



Ville de Gignac la Nerthe

Tunnel du Rove



Tête nord du tunnel



Un peu d'histoire

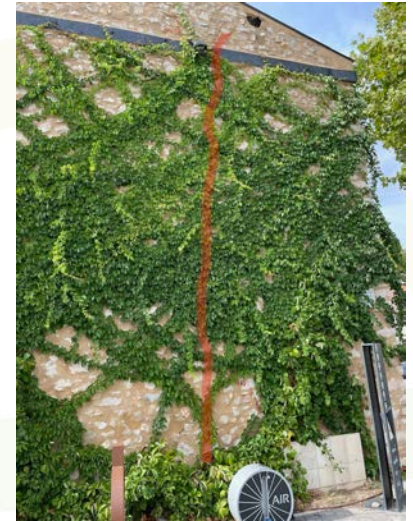
- Le tunnel du Rove est un tunnel-canal maritime percé sous la chaîne de l'Estaque qui fait communiquer le nord de la rade de Marseille avec l'étang de Berre. Il est considéré comme le plus long tunnel-canal maritime du monde (7,2 kms)
- Sa construction a débuté en 1915 et a mobilisé jusqu'à 3000 ouvriers
- La 1ère traversée eut lieu le 23 octobre 1926
- Il fut inauguré le 25 avril 1927 par le Président de la république Gaston Doumergue
- 1963 : un effondrement se produit sur la commune de Gignac la Nerthe et met fin au trafic sous le tunnel

Un ouvrage source d'inquiétudes depuis de nombreuses années

- Depuis de nombreuses années, M le maire sollicite le gestionnaire du tunnel afin de disposer d'un suivi et d'une analyse de l'ouvrage
- Des études et réflexions étaient menées dans le cadre d'une éventuelle réouverture à la courantologie du tunnel. Mais ces études, avec un but bien précis, n'apportaient pas le niveau d'analyse et de réponses souhaitées par M le maire.
- L'objectif a toujours été de mettre en place une relation de partenariat avec le gestionnaire et de disposer régulièrement de données techniques de suivi de l'ouvrage

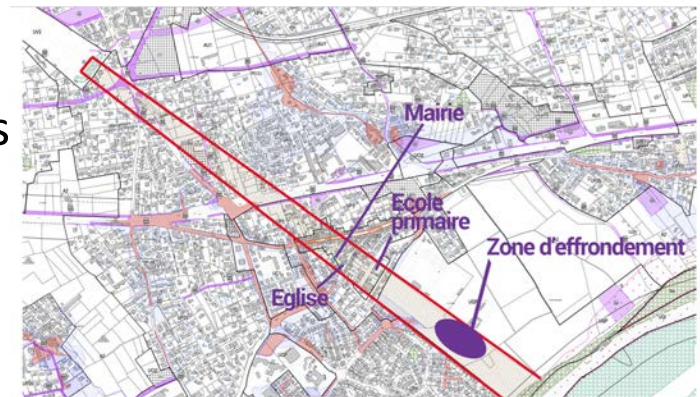
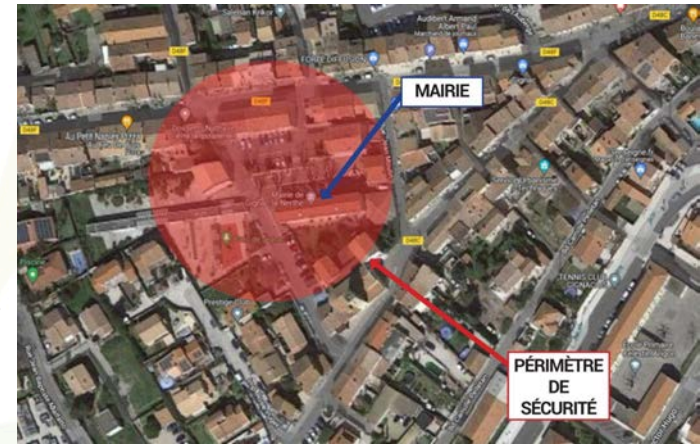
L'apparition de désordres en septembre 2022

- Les mouvements de bâtiments, tant publics que privés, constatés notamment en septembre ont ravivé les plus fortes inquiétudes au sujet du tunnel.
- En effet, un certain nombre de bâtiments, dont une partie situés sur l'emprise du tunnel, ont fait apparaître des fissures dont certaines ont généré des constats de périls imminents avec évacuation des habitants.
- Si l'année 2022 a été marquée par une sécheresse historique en France et en Europe, comment ne pas s'interroger pour les bâtiments qui ont subi de fortes dégradations et qui se situent dans l'emprise même du tunnel



La décision de protéger les populations

- **L'absence d'analyses récentes** du tunnel n'a pas permis d'écarter le risque majeur d'un effondrement de l'ouvrage.
- C'est pourquoi, afin de protéger la population, M le maire a pris un arrêté de police générale rendant inaccessible un **périmètre de 80 mètres** autour du point où les plus importants désordres bâtimentaires ont été constatés mi septembre. **Les services publics** (mairie, CCAS, GU) mais aussi **église** ont été rendus inaccessibles
- **L'école Arigon** (Marie Mauron) bien que n'étant pas dans ce périmètre de 80 mètres mais située sur l'emprise du tunnel a aussi été évacuée. Les classes ont été transplantées sur les écoles Douillet et Pagnol



- Les habitants qui l'ont souhaité sont relogés depuis par la mairie dans un camping à Carry le Rouet ainsi que dans une structure sur Vitrolles
- Les services publics ont été déplacés au sein de l'ancienne école Jules Ferry et dans les locaux de la DEJES au pole éducatif Mandela
- Des associations ont été déplacées
-



- M le maire a déclenché le **PCS (plan communal de sauvegarde)** et a créé une cellule de crise ainsi qu'un **comité d'experts** chargé d'analyser l'ouvrage
- Une précieuse **collaboration** s'est mise en place entre les acteurs suivants :
 - Le **GPM** gestionnaire du port
 - La **DDTM**
 - La **Sous-préfecture** et **Préfecture**
 - La **Mairie** de Gignac la Nerthe



Plusieurs structures expertes suivent dorénavant à la fois cet ouvrage mais aussi la surface :

- Le CETU (centre d'études des tunnels)
- Le BET Ginger
- GO-XPR (Laurent Duparc, géologue, Géophysicien, ingénieur géotechnicien)
- Fabrice Teboul (expert près la cour d'appel d'Aix en Po
près la cour de Marseille et président de la cellule nationale de recherche incendie)
- Société Eliaris avec pose de sondes pour suivre les éventuels mouvements de la mairie et de l'église notamment
- Le SDIS 13
- Le BRGM (bureau de recherches géologiques et minières)



Une analyse du tunnel complexe à mettre en œuvre

- La **dimension de l'ouvrage** (22 mètres de large, 15 mètres de haut), des berges en partie abimées, une hauteur d'eau d'environ 4 mètres, rendent **l'analyse de la voute particulièrement complexe** à mettre en œuvre
- **Une barge a du être amenée** à la tête nord puis être montée et enfin une nacelle a été posée sur cette barge. L'objectif étant que les experts puissent analyser de très près la voute



Quelques illustrations



Quelques illustrations



Les différentes analyses et résultats

- Visite d'inspection du tunnel par 6 experts du CETU (du 14 au 25 novembre 2022) :
 - Quelques précisions :
 - L'inspection du CETU a pour but de mettre à jour la connaissance de l'état apparent du revêtement du tunnel : détection de nouveaux désordres ou évolution de désordres existants
 - Les observations réalisées sont croisées avec les éléments d'archives et les différents contextes géologiques et géotechniques
 - Un rapport définitif sera produit par le CETU pour mi 2023 mais les 1eres conclusions présentées en séance de travail du 25 novembre 2022 sont une base de discussion importante

– Inspection du CETU, principaux résultats :

- Au droit de la zone évacuée par la mairie, **le CETU n'a pas observé d'évolution majeure (visible) de l'état du revêtement** (pas de nouveaux désordres significatifs ou d'évolution notable des désordres existants) par rapport aux observations effectuées dans la période 2004/2007
- Certains « défauts » notamment au niveau de la déformation ou du « déplacement » de certains anneaux n'avaient pas été notés dans les visites antérieures (2004/2007) mais, selon le CETU, ces mouvements pourraient dater de l'époque du creusement du tunnel. Il ne semble donc pas y avoir d'évolution notable

– Inspection du CETU, principaux résultats (suite) :

- Des décalages de plusieurs cm entre anneaux consécutifs ont été relevés durant l'inspection du CETU. Ces désordres géométriques n'étaient pas reportés sur les anciens relevés d'inspection. Pour autant, il s'agit de désordres que l'on peut rencontrer sur les tunnels de cette dimension construits à cette époque, souvent d'origine, lors du creusement
- Concernant la corrosion de certaines têtes d'ancrage observée dans certains secteurs, le CETU précise qu'il s'agit de boulons à ancrage réparti et non de tirants, le scellement des boulons semble bien réalisé et sain.

- Le CETU indique surtout **qu'un tel ouvrage ne peut pas s'effondrer « à la minute »**. Des signes avant coureurs apparaîtront nécessairement des semaines voire des mois avant
- Pour l'effondrement de 1963, des désordres importants étaient apparus plusieurs années avant l'évènement.
- Le constat visuel réalisé par le CETU n'indique pas d'évolution importante de la structure coté Nord depuis les derniers relevés effectués en 2004
- A priori, il n'y a pas de raison qu'il y ait une évolution soudaine de la structure du tunnel sans signe précurseur

- Par ailleurs M Duparc, précise que, même en cas d'effondrement non détecté de la voute, **le volume de terre situé au dessus de la voute est tel qu'il est impossible que la totalité des horizons de terre qui se situent entre le haut de la voute et la surface s'effondrent à la minute.**
- Ainsi, dès ce stade des études et expertises, **il ressort qu'un effondrement à la minute de l'ouvrage suivi d'un effondrement de tous les horizons situés au dessus est un scénario fort peu probable et peut être écarté.**

Analyse par le Bureau d'études GINGER

- Le BET Ginger est intervenu semaines 48 et 49 pour analyser l'horizon se situant juste au dessus de la voute du tunnel
- Principaux commentaires et conclusions :
 - De nombreuses difficultés d'ordre diverse (logistique, environnement maritime, vitesse et mouvements du bateau...) ont été rencontrées pour mettre en œuvre la méthodologie d'analyse prévue
 - Les deux types d'antennes ont été testées (300 et 800 MHz) mais les signaux de l'antenne 300 MHz (investigation plus profonde mais résolution inférieure) qui auraient du permettre de « reconnaître » l'état des terrains encaissants sur une longueur de 2 à 3 m environ au-delà de la voute ont été amortis plus rapidement que prévu. Dans les secteurs du tunnel qui ont présenté certaines anomalies localisées au niveau des signaux radar, des sondages ont été réalisés. Ces derniers, d'une longueur globale de 2 m, sont restés dans la structure maçonnée du tunnel et n'ont pas recoupé les terrains encaissants

Analyse par le Bureau d'études GINGER

- Dans les secteurs à « anomalies », **les sondages carottés existants ont fait l'objet de passage caméras sans donner lieu non plus à des signalements particuliers**
- Ginger, en seconde analyse, doit vérifier la validité des corrélations entre les anomalies observées et les indices observés en tunnel (venue d'eau, dégradations superficielles du revêtement...)
- Principales conclusions du BET Ginger :
 - **la voute est globalement « épaisse » sans gros désordres avec absence de vides significatifs sur les parties analysées**
 - Il n'est pas rapporté de lien particulier entre les désordres observés sur les structures en surface et les perturbations détectées par les signaux radars
 - Il est à noter toutefois que des réparations ponctuelles peuvent être à envisager sur le revêtement, notamment au niveau de certaines fuites d'eau, de joints à rétablir ...
- Le rapport final du BET Ginger sera rendu fin décembre ou début janvier et reprendra les principales conclusions exposées ci dessus¹⁹

Analyse en surface par GO-XPR

- Analyses des dommages géotechniques récents affectant le centre ville supervisées par M Duparc
- M Duparc : géologue, géophysicien, ingénieur géotechnicien, expert de justice civile et administrative
- Précisions :
 - La ville historique de Gignac s'est développée sur le piémont nord du chaînon calcaire de la Nerthe, en aval du contact entre :
 - Les calcaires massifs Urgoniens au nord : très résistants
 - Les marnes noires du crétacé moyen : roches argilocalcaires à passées gréseuses, assez compactes, relativement étanches lorsque non fracturées et produisant des sols argileux par altération

- Ces formations sont traversées par le Tunnel du Rove qui emprunte le tréfonds de la commune de Gignac
- La limite entre les calcaires massifs et les marnes se situe sensiblement au droit du tracé de l'A55
- En aval, de cette limite géologique, plusieurs fontis successifs se sont produits en 1963, venant effondrer la voute du tunnel puis se propageant jusqu'à la surface

Un effondrement « à la minute » est-il possible ?

- Réponse de GO-XPR sur la base d'un calcul :
 - Selon un calcul théorique, un fontis survenant par des ruptures à 45° à partir des $2/3$ de la hauteur des reins du tunnel concernerait un prisme de terrain quasi-trapézoïdal haut de 46 m, large de 18 m en pied et de 110 m en tête, soit un prisme voisin de 2 800 m².
 - Compte tenu d'un coefficient de foisonnement moyen de 1,3, une telle hypothèse de fontis conduirait à la production d'un volume effondré de 3600m³/ml.
 - Ce volume foisonné estimé permettrait de remplir la totalité du prisme d'effondrement mais aussi presque 3 fois la section courante du tunnel
 - Cette approche indique que le scénario d'une rupture isotrope de l'encaissant rocheux sous l'effet d'une défaillance de la voute ne peut pas se traduire à la minute par des mouvements rejoignant la surface

- Lors de la réunion du comité d'experts du 15 décembre 2022, M Duparc a rappelé que l'effondrement de 1963 a été précédé de nombreux signaux précurseurs en terme de dégradation du soutènement du tunnel
- M Duparc a précisé qu'il était **possible de conclure à la sécurité actuelle du tunnel et donc à une réintégration possible des personnes évacuées et à une réouverture des voiries fermées**, sous la condition d'un suivi visuel minimal de l'absence d'évolution de l'état de l'ouvrage

Conclusion générale

- L'ensemble des études et actions réalisées entre mi-septembre et mi-décembre dépassent les 500 000 euros.
- Il reste une expertise importante et qui n'a jamais été réalisée : l'analyse des horizons qui se situe entre la voute et à remonter jusqu'à 5-10 m de la surface (la partie près de la surface ayant été analysée par GO-XPR). Cette analyse complètera l'ensemble des expertises réalisées mais n'est pas un point bloquant pour la décision de levée du périmètre de sécurité. Elle sera réalisée au 1^{er} semestre 2023 par le BRGM
- Un décompte final des montants engagés sera rendu public lorsque toutes les analyses seront terminées. Mais la somme totale pourrait dépasser les 7 à 800 000 euros
- **Au final, ce sera la 1ere fois dans l'histoire du tunnel que de telles analyses auront été réalisées afin de mieux connaitre et suivre cet ouvrage remarquable**

Conclusion générale

- Les résultats des reconnaissances effectuées en surface par la campagne de sondages (GO-XPR) ainsi que celles effectuées en souterrain par le CETU (inspection visuelle) et GINGER (mesures radar) ne mettent pas en évidence la présence de dégradations ni de vides importants dans les terrains proches de la surface, ni de vides et de désordres significatifs sur la structure de l'ouvrage proprement dit
- Ces conclusions peuvent donc constituer une aide importante à la décision du maire et des élus

Conclusion générale

- Une surveillance du tunnel doit être mise en place
- Un tel ouvrage va probablement nécessiter différents niveaux de surveillance
- Cela peut aller de la surveillance visuelle de l'ouvrage jusqu'à la réalisation à nouveau d'expertises du niveau de celles qui viennent d'être réalisées
- Il faut maintenant déterminer le niveau des expertises, leurs fréquences...

- Si la décision de lever le périmètre de sécurité était prise, il est bien évident que les bâtiments faisant déjà l'objet d'un arrêté de péril imminent ne pourront pas voir les habitants revenir
- La levée du périmètre de sécurité permettra de revenir à une gestion « classique » des périls imminents, ordinaires ...

The background features a large, stylized logo in shades of green and yellow. The logo consists of several thick, curved lines that form a shape reminiscent of a stylized 'G' or a leaf. In the lower right corner, the text 'ville de Gignac la-Ner' is visible in a light, semi-transparent font, partially obscured by the logo's lines.

Éléments complémentaires

- Au delà des analyses et expertises présentées ci-avant, il était important de comprendre et surtout mesurer les phénomènes qui ont entraîné en surface autant de fissures et désordres sur les bâtiments. Puisque cela ne vient pas du tunnel, il était important de comprendre les phénomènes, l'ampleur des phénomènes et leurs conséquences
- Ce point est extrêmement important car, compte tenu des désordres constatés sur de nombreux bâtiments, la ville doit, pour défendre au mieux ses administrés mais aussi son propre patrimoine, **disposer d'un maximum d'informations permettant d'obtenir la reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle**

- Sous la coordination de M Duparc, 39 sondages pénétrométriques et 37 carottages au carottier battu, répartis de façon statistique autour de la mairie et de la rue de la République, ont été réalisés
- L'ensemble de ces sondages démontrent la présence d'une couverture d'altération d'épaisseur et de consistance variable, plutôt résistante mais limitée aux premiers mètres sous la surface du sol
- La sensibilité au RGA est variable : $1 < \text{VBS mesuré} < 6$
- Elle est localement significative, **ce qui ne peut qu'induire des mouvements de sols irrésistibles en cas de sécheresse exceptionnelle**
- Ces caractéristiques viendront fortement appuyer la future demande de reconnaissance d'état de catastrophe naturelle que va demander la ville

Une question importante demeure :

Quel avenir pour le Tunnel du Rove ?