui expliquerait que l'instabilité se cantonne à cette partie. **Ceci pourrait expliquer que le basculement de la tête de talus soit désolidarisé du mouvement d'ensemble du massif.** Des infiltrations particulières le long de discontinuités structurelles, ont pu accentuer cette désolidarisation.

Le basculement du compartiment aval peut avoir été provoqué par la déformation de l'horizon géologique argilo-sableux, affleurant à la base du talus. On peut imaginer un mouvement de tassement ou de poinçonnement du massif dans cet horizon. **Celui-ci, qui serait sensible au fluage, a pu être mis en mouvement par des modifications hydrauliques induit par le système de dépollution des eaux,** vu la proximité des forages avec la zone de déclenchement probable du mouvement. Vu la saturation des terrains observée en pied de talus, une hypothèse pourrait être que les injections maintiennent un niveau hydrostatique élevé, favorable au fluage. Cependant, nous ne disposons pas de précision sur le système de dépollution pour le confirmer. Le récent début des travaux semble également confirmer l'influence des travaux dans la déstabilisation. L'évènement pluvieux a partiellement pu aggraver la situation.

Le fluage de cet horizon géologique se matérialiserait en surface par les mouvements de sol observés au pied de la butte.

5. Recommandations

Nous sommes en présence d'un glissement de terrain initié par la déformation d'un horizon géologique, probablement saturé en eau, affleurant à la base du talus. Il n'est toutefois pas possible à ce stade des investigations d'être plus précis quant à l'origine du déclenchement de cette instabilité.

Il est impératif que personne ne puisse approcher la zone instable, située dans une propriété privée clôturée. Le périmètre de sécurité est donc suffisant, à condition que le portail soit fermé.

Vu la présence d'une maison en amont, des travaux de confortement de la butte sont nécessaires.

Une évaluation plus précise du mécanisme d'instabilité est indispensable avant de proposer des travaux de confortement. Le BRGM recommande donc :

- **l'intervention rapide (sous 2 mois) d'un bureau d'études spécialisé afin de** :
    - **Repérer l'horizon superficiel responsable du mouvement d'ensemble** (épaisseur et variation latérale) situé a priori au-dessus des schistes, notamment à l'aide de sondages de reconnaissance localisés dans la zone de déclenchement présumée. Ces sondages devront être poursuivis de manière à atteindre le schiste sain. Des coupes de terrain en pied et en tête de la butte devront être établies ;
    - **Caractériser la nature lithologique et les caractéristiques mécaniques de cet horizon** (angle de frottement interne et cohésion à long terme) et son comportement en présence d'eau ;
    - Caractériser la nature de la butte derrière le muret central.
- Par ailleurs, la société ERAM devra évaluer l'emprise de l'influence piézométrique des travaux d'injection/pompage et les variations journalières induites, pour évaluer leur influence sur l'instabilité.

Les mesures de confortement, qui ne pourront se faire qu'après réalisation de ces études, auront pour but de mettre la maison et la parcelle de terrain associée, à l'abri de toute nouvelle instabilité. Ils **devront donc prendre en compte la présence de cette couche saturée en eau dans le dimensionnement des travaux.** La mise en place d'un système de drainage adéquat en tête de talus est *a minima* nécessaire. La canalisation enterrée en tête de talus, probablement détruite, devra également être retirée.

A l'heure actuelle, il est important de souligner qu'une aggravation du phénomène reste tout à fait possible, d'autant que les travaux d'injection/pompage sont toujours actifs. Des modifications des conditions climatiques (par exemple survenance d'un orage exceptionnel) pourraient faire rejouer l'instabilité. Il est donc demandé :

- en attendant les conclusions des travaux, de **surveiller régulièrement, pour la sécurité du site, l'évolution du phénomène,** notamment la zone effondrée et les éventuels signes d'une extension de l'instabilité en amont du parking et à l'aplomb du mur de soutènement nord. Citons, à titre d'exemple, la pose de témoins en surface, relevée périodiquement, qui permet de mesurer l'ouverture des fissures et l'abaissement de la zone effondrée, de manière simple et efficace. La mairie et la Préfecture de Maine-et-Loire doivent être informées de toute évolution significative.

- en parallèle, pour la compréhension du phénomène, il serait judicieux de procéder à une surveillance de l'évolution des déplacements en pied de talus : déplacement des terrains superficiels, ouverture de la fissure en pied de muret central, dégradation du muret central. Ainsi, l'implantation de repères en surface relevée périodiquement, permettrait de localiser les mouvements des terrains superficiels et quantifier leur ampleur. Des témoins sur le muret central permettraient d'être averti de toute évolution.



Centre scientifique et technique
Service risques naturels et sécurité du stockage du CO2
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34