

Suivi en continu d'un ouvrage en terre ferroviaire et traitement en urgence

Continuous monitoring of a railway earthwork and emergency reinforcement

Vincent TALFUMIERE^{1*}, Florence BELUT¹, Alric THIEBAUX¹

1 SNCF RESEAU I, Saint-Denis (93), France

Vincent.talfumiere@reseau.sncf.fr

RESUME : Le remblai d'APREMONT se trouve sur la ligne ferroviaire à doubles voies MANTES – CHERBOURG circulé par 26 trains voyageurs par jour. C'est un remblai de grande hauteur, 22m, construit dans le milieu du XIX^{ème} siècle.

Depuis l'année 2001, cet ouvrage est le siège d'instabilités, suivies par des opérations de levés topographiques et des profils inclinométriques et piézométriques qui ont conduit à des travaux de confortement à l'aide de techniques variées (banquette, drainage, reprise de la PST, clouage vertical) lors de plusieurs phases de travaux. Les mécanismes d'instabilités étant complexes, ces différentes interventions n'ont pas permis de stabiliser l'ouvrage sur l'ensemble de son linéaire où il est nécessaire, pour la sécurité des circulations ferroviaires, de ralentir les trains de 160 Km/h à 40 Km/h.

À la suite d'une accélération des phénomènes en hiver 2020 et à de nouveaux travaux d'urgence, l'ouvrage a été instrumenté en continu avec un suivi topographique automatique couplé à un suivi traditionnel mensuel ; les mesures ont montré une évolution défavorable sur un nouveau secteur du remblai en février 2025. Une analyse fine des évolutions topographiques, inclinométriques et des paramètres de la voie la plus proche ont amené son MOA à prendre la décision d'un nouveau confortement en urgence par un clouage vertical du talus ; un chantier de battage de palplanches a été réalisé avec succès en mai-juin 2025 permettant une stabilisation provisoire du secteur concerné.

Le diagnostic géotechnique des désordres affectant le remblai a permis d'établir les mécanismes en cause et de définir les solutions pérennes envisageables (terrassements en grand ou ouvrage d'art). La MOA s'oriente vers une substitution totale du remblai accompagné d'une purge de son sol support pour permettre une reconstruction à neuf à l'horizon 2029.

ABSTRACT: The APREMONT embankment is located on the double-track MANTES–CHERBOURG railway line, used by 26 passenger trains per day. It is a high embankment, 22 m in height, built in the mid-19th century.

Since 2001, this structure has been affected by instability, monitored by topographical surveys and inclinometric and piezometric profiles, which have led to stabilization works using various techniques (bench, drainage, rehabilitation of the PST, vertical soil nailing) over several work phases. Because the instability mechanisms are complex, these various interventions have not succeeded in stabilizing the structure over all of its length, where it is necessary, for the safety of rail traffic, to reduce train speeds from 160 km/h to 40 km/h.

Following an acceleration of the phenomena in winter 2020 and further emergency works, the structure was equipped for continuous monitoring, with automatic topographical monitoring coupled with traditional monthly surveys; the measurements showed an unfavourable development in a new section of the embankment in February 2025. A detailed analysis of the topographical and inclinometric changes and of the parameters of the nearest track led the project owner to decide on further emergency reinforcement by vertical soil nailing of the slope; sheet piling works were successfully carried out in May–June 2025, providing provisional stabilization of the area concerned. The geotechnical diagnosis of the damage affecting the embankment made it possible to establish the mechanisms involved and to define possible long-term solutions (large-scale earthworks or a civil engineering structure). The project owner is leaning towards a complete replacement of the embankment combined with removal of its foundation soil, to enable reconstruction from scratch by around 2029.

Mots-clés: remblai ; ouvrage en terre, géotechnique ferroviaire ; surveillance ; instrumentation.

1 INTRODUCTION

Les ouvrages en terre sont un des éléments essentiels de l'infrastructure ferroviaire ; ils représentent 95% du linéaire du réseau ferré national soit 27 000 km. Par rapport au domaine routier, ils permettent à une ligne ferroviaire dont les pentes longitudinales admissibles

sont faibles, de traverser des vallées ou de forts reliefs en évitant tunnels ou viaducs. Ces ouvrages ont pour la plupart été construits au XIX^{ème} siècle avec des moyens rudimentaires, des terrassements au plus juste et des mouvements de terre les plus courts possibles avec réutilisation au maximum des matériaux. De ce fait, les pentes des talus sont souvent raides (proches

de 3H/2V) aussi bien en remblai qu'en déblai et la constitution des remblais peut être très variée avec des matériaux qui ne seraient pas réutilisés tels quels actuellement. Avec le temps et les aléas climatiques, les ouvrages en terre peuvent être sujets à des désordres de type glissements, tassements, érosions, éboulements rocheux ou fontis.

Dans la très grande majorité des cas, le traitement préventif ou curatif de ces ouvrages permet leur stabilisation dans un délai raisonnable de quelques semaines à quelques années. Cependant, certains ouvrages se révèlent plus complexes et nécessitent une approche particulière voire radicale, dont le remblai d'Apremont est un des exemples les plus marquants.

Depuis l'année 2001, ce remblai est le siège d'instabilités qui ont nécessité plusieurs campagnes d'investigations et de travaux. Les mouvements se sont poursuivis et, pour assurer la sécurité des circulations, la vitesse nominale a été réduite de 160 à 40 km/h dès 2001 et un suivi mensuel des déformations du remblai a été mis en place (topographie et inclinométrie), renforcé depuis 2020 par un suivi automatique en continu. En parallèle, des phases de diagnostic se sont enchaînées pour préciser les mécanismes d'instabilité et définir une solution définitive pour traiter l'ouvrage.

Le présent article met l'accent sur les actions de suivi mises en place, les réflexions pour la définition des seuils et de procédures de décision en fonction du dépassement de ces seuils en période de surveillance ordinaire. Il aborde également l'apport du suivi dans la maîtrise des risques en phases de crise et de travaux.



Figure 1. Vue générale du remblai (talus sud-est)

2 PRESENTATION ET HISTORIQUE

Le remblai ferroviaire d'Apremont se situe à 5km à l'Ouest de la ville de Mantes la Jolie sur la ligne (n° 366 000) de Mantes à Cherbourg, construite en 1855 et où circulent 30 à 50 trains par jour.

Ce remblai permet la traversée d'un petit vallon. Il a une longueur d'environ 200m et entre 15 et 22m de hauteur maximum, ce qui en fait l'un des ouvrages le plus hauts de la ligne. Les matériaux tassés dans le déblai précédent, taillé dans les marnes supragypseuses et les argiles vertes du Bassin Parisien,

à dominante très plastique, de caractéristiques géotechniques médiocres, ont vraisemblablement été réutilisés pour sa construction.

Jusqu'au début des années 2000, cet ouvrage n'était pas connu pour des instabilités. En 2001, après des travaux de renouvellement de voies (ballast, rail et traverses) et suite à un des hivers et un des printemps les plus pluvieux de ces 50 dernières années, des défauts de géométrie sont apparus en voie. Après pose de tubes inclinométriques, une butée de pied a été réalisée en urgence côté gauche pour stabiliser les mouvements.

Les mouvements se poursuivant mais se décalant côté Mantes-la Jolie (nord-est) et côté droit (nord-ouest), une instabilité en plateforme a été soupçonnée. Après réalisation d'investigations complémentaires (sondages géotechniques, géoradar), des drains subhorizontaux ont été réalisés dans la partie supérieure de remblai en 2007 pour drainer des poches de sables identifiées sur les premiers mètres (fig.2).

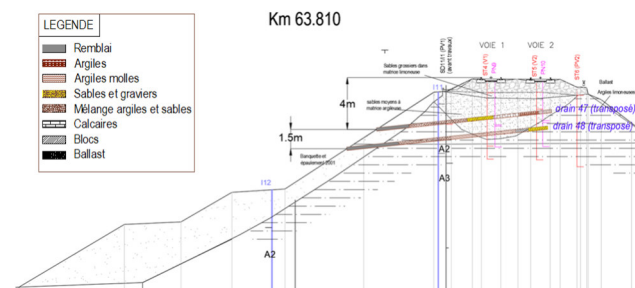


Figure 2. Profil en travers – état conforté fin 2007

Cependant, ces travaux s'avèrent peu efficaces. Le remblai se stabilise partiellement, avec des périodes d'accélération des tassements et des périodes de stabilisation, les mouvements latéraux restant faibles. A partir de 2015, les valeurs atteintes par les tassements deviennent gênantes pour l'infrastructure (hauteur de banquette de ballast importante et différence d'altitude entre supports caténaires et voie décroissante) et une limitation à 60 km/h puis à 40 km/h est instaurée.

En 2018, des travaux de reprise de la partie supérieure des terrassements sont réalisés, ainsi qu'un prolongement de la banquette de 2001 côté Mantes (fig. 3) mais les travaux d'inclusions rigides envisagés sont abandonnés car trop impactants pour le trafic ferroviaire.

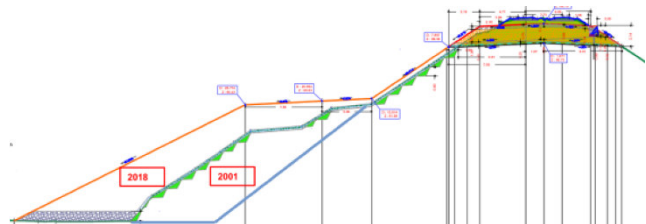


Figure 3. Profil en travers travaux 2018

Ces travaux permettent une accalmie de courte durée, car dès l'année 2019, les mouvements reprennent, avec un paroxysme fin 2019, en période de fortes intempéries, où des déformations latérales montrent un risque de rupture du remblai côté gauche (sud-est) malgré la présence de la banquette. Une limitation des circulations ferroviaires à 10 km/h est instaurée et des travaux de renforcement en urgence par battage de palplanches (fig. 4) sont réalisés sur 50 m en février-mars 2020. Ces travaux permettent un retour à une vitesse de 40 km/h sur les deux voies, moyennant la mise en place d'un suivi drastique de l'ouvrage et de nouvelles investigations.



Figure 4. Clouage par palplanches côté V1 mars 2020

De nouvelles accélérations des mouvements en février 2022 puis en février 2025 côté V2 (talus nord-ouest) conduisent à une nouvelle opération de battage de palplanches en mai-juin 2025.

3 INSTRUMENTATION ET SUIVIS

3.1 Instrumentation et suivis en place

Le remblai a été équipé dès 2001 d'un suivi topographique en altimétrie puis de tubes inclinométriques.

Ces tubes ont été implantés en fonction des observations terrain, du suivi topographique et du suivi de la géométrie de la voie par les engins de mesures (Mauzin).

Plusieurs phases de réinstrumentation ont été nécessaires suite aux différentes phases de travaux (nouveaux piquets de suivi topographique, pose de nouveaux tubes inclinométriques et piézométriques).

Ces suivis ont vu leur fréquence adaptée en fonction des évolutions : hebdomadaire en 2001 avant la réalisation de la banquette puis bimensuelle à trimestrielle de 2002 à 2018 et mensuelle depuis 2018. Actuellement, le suivi topographique est réalisé sur 130 mètres et le suivi inclinométrique sur 2 profils en travers aux Km 63+760 et 63+790 en crête et à mi-talus côté V1 et V2 (fig. 5).

A partir de 2020, cette surveillance a été complétée par :

- un suivi automatique en continu par tachéométrie de chaque file de rail des deux voies et de quelques cibles dans le haut du talus nord-ouest (V2), où très rapidement s'est posé la question des seuils d'alerte.
- un suivi topographique en planimétrie et altimétrie (files de rail, crêtes de talus, palplanches, berme intermédiaire)
- une surveillance tous les 15 jours par les agents spécialistes de la voie ferrée (surveillance visuelle et contrôle des défauts de géométrie des voies à l'aide d'un engin de mesure manuel au lieu d'une fréquence semestrielle sur ce type de ligne).

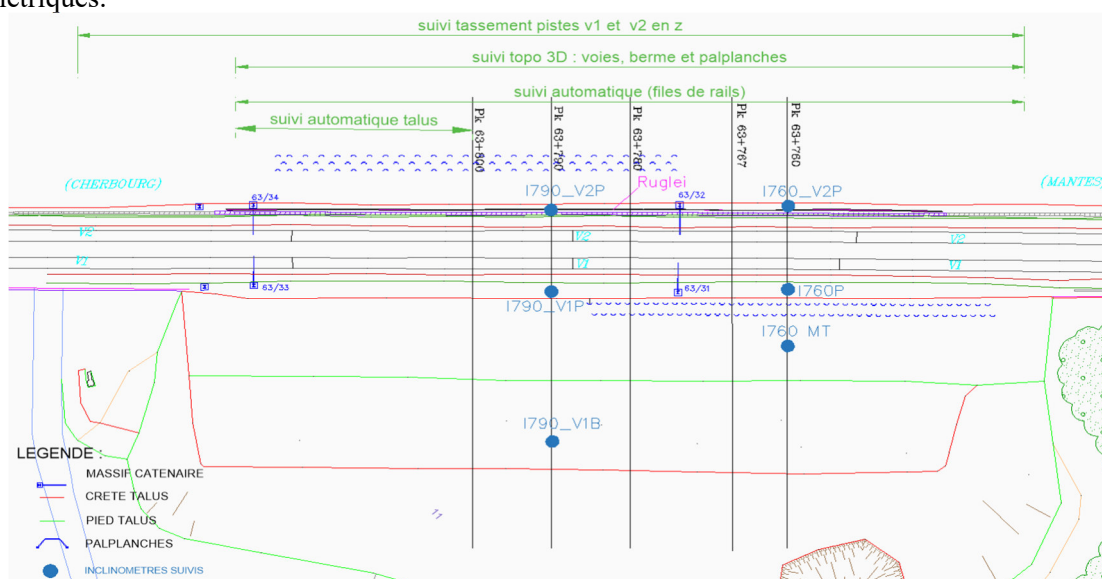
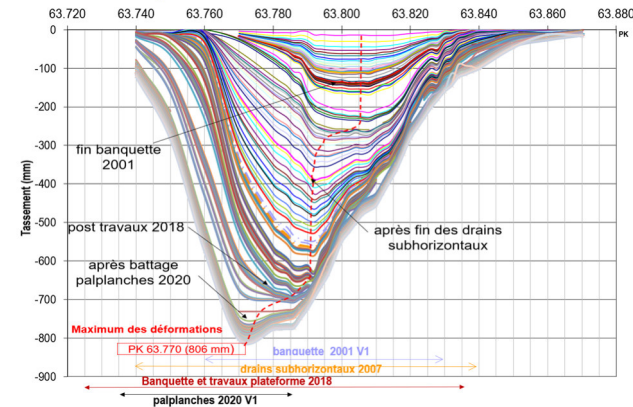


Figure 5. Implantation des suivis

3.2 Evolution des mouvements

Depuis la mise en place du suivi topographique, il a été constaté (fig. 6 et 7) :

- des tassements de l'ordre de 0.1 mm/jour en moyenne, des périodes d'accélération de 0.5 mm à 1.5 mm/jour en 2001, 2003-2010, 2013, 2019,



2020, plus marqués côté sud-est (V1) puis en 2022 et 2025 côté nord-ouest (V2),

- un décalage des mouvements à partir de 2005 vers Mantes pour les talus des deux côtés, puis un nouveau décalage vers Mantes à partir de 2022 pour le talus V2.

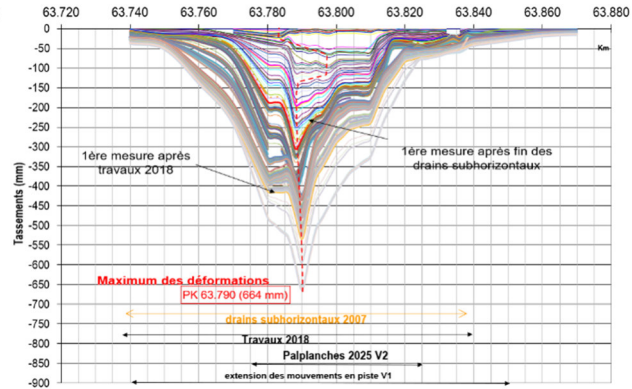


Figure 6. Evolution des tassements entre 2001 et 2025 a) sur la voie 1 (sud-est) et b) sur la voie 2 (nord-ouest)

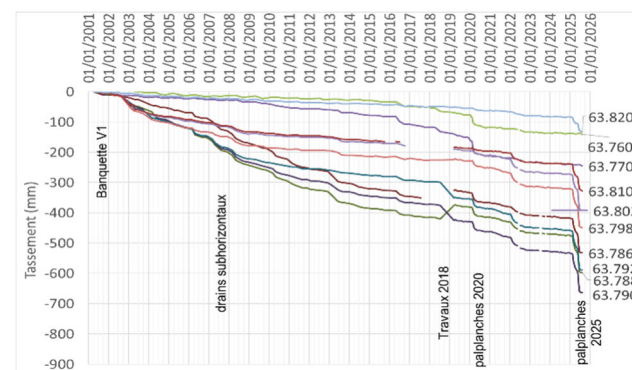
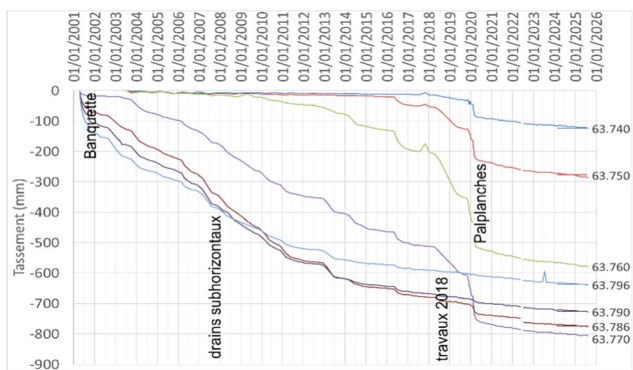


Figure 7. Evolution des tassements entre 2001 et 2025 a) sur la voie 1 (sud-est) et b) sur la voie 2 (nord-ouest)

Les données du suivi automatique depuis 2020 viennent confirmer ces tendances et permettent de mieux cerner les périodes d'accélération.

En parallèle, les données inclinométriques montrent des mouvements difficiles à interpréter, plutôt de type flambement, associés par retour d'expérience plutôt à des phénomènes de tassement [Belut et al., 2016], avec une composante en glissement, puisque les mouvements sont importants (exemple fig. 10). Ces mouvements concernent le remblai sur toute sa hauteur. Les périodes d'activité maximale sur ces tubes sont en cohérence avec les accélérations constatées sur les suivis topographiques.

3.3 Définition des seuils et protocole de suivi

Le suivi automatique, mis en place sur les files de rail des deux voies début 2020, a nécessité une phase de calage. Puis des seuils ont été définis en déplacement total ($z > 20\text{mm}$), ce qui a montré ses limites une fois la valeur dépassée. De plus, il est nécessaire de remettre

à zéro les valeurs après chaque reprise de nivellement des voies (i.e. ajout de ballast par bourrage pour remettre les voies le plus près de leur niveau d'origine). Ce point n'a été approfondi qu'une fois l'urgence traitée (battage des palplanches V1 en février-mars 2020) et il a été décidé ultérieurement de :

- conserver un seuil en valeur de déplacement,
- ajouter des seuils de vitesses de déplacement pour faciliter l'analyse du géotechnicien.

Ces seuils ont été définis à partir de premiers rex d'évolution sur d'autres remblais et sur la base des vitesses moyennes constatées sur l'ouvrage depuis le début des suivis. Les seuils suivants ont été retenus :

- activité faible $< 0.5 \text{ mm/j}$,
- $0.5 \text{ mm/j} < \text{activité modérée} < 1 \text{ mm/j}$,
- $1 \text{ mm/j} < \text{activité forte} < 1.5 \text{ mm/j}$,
- activité très forte $> 1.5 \text{ mm/j}$.

Pour que cette activité déclenche une action, certaines conditions ont été ajoutées : en fonction de la localisation des cibles (voie, piste, rampant) et du

nombre de cibles dépassant le seuil (au moins 3 cibles successives sur une même file de suivi). Le dépassement de chacun de ces seuils entraîne une augmentation de la fréquence de surveillance sur site, voire une demande de baisse de la vitesse des circulations ou la préconisation de nouveaux travaux de confortement.

L'ensemble des mesures sont analysées mensuellement et un point entre les différents acteurs est réalisé tous les deux mois pour présenter l'état d'évolution du site, en comparant avec les enregistrements de la géométrie des deux voies et les constats des agents de terrain lors des visites spécifiques.

En période d'accélération, les premières alertes sont remontées par le responsable maintenance du service local. Une procédure (appelée consigne d'Etablissement) détaillant les rôles de chacun des acteurs a été écrite. En fonction de la tendance observée sur les jours suivants, les géotechniciens de SNCF Réseau conseillent sur les suites à donner. Ainsi ; lors de l'accélération constatée en février mars 2022, le suivi en continu a été consulté journalièrement. Constatant au bout de quelques semaines une diminution de l'accélération puis un retour au calme, aucune mesure complémentaire n'a été mise en œuvre. Par contre, lors de l'accélération constatée début 2025 (voir détails au §4), les mouvements ont conduit à conforter le talus nord-ouest (V2) en urgence et un ralentissement à 10 km/h a fini par être mis en place pendant les travaux.

4 CHANTIER DE CLOUAGE VERTICAL

4.1 Prise de décision

Le 14/02/2025, une première alerte est émise par le responsable maintenance (fig. 8) : les mouvements relevés par les tachéomètres automatiques s'accroissent dans le talus, passant en z de 0.05 mm/jour à 0.5 mm/jour. Les mesures topographiques manuelles du 11/02/2025 montrent une légère reprise de l'activité du remblai côté V2 entre le Km 67+780 et 67+805 (- 3 mm en Z et -1 transversalement sur 30 jours).

Les mouvements s'étendent dès le 16/02 aux files de rails de la V2 (fig. 8) et sont confirmés par la mesure inclinométrique du 18/02/2025 où l'activité du tube en crête de remblai côté voie 2 passe de 0.5 mm/mois à 10 mm/mois.

Les mouvements accélèrent jusqu'à frôler les 1,5 mm/j, soit deux fois plus que lors de l'accélération de février-mars 2022 pour redescendre à 0.5 à 1mm/jour, sans se stabiliser. Les mesures inclinométriques (fig. 10) et topographiques suivantes confirment les

résultats du suivi en continu. Les mouvements ne montrent pas de signe de décélération (fig. 9), une rupture brutale du remblai côté V2 est crainte.

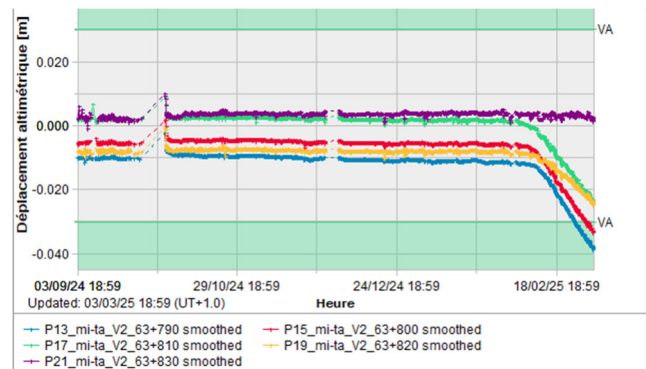


Figure 8. Début des tassements dans le talus V2 (Géofit)

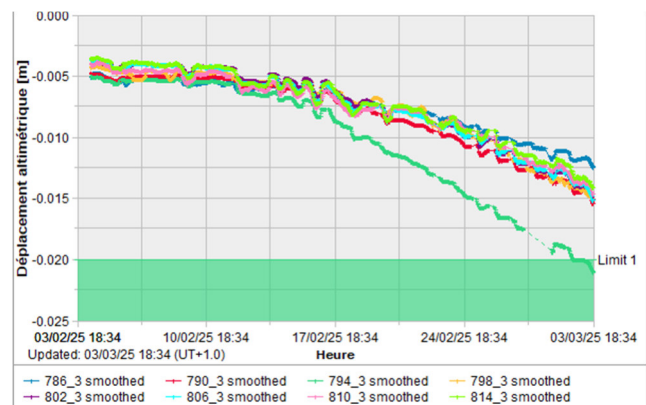


Figure 9. Persistance des mouvements – tassement file intérieure V2 (Géofit)

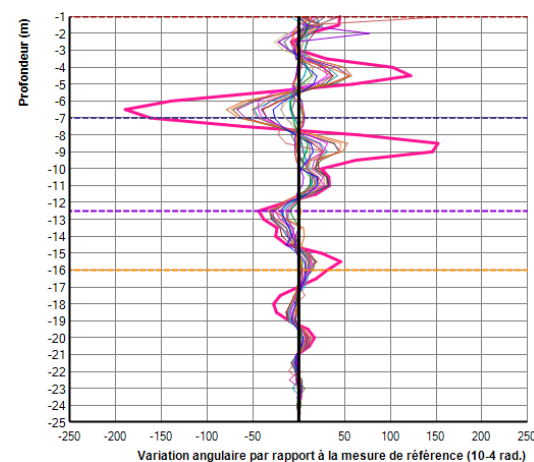


Figure 10. Km 63+790 piste V2 : Variation angulaire (10^{-4} rad.) entre 2022 et le 18/02/2025 (en rose).

SNCF Réseau, appuyé par ses géotechniciens, prend la décision de conforter l'ouvrage. L'étude de confortement de niveau G2 PRO est réalisée dans les délais les plus brefs.

4.2 Etude de confortement

4.2.1 Profil géotechnique de synthèse

Le profil géotechnique de synthèse est construit à partir de l'ensemble des sondages (carottés, tarières, pressiométriques, pénétrométriques) réalisés sur le remblai et des études précédentes (fig. 11). La lithologie retenue est la suivante : en crête de remblai une plateforme ferroviaire (beige) constituée de graves calcaires, en partie assise sur une poche de sable (jaune) puis le corps de remblai (rouge) majoritairement constitué d'argiles avec des hétérogénéités de nature et de plasticité, difficilement représentables dans un modèle simple. Le remblai repose sur une fine couche de colluvions (orange) granulométriquement hétérogène (argile-silt-sable et grave) recouvrant la craie (vert) du Campanien.

Un glissement de remblai est modélisé malgré le fait que le tube inclinométrique flambe et semble indiquer un tassement du remblai (fig. 10 §4.1)

Les travaux de palplanches côté V1 en 2020 ayant permis de réduire significativement les mouvements, il a été décidé de réaliser le même type de confortement sur cette zone en attendant un confortement définitif de l'ouvrage.

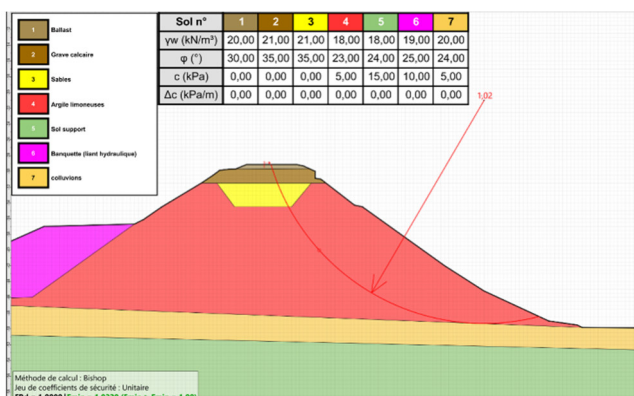


Figure 11. Profil géotechnique de synthèse.

Les caractéristiques mécaniques des matériaux sont fixées en prenant en compte la nature des matériaux et à l'aide des essais réalisés lors des précédentes campagnes d'investigations : essais triaxiaux, pressiométriques, pénétrométriques. Les valeurs c' et ϕ' sont ensuite affinées par rétro-calage [Collectif, 2025] sur la surface de rupture circulaire la plus défavorable impactant la voie 2 et passant à 9 m de profondeur dans le tube inclinométrique en crête de talus (pic de mouvement le plus profond).

4.2.2 Dimensionnement

A SNCF Réseau, l'objectif du confortement par clouage vertical à l'aide de palplanches est une amélioration de 25 % du coefficient de sécurité obtenu

à l'état initial [Talfumière, 2011]. Cet objectif de confortement est plus élevé que l'objectif de 10 à 20 % recommandé pour ce type de confortement [CETE, 2010]. En effet, ce mode de confortement implique des mouvements résiduels qui doivent être réduits pour les infrastructures ferroviaires, assez sensibles aux déplacements. Les pieux sont placés dans le tiers central du glissement.

Le dimensionnement est réalisé en utilisant la méthode des modules de réactions [Bourges, 1989].

Le calcul aboutit à la mise en œuvre de 84 palplanches AU14 de 13 à 14.5 m de longueur, implantées en quinconce selon trois lignes au tiers supérieur du remblai, avec un espacement de 1.44 m d'axe à axe entre deux palplanches d'une même ligne.

4.2.3 Suivi des mouvements en phase travaux

Lors de l'étude G2-PRO en urgence et du montage de la notice descriptive, il est apparu que la procédure de suivi ne suffisait pas car les travaux de battage engendrent des déplacements accrus du fait des vibrations. Une procédure spécifique aux travaux et prenant en compte la réduction de vitesse de 40 à 10 Km/h sur la période de battage a été mise en place. Cette procédure différencie les seuils et les mesures à prendre en fonction des vitesses de déplacement sur 3 jours glissants observées en Z sur les différentes cibles.

La procédure est construite de manière à être facilement applicable à partir du suivi topographique en continu, des observations visuelles et des mesures manuelles de la géométrie de la voie (logigramme fig. 12). En parallèle, l'entreprise prestataire des travaux avait été sensibilisée à la mise en application de la procédure et sur les éventuelles conséquences sur la productivité du chantier. La maîtrise d'œuvre étudie communiquait à chaque début de poste les différentes valeurs atteintes, les seuils dépassés, les vitesses, les dynamiques et les éventuelles mesures à prendre.

4.3 Réalisation des travaux

L'entreprise NGE TMF a remporté l'appel d'offres. Les travaux préparatoires ont été réalisés par Guintoli. Pour créer les futures plateformes de travail de la grue, il a fallu abattre de nombreux arbres puis terrasser une partie de la parcelle située en pied, qui a fait l'objet d'une acquisition foncière par SNCF Réseau. Ces travaux ont de plus été contraints par la présence d'une étable avec un toit en fibrociment, qu'il ne fallait pas détériorer. Le matériel de l'entreprise est composé d'une grue télescopique 230 T, d'un guide de battage, d'un compresseur 25000 l, d'un marteau pneumatique MAP1400 et d'un marteau pneumatique MAP2800.

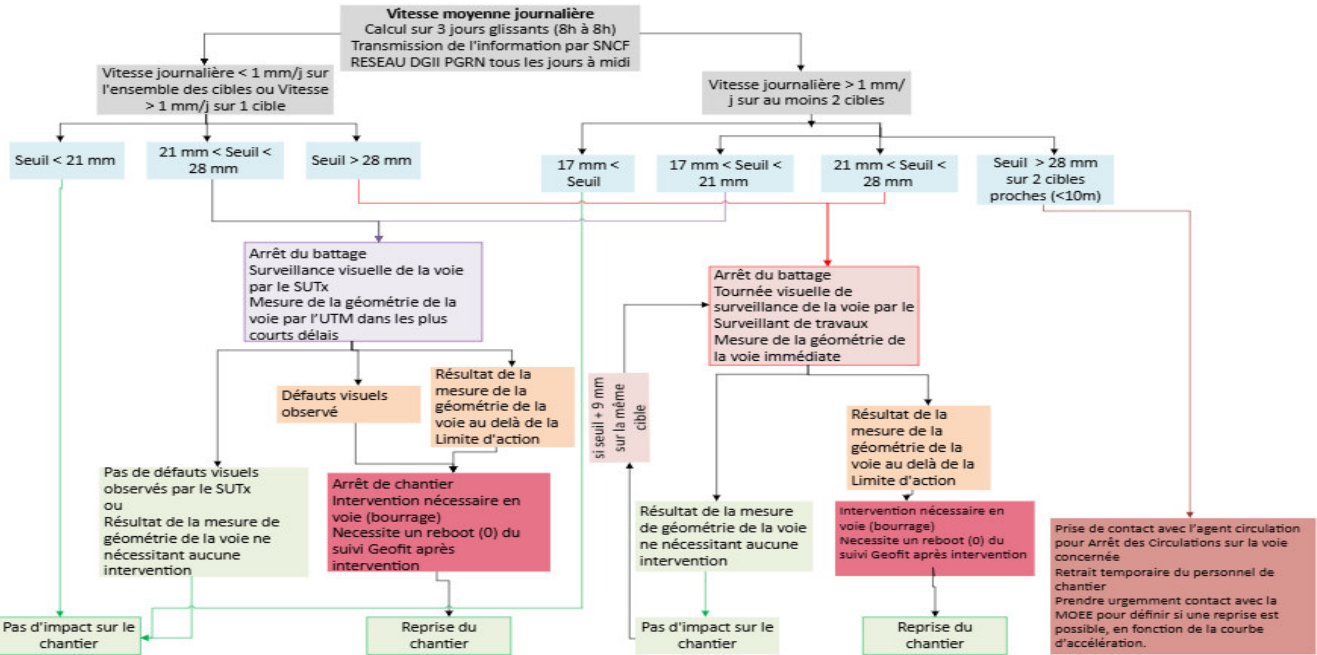


Figure 12. Protocole de suivi du remblai d'Apremont en phase de battage

La figure 13 montre le matériel et la méthodologie de mise en place des palplanches.



Figure 13. Photo du chantier le 4 juin 2025

Les travaux de battage proprement dit ont commencé le 21/05/2025 par un essai de battage avec contrôle des vibrations, suivi par le CEREMA, Cet essai conclut que les valeurs de vibrations respectent le référentiel SNCF Réseau tant que le battage est réalisé à plus de 3m d'une installation sensible, ce qui est le cas ici.

Dès le deuxième jour de battage, la vitesse de déplacement est supérieure à 1mm/jour sur deux cibles, la partie gauche du protocole s'applique.

Un moment du chantier a été particulièrement inquiétant, le jeudi 28 mai 2025. Alors que seules 22% des palplanches sont fichées et que l'atelier de battage est au cœur de la zone de désordre, le responsable de lot donne l'alerte à 18 h. La dernière mesure à 21 h relève un tassement de 23 mm dont 8 mm en 11 heures sur plusieurs cibles de la voie 2.

A partir de 21h, la cellule de mesure ne transmet plus aucune donnée alors que l'évolution sur la dernière mesure est très défavorable (fig. 14).

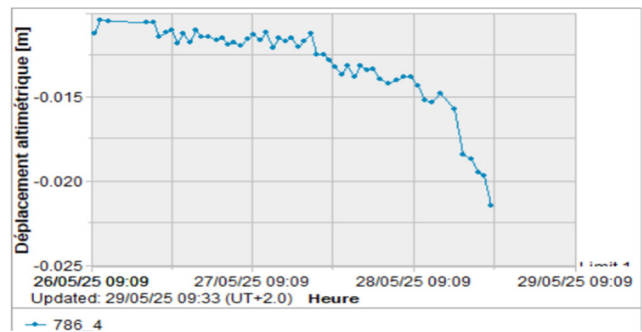


Figure 14. Déplacement en fonction du temps d'une cellule de mesure à 21 h le 28 mai 2025 (suivi Géofit).

Conformément au protocole pour un franchissement du seuil de 21 mm avec une vitesse supérieure à 1mm/jour sur au moins deux cibles, les actions suivantes sont engagées :

- Arrêt du battage
- Tournée visuelle par l'agent sur place
- Mesure de la géométrie de la voie.

L'alerte étant donnée après la fin de poste, la surveillance visuelle et la mesure de la géométrie de la voie ne sont réalisées que le lendemain matin avant la première circulation. La surveillance constate une faible évolution du défaut récurrent mais ne nécessitant pas de correction de la géométrie de la voie. La reprise du chantier est autorisée pour le lundi suivant. La transmission de donnée des tachéomètres automatique sera remise en service le 29/05 à 12 h ; le remblai avait tassé d'une façon telle que la station totale ne voyait plus les cibles à l'arrière des rails.

Suite à cet événement et afin de minimiser les risques, la procédure de battage est revue (battage au MAP1400 jusqu'au refus - 250 coups pour 50 cm puis battage au MAP2800 jusqu'à la longueur prescrite ou refus). Cette procédure permet de limiter l'utilisation du MAP2800 plus puissant et de réduire les mouvements. Le 28 mai avait été marqué par une forte cadence et l'utilisation quasi-systématique du MAP2800. Toutefois, les vitesses sur 3 jours glissants restent supérieures à 1mm/jour sur deux cibles jusqu'à ce que 85 % des palplanches soient battues à la cote prescrite.

Le chantier de battage s'est terminé le 23 juin : les palplanches ont pu être battues jusqu'à la cote projet. Les mouvements ont entraîné deux arrêts de battage et 3 reprises de la géométrie de la voie ont été effectuées sur la durée du chantier.

5 RESULTATS

En date du 09/01/2026, les suivis montrent une accalmie notable depuis les travaux de battage de mai 2025 : les tassements sont passés de de 123 mm au point maximum entre la mesure de février 2025 à juin 2025 à 8 mm entre juillet 2025 et décembre 2025. Le suivi en continu confirme ce ralentissement. De même, l'activité inclinométrique est passée de 17.5 mm/mois entre février et juillet 2025 à une activité presque nulle entre juillet 2025 à janvier 2026. Les détections de défaut en voie et les reprises de la géométrie sont en forte baisse. L'hypothèse du glissement semble confirmée par la stabilisation des mouvements avec un composante verticale qui se poursuit lentement mais avec une très faible composante horizontale.

6 DISCUSSION

L'apport d'un suivi automatique télégéré est précieux pour identifier rapidement les évolutions sur un ouvrage géotechnique instable et prendre les mesures adaptées dans des délais opérationnels. Cependant, pour qu'il soit efficace, il faut disposer d'un temps d'observation suffisant pour définir des seuils et un plan d'action clair précisant les rôles des différents acteurs, en fonction des seuils atteints. Ici, le suivi a permis d'assurer la sécurité des circulations, de réduire la surveillance humaine, de détecter les prémices d'une nouvelle instabilité et déclencher rapidement les travaux d'urgence. Une analyse des données par un expert géotechnicien reste indispensable.

La définition des seuils reste un exercice délicat où il faut équilibrer fréquence des alertes et niveau de sécurité recherché. Enfin, il faut tenir compte de la charge sur les opérateurs recevant les alertes pendant

une durée qui peut être importante. Des améliorations sont envisagées pour intégrer ces alertes dans un dispositif relié aux centres de supervision de SNCF Réseau qui disposent de personnels d'astreinte.

L'épisode du 28/05/2025 rappelle aussi que les méthodes de télégestion ne sont pas infaillibles et que l'expertise humaine en situation dégradée reste la base d'une gestion en toute sécurité.

7 CONCLUSION

Les différentes missions de diagnostic réalisées montrent que les mouvements sont liés à des tassements du remblai, avec une composante de fluage conduisant dans les phases de déplacement maximales à des phénomènes de type glissement. Les travaux de confortement ont permis de diminuer les mouvements mais n'ont pas suffi à stabiliser l'ouvrage durablement ni à lui rendre sa fonctionnalité nominale. De plus, des actions fréquentes de suivi et de maintenance des voies restent nécessaires. Dans le cas présent, la MOA considère que l'ouvrage en terre a atteint sa durée de vie et s'oriente donc vers une reconstruction à neuf avec substitution totale du remblai à l'horizon 2029-2030.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ensemble des acteurs (MOA, MOE, Infrapôle, Ingénierie SNCF Réseau et entreprise travaux) qui ont permis de garantir la sécurité des circulations et des voyageurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Belut. F., Mandour. H., Maridet. J., Talfumière. V., (2016), Retour d'expérience de 40 ans d'instrumentation inclinométrique sur le réseau ferré national, dans : JNGG, Nancy, France pp.628-635.
- Bourges F., Franck. R (1989). Fondations Profondes, Techniques de l'Ingénieur, C248-249.
- CETE de Lyon (2010). Préventions et stabilisation des glissements de terrain. Conception, mise en œuvre et maintenance des dispositifs. Guide technique.
- Collectif, (2025), Recommandations pour l'instrumentation des ouvrages géotechniques, CFMS
- Talfumière. V. (2011). Maintenance des ouvrages en terre sur le réseau ferré national, Revue française de géotechnique, N°134-135, pp 7-14.