



Tunnel "Croix Rousse" d'une rive à l'autre

www.tunnelcroixrousse.fr

JOURNAL N°4

DÉCEMBRE 2010

À LA UNE

BILLET

Tout savoir sur les fermetures du tunnel

Le suivi de la géologie, les mesures de vibrations et l'explication du phénomène d'onde de choc figurent en bonne place de ce quatrième numéro. Nous avons aussi jugé utile de faire le point sur l'avancée des travaux de creusement à l'explosif - commencés côté Saône depuis l'automne, et à venir côté Rhône début 2011 - qui imposent pour des raisons de sécurité, la fermeture du tunnel routier existant pendant les fenêtres de tir. Une moyenne de deux à trois tirs par jour et par côté est prévue - quatre à six tirs lors des périodes les plus denses - chaque tir donnant lieu à une fermeture de la circulation dans les deux sens. Ces mesures sont indispensables pour pouvoir effectuer les tirs, et s'assurer ensuite que le tunnel existant n'a subi aucun dommage avant sa réouverture. Pour permettre aux usagers d'organiser leurs déplacements, un important dispositif d'information sur les horaires de fermeture du tunnel a été mis en place : sur les panneaux à message variable du Grand Lyon, en messages sur les radios partenaires, ou par un service gratuit d'envoi de mails et sms...

Pour toute information ou inscription, une seule adresse :

www.infotrafic.grandlyon.com

LA RÉDACTION

www.tunnelcroixrousse.fr

E-mail : communication@tunnelcroixrousse.fr

SOMMAIRE

2 ON EN PARLE

Creusement et confortement ont commencé • La géologie de la Croix-Rousse passée au peigne fin • Gneiss, granite : des roches formées de petits grains • Une colline frontière entre deux formations géologiques

4 GRAND ANGLE

Fermeture pour creusement : 1h30 dans la vie d'un tunnel

6 ENVIRONNEMENT

Ressources naturelles : l'eau placée sous haute surveillance • Prévention : la colline instrumentée • Bruit : une lutte de tous les instants • Maîtriser les vibrations et comprendre l'onde de choc

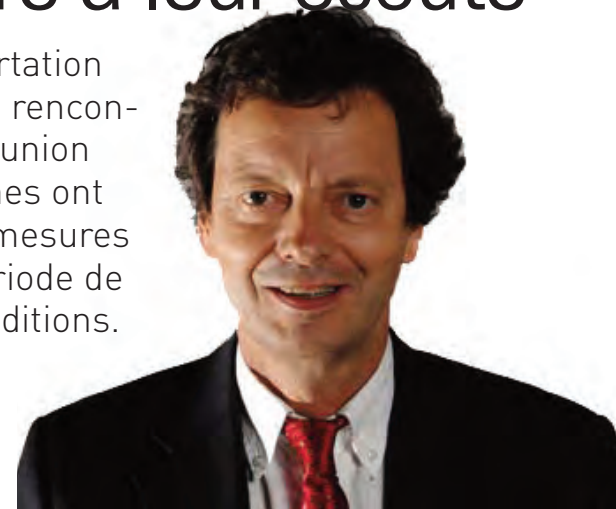
8 ENSEMBLE

Métier : Quinto Erdas, organisateur de surboum • Le tunnel récompensé : prix « ville d'avenir »

Entretien avec Gérard Claisse, vice-président du Grand Lyon, en charge de la participation citoyenne

« Expliquer les travaux aux riverains et être à leur écoute »

Suite aux premiers tirs, la concertation avec les associations locales, les rencontres avec des habitants et une réunion publique avec les riverains proches ont permis d'apporter de nouvelles mesures pour permettre de vivre cette période de chantier dans les meilleures conditions.



En réponse aux ressentis des riverains sur les premiers tirs, vous avez animé, fin novembre, une réunion publique. Qu'en ressort-il concrètement ?

Pour les habitants des quartiers Serin - Entrepôts - Gillet, les premiers tirs ont été ressentis comme anxiogènes. C'est pourquoi, les équipes du groupement en charge des travaux et celles du Grand Lyon se sont mobilisées pour les accompagner dans cette phase, puis les informer en réunion publique de l'avancement des travaux. Afin d'améliorer la perception des travaux, donc la vie des riverains, plusieurs nouvelles mesures d'accompagnement ont été décidées : atténuation de l'effet de surprise par la mise en place d'une alerte sonore précédant le tir, extension du périmètre des référé préventifs, renforcement du plan de localisation des capteurs de vibrations, diminution du bruit engendré par les alarmes sonores de recul des camions et engins de chantier, atténuation du bruit à la source provoqué à chaque tir par l'installation d'un second dispositif en tête de tube. Ce chantier, dans un environnement urbain, est à tout point de vue exceptionnel et les riverains sont aujourd'hui en première ligne. Demain, au fur et à mesure de l'avancement sous la colline, le bruit lié aux tirs s'atténuera progressivement. Après demain, avec l'aménagement très qualitatif de l'avenue Birmingham, du quai Gillet, du bas-port Gillet et la réalisation du pont Schuman le quartier bénéficiera d'un cadre de vie beaucoup plus agréable. D'ici là, toutes les équipes restent

à l'écoute pour répondre au mieux aux attentes des riverains.

Les riverains s'interrogent sur la technique utilisée. Pouvez-vous nous expliquer ce choix par rapport à la solution tunnelier ?

Les possibilités restreintes d'implantation du nouveau tunnel ne permettaient pas une configuration optimum pour la mise en place d'un tunnelier. Les emprises de chantier réduites de chaque côté du tunnel auraient nécessité l'occupation partielle des voies de circulation, incompatible avec notre objectif de maintenir la circulation dans le tunnel existant. Par ailleurs, le Grand Lyon s'est engagé auprès du préfet à livrer l'ouvrage mis en sécurité en février 2014. L'utilisation d'un tunnelier aurait augmenté le temps de creusement, car il nécessite des délais de fabrication, de montage, de mise en œuvre et de démontage inexistant dans la méthode explosive. De plus, la technique traditionnelle à l'explosif permet le creusement depuis l'entrée Saône et l'entrée Rhône de manière simultanée, impossible avec un tunnelier. La méthode explosive permet de contrôler visuellement la géologie rencontrée après chaque tir et d'adapter précisément les méthodes de travail pour se donner le maximum de marges de sécurité, ce que ne permet pas le tunnelier.

Après ces premiers mois de creusement, pouvez-vous faire un point sur l'avancement des travaux ?

Le creusement a commencé depuis l'entrée Saône. Durant les mois de septembre et octobre 2010, les premiers 70 mètres du tunnel ont été creusés par une fraise mécanique. Les premiers tirs ont été effectués début novembre. Avant la fin de cette année, les premiers 200 mètres du tunnel seront atteints. Côté Rhône, les premiers tirs commenceront en début d'année 2011. La route est encore longue, mais jusqu'à présent tout se passe comme prévu. Un faisceau de capteurs de vibrations, d'instruments géologiques et de cibles topographiques est en place. Les géologues du projet travaillent en collaboration avec le Centre d'études des tunnels (CETU). Cet organisme d'État a notamment pour rôle de contrôler les instruments de mesures mis en place et d'alerter les constructeurs en cas de vibration trop importante. À ce jour, il n'a été constaté aucun dépassement des seuils réglementaires. Il faut préciser que le voisin le plus proche des travaux est le tunnel routier existant (situé à environ 10 m de celui en creusement). Jusqu'à présent, il réagit très bien. En résumé, si les capteurs humains ont manifesté quelques signes d'inquiétudes tout à fait légitimes, tous les capteurs techniques délivrent aujourd'hui des mesures totalement rassurantes. ■

Travaux souterrains

Creusement et confortement ont commencé

Alors que les travaux de confortement côté Rhône viennent de se terminer pour laisser place au creusement, l'entrée dans la colline du côté Saône a débuté depuis l'automne dernier. Au printemps 2012, après moins de deux années de chantier, les deux équipes de mineurs opéreront la jonction de la galerie de sécurité au cœur de la colline. Sur 1,7 km, deux tiers du creusement se feront par le côté Saône et un tiers côté Rhône.

Pour le moment, tout se déroule conformément au calendrier prévisionnel du chantier. « Nous mettons tout en œuvre pour respecter nos plannings afin de commencer l'excavation avant fin décembre 2010 », déclare Philippe Laborie, directeur des travaux des ouvrages extérieurs.



Côté Rhône, le creusement a commencé avec la réalisation d'une boîte d'entrée en terre (octobre 2010) qui sécurise les travaux souterrains. Le creusement mécanique a débuté mi-décembre.

1 TÊTE RHÔNE : L'ENTRÉE EN TERRE SÉCURISÉE

Avant de pouvoir creuser à l'explosif (technique majoritairement utilisée pour le tunnel de la Croix-Rousse), il a été nécessaire de procéder à des travaux d'aménagement du terrain, au niveau de l'entrée, pour garantir la stabilité des structures environnantes, et pouvoir excaver en toute sécurité. Côté

“ La géologie est compliquée. Elle nous impose l'adaptation de nos techniques au fur et à mesure de notre avancement. ”

Rhône, la sécurisation de l'entrée en terre est terminée depuis peu. Durant l'été, les équipes ont construit une paroi en béton projeté, nécessaire au confortement de la pente naturelle du terrain situé au-dessus de l'entrée du tunnel. Haute de 17 mètres, cette paroi est renforcée par des clous d'ancrages inclinés de manière à consolider le terrain. En novembre, c'est la boîte d'entrée en terre (voir pages centrales du Journal n°2) qui a pris forme. Elle a été réalisée grâce à deux parois verticales de chacune environ dix pieux de béton ancrés dans le granit sain, parallèles et butonnées entre elles. Une projection de béton renforcé par des clous en fibre de verre a permis de sécuriser l'entrée des

engins de creusement mécaniques dans le massif.

L'ensemble de ces travaux conséquents de génie civil se fait dans le respect de l'environnement urbain. Les responsables du chantier ont engagé des moyens pour limiter les nuisances envers les riverains : choix des matériels, protections phoniques, phasage des opérations. Des mesures régulières des émergences sonores ont pour but de contrôler le respect des seuils définis par la réglementation en vigueur.

Avant le début du creusement, la totalité des emprises a été asphaltée, et une balayeuse passe régulièrement pour assurer la propreté du chantier et limiter la propagation des poussières.

2 TÊTE SAÔNE : S'ADAPTER À LA GÉOLOGIE RENCONTRÉE

Depuis début septembre, trois équipes organisées en trois postes travaillent au creusement côté Saône du lundi matin au samedi après-midi. Au cinquantième mètre, une voûte parapluie a été réalisée grâce à des tubes métalliques de forte inertie. Cette structure a permis de renforcer et de maintenir le terrain situé au-dessus des premières excavations et de sécuriser le personnel et l'environnement. L'excavation mécanique a été utilisée plus longtemps que prévu, la dureté de la roche n'étant pas au rendez-vous ! Dès l'entrée dans le gneiss, au début du mois de novembre, les tirs d'explosifs ont été nécessaires.

Ces premiers tirs d'essais ont permis d'appréhender le comportement du tunnel routier existant et de dimensionner au plus juste les charges explosives des tirs suivants. « La géologie est compliquée. Elle nous impose l'adaptation de nos techniques au fur et à mesure de notre avancement », commente Adrian Orts, l'ingénieur travaux responsable du creusement côté Saône. Ce sont principalement les techniques de soutènement intervenant après la phase de creusement, qui doivent être adaptées à la géologie rencontrée. Dans un tel contexte, l'expérience des chefs de chantier permet d'appréhender le terrain et de transmettre les bonnes consignes aux chefs d'équipe et aux mineurs. L'ensemble des acteurs – direction des travaux, acheteurs... – doit aussi faire preuve de réactivité pour ne pas ralentir le creusement.

« Nos équipes sont motivées, ce n'est pas leur premier chantier, et certains ont déjà travaillé ensemble car le monde des travaux souterrains est comparable à une famille, ajoute Adrian Orts. C'est un milieu solidaire où chacun fait preuve de courage pour s'adapter à un milieu sombre, confiné et humide, et de rigueur pour respecter les consignes de sécurité. Depuis le début, les équipes font du bon travail et avancent sereinement. » ■



Chantier

La géologie de la Croix-Rousse passée au peigne fin



La géologie du plateau de la Croix-Rousse se différencie du reste du sol lyonnais.

Grâce à des campagnes de sondages effectués dans la roche, les géologues du chantier connaissent précisément la composition de la colline de la Croix-Rousse.

On trouve principalement du miocène, du gneiss et du granite, et les minéraux sont disposés en couches superposées. Cette étape de reconnaissance essentielle permet de creuser avec efficacité et en toute sécurité.

Le creusement de la nouvelle galerie du tunnel de la Croix-Rousse a été précédé de campagnes de reconnaissances géologiques et géotechniques à l'aide de sondages répartis sur le linéaire du tracé. Un carottage horizontal long de 350 à 380 mètres a été réalisé dans l'axe du futur tube, à chaque tête, pour localiser et caractériser

mécaniquement les premiers matériaux rencontrés. En complément, une douzaine de carottages verticaux – soit 800 mètres linéaires au total – effectués au-dessus du tracé jusqu'aux fondations du projet, ont permis de traverser les diverses couches géologiques, et d'en identifier l'épaisseur et les caractéristiques. À ces mesures, il faut encore ajou-

ter vingt-cinq sondages subhorizontaux courts, qui ont été pratiqués dans le plafond du tunnel existant, pour déterminer les caractéristiques des granites et des gneiss situés dans la partie centrale du tracé.

QUATRE COUCHES MINÉRALES SUPERPOSÉES

Les résultats de ces sondages – complétés par des essais *in situ* et en laboratoire – montrent que la colline de la Croix-Rousse est constituée de quatre couches géologiques, à savoir du sommet jusqu'à la base : des terrains Quaternaires de type argile sablo graveleuse et sables grossiers ; des terrains du Pliocène, qui se présentent sous la forme d'une argile à cailloutis ; des terrains du Miocène, qui sont des sables argileux plus ou moins grésifiés ; et enfin un socle cristallin et cristallophyllien principalement composé de gneiss et de granite. Ce sont en grande majorité des sols très anciens (400 millions d'années) et d'une grande dureté.

Le creusement du premier tunnel routier, entre 1939 et 1952, avait déjà établi la composition du massif rocheux de la Croix-Rousse – Miocène, gneiss et granite – une première base documentaire qui a été exploitée par les géologues du chantier. Les recherches géologiques ne mentionnent aucun accident tectonique ou faille sur la colline de la Croix-Rousse dans la zone du projet. Toutefois, les sondages complémentaires ont permis de confirmer les informations d'archives, et de définir les conditions de creusement de la seconde galerie, « mode de transports doux. » ■

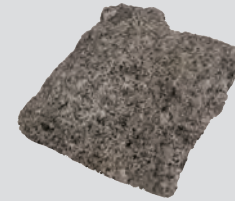
LE SAVIEZ-VOUS ?

Gneiss, granite : des roches formées de petits grains



Le gneiss est une roche composée de la recristallisation d'autres roches –

quartz, mica, feldspath – de tailles suffisamment importantes pour être identifiées à l'œil nu. Sa structure en feuillets ou « lits » est généralement due à une déformation qui s'est produite en même temps que la recristallisation. On trouve généralement du gneiss dans les parties profondes, érodées, des chaînes de montagnes.



Le granite est le résultat du refroidissement lent de grandes masses de magma résultant de la fusion partielle de la croûte terrestre continentale il y a des millions d'années.

C'est une roche très dense et d'une grande dureté entièrement cristallisée et composée de minéraux visibles à l'œil nu formant de petits grains, d'où son nom dérivé du latin granum (« grain »). On dénombre aujourd'hui près de 500 couleurs de granite différentes. Le granite forme l'essentiel de la croûte continentale de la planète.

Gros plan

Fraise mécanique : un appétit à grignoter du rocher



Pour avancer suffisamment loin dans la colline et limiter les nuisances dues aux tirs de mines, les premiers 70 mètres du tunnel côté Saône ont été creusés à l'aide d'une excavatrice mécanique surnommée « fraise ». Dotée d'un bras mobile de haut en bas et de gauche à droite, cette machine de 95 tonnes dispose, pour grignoter la roche – en l'occurrence de la molasse (Miocène) et du gneiss – d'une tête rotative formée de 200 pics en acier équipés de pointes en carbure [dérivés du carbone]. La roche grignotée tombe directement dans des « excavateurs », puis est dirigée à l'aide de « pinces crabes » sur un tapis roulant qui la fait tomber directement dans la benne des camions. Il ne reste plus qu'à évacuer la roche vers l'extérieur du chantier. ■

GEOLOGIE

Une colline frontière entre deux formations géologiques

Le plateau de la Croix-Rousse constitue un replat peu accidenté (en forme de colline) qui s'établit à environ 250 m d'altitude, soit 80 à 90 m au-dessus du Rhône et de la Saône. Les flancs abrupts de ce plateau sont nommés « balmes ». Le versant est du plateau correspond à la limite entre le plateau du Lyonnais (à l'ouest) et la plaine de Lyon (à l'est). Le plateau du Lyonnais se rattache à la chaîne du Massif central, qui a été modelée par les bouleversements des ères géologiques successives. Quant à la plaine de Lyon, elle s'est étendue suivant des failles nord-sud, sous l'effet du fossé d'effondrement rhodanien initié au début de l'ère Tertiaire, il y a près de 65 millions d'années, et de l'extension due aux premiers mouvements des Alpes.

Fermeture pour creusement 1 h 30 dans la vie d'un tunnel

Rendues nécessaires au moment des tirs, pour la sécurité des usagers, les fermetures du tunnel routier existant se produiront à raison de deux à trois par jour et par côté, jusqu'au printemps 2012. Mais que se passe-t-il pendant la durée de ces fermetures, soit environ 1 h 30 à chaque fois ? Le journal du tunnel

de la Croix-Rousse vous fait découvrir en images la partie visible du chantier, ainsi que l'envers du décor : aux entrées du tunnel, et à l'intérieur de la colline, des équipes s'activent pour assurer le balisage et la fermeture de l'ouvrage, le bon déroulement du tir, puis l'ensemble des vérifications visuelles et scientifiques



TIR

...10 minutes...

Balisage et fermeture du tunnel

La procédure de balisage et de fermeture du tunnel démarre une demi-heure avant le tir, déclenchée par un échange de fax entre le chantier et le poste de contrôle des tunnels du Grand Lyon. Les deux accès au tunnel sont fermés et les automobilistes sont dirigés vers les itinéraires de substitution (S3 dans le sens Rhône-Saône et S9 dans le sens Saône-Rhône), clairement balisés par des panneaux de signalisation jaune et noir (photos 1, 2 et 3).

.....20 minutes.....

Raccordement des charges explosives entre elles

Alors que le balisage et la fermeture du tunnel sont en cours, les explosifs sont chargés dans les trous de mine préalablement forés. Pendant la phase de tir, les deux sens de circulation du tunnel routier sont fermés à la circulation sous l'autorité du poste de contrôle des tunnels du Grand Lyon. Après avoir constaté la fermeture effective du tunnel dans les deux sens de circulation, le responsable sécurité exploitation chantier donne l'autorisation à l'équipe d'avancement de raccorder les explosifs entre eux, de les relier à l'exploseur, puis de déclencher l'alerte sonore de l'imminence du tir (photo 4).

Après vérification des procédures de sécurité, la mise à feu est enclenchée et l'explosion, composée d'une succession de petites explosions en chaîne, retentit durant 8 secondes environ.

Après l'évacuation des poussières provoquée par l'explosion, qui prend environ 10 minutes, le responsable de la sécurité fait l'inspection du front de la ligne d'explosion. Si elle n'a pas connu d'incident, l'inspection du tunnel est terminée et la procédure de fermeture est terminée. Pendant ce temps, l'équipe d'exploitation effectue les vérifications visuelles et scientifiques complètes.

t unnel

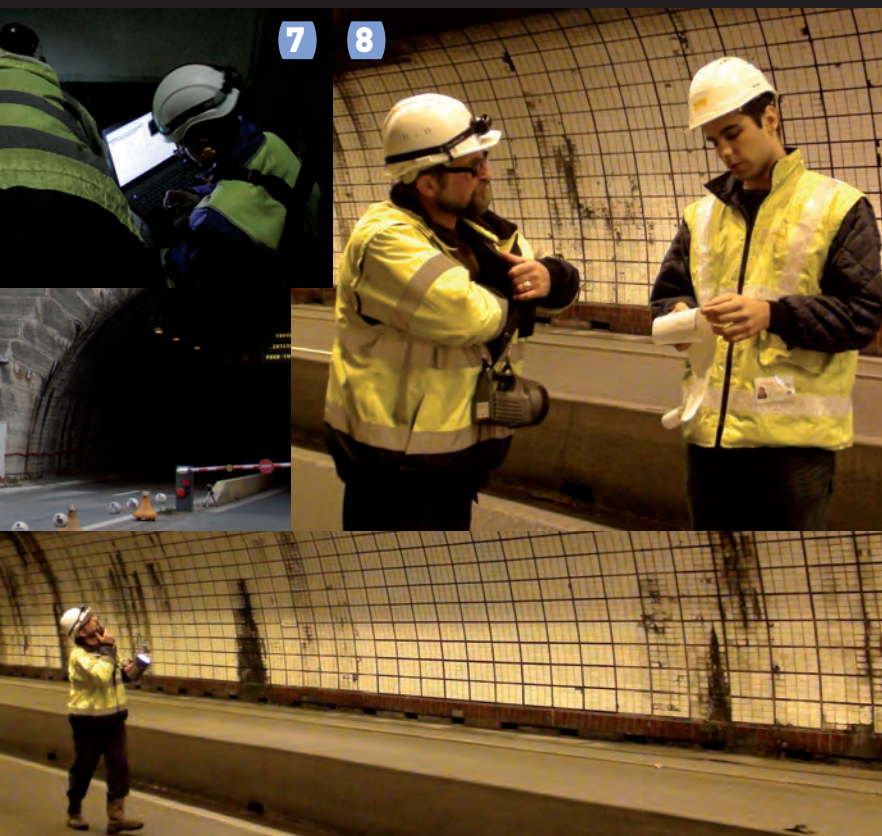
qui permettent sa réouverture à la circulation. Un processus exigeant, renouvelé en boucle jour et nuit selon des procédures rôdées, qui privilégient la sécurité des usagers et des mineurs, ainsi que la stabilité des ouvrages de proximité, et se situent au cœur du savoir-faire des travaux souterrains.

Des fermetures communiquées en amont aux usagers : adaptation du service alerte mail SMS

Le service infotrafic du Grand Lyon a mis en place depuis l'été 2010 un système d'alerte mail et sms gratuit sur abonnement permettant aux usagers d'être informés des grands incidents trafic de l'agglomération lyonnaise. Après une phase d'expérimentation concernant les fermetures du tunnel de la Croix-Rousse, le service s'adapte et va proposer à ces abonnés à partir du 20 décembre 2010 :

- une information prévisionnelle la veille de chaque fermeture, avec une précision de plus ou moins quatre heures ;
- consultable sur le site www.infotrafic.grandlyon.com en rubrique « Actualités »
- par l'envoi d'un mail à titre indicatif ;
- **un envoi systématique de SMS + mail 1 heure avant la fermeture effective de l'ouvrage (de 7 h à 19 h du lundi au vendredi).**

Les horaires de fermeture sont également communiqués sur les radios partenaires (radio Espace, Hit and Sport, RCF, Impact FM, radio Scoop, radio Pluriel, Virgin radio, Lyon Première), affichés sur les panneaux à message variables du Grand Lyon et disponibles sur le serveur vocal au 0 800 15 30 50 (gratuit depuis un poste fixe).



.....50 minutes.....

Vérification du tir et de la possibilité de réouverture du tunnel

on des gaz et des quées par le tir (photo 5), 30 minutes, le a mise à feu réalise ont pour contrôler si le tir incident. Dans le cas où sif n'a pas fonctionné, nnel existant est stoppée e tir reprend au départ. s, le responsable sécurité tue une inspection e du tunnel routier estimée

à 40 minutes. L'ensemble de l'ouvrage est passé en revue, et plus particulièrement la zone se situant à plus ou moins 100 m de part et d'autre du tir qui vient d'être effectué. L'équipe d'inspection vérifie que l'explosion n'a pas provoqué de désordres apparents sur la structure et sur les équipements d'exploitation et de sécurité – notamment les gaines de ventilation – du tunnel (photos 6, 7 et 8). Grâce à l'instrumentation de la colline et du tunnel existant, chaque tir donne lieu à un

..10 minutes..

Déballisage, réouverture du tunnel

ensemble de mesures des vibrations dont l'enregistrement est transmis aux géologues du chantier. Si aucune anomalie n'est constatée à l'issue de leur analyse, le tunnel est rouvert à la circulation (photos 9 et 10).

À SAVOIR : Les appareils de mesure des vibrations transmises au tunnel existant sont fournis et mis en œuvre par le Centre d'Étude des Tunnels (CETU), un organisme d'État faisant autorité en matière de travaux souterrains.

Ressources naturelles

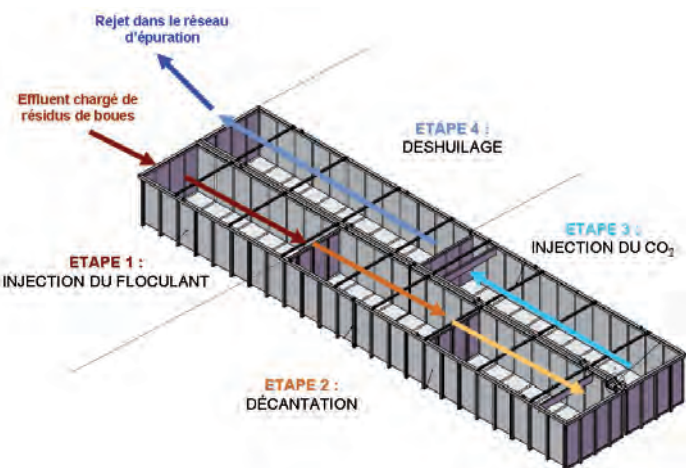
L'eau placée sous haute surveillance

Le respect de l'eau et le rejet d'une eau traitée figurent parmi les engagements majeurs du groupement lauréat du projet. Pour atteindre cet objectif de développement durable, des bassins de traitement des eaux ont été construits aux deux têtes du tunnel, côté Rhône et côté Saône. Équipés d'un déshuileur, d'un système de décantation, d'un régulateur du pH, ils permettront de traiter efficacement les eaux d'exhaure – les eaux de pluie qui s'écoulent dans le sous-sol – qui seront induites par le chantier, avant qu'elles soient rejetées dans

le réseau d'assainissement urbain. Le traitement des effluents – les eaux résiduelles chargées de résidus de boues – issus du creusement, consiste à en éliminer les matières en suspension et à en neutraliser le Ph, afin de se conformer aux seuils fixés par la réglementation en vigueur. Les analyses de l'effluent sont réalisées par un laboratoire indépendant.

Pour la majeure partie, les eaux traitées sont issues du massif de la Croix-Rousse (eaux de drainage) et du ruissellement sur les plates-formes (eaux de pluie). ■

Fonctionnement du bassin de traitement des eaux du chantier pendant les travaux du tunnel



Les bassins de rétention des eaux en phase d'exploitation 2014

En plus de la construction des bassins de traitement des eaux du chantier, des bassins de rétention qui serviront dès 2014, en phase exploitation du tunnel rénové, ont été prévus et construits en plusieurs étapes entre la rentrée et le début de l'automne 2010.

L'anticipation de ces travaux, qui nécessitaient de creuser en profondeur sous les installations existantes, a permis au chantier d'installer par la suite l'ensemble des hangars et magasins nécessaires à l'avancement, puis d'enrober les installations afin de faciliter leur entretien.



HORAIRES DE CHANTIER

Concilier le calendrier et la vie de quartier

Confrontées à la double nécessité d'un rythme de travail soutenu pour répondre à l'impératif de sécurité des hommes qui travaillent sur le chantier et celle des structures avoisinantes, mais aussi de respecter les calendriers d'avancement (Le Grand Lyon s'est engagé auprès du préfet à la mise en sécurité réglementaire du tunnel de la Croix-Rousse en février 2014), les entreprises de construction ont établi les horaires de chantier suivants :

- **Côté Saône**, les travaux de creusement ayant démarrés depuis plusieurs mois et le chantier étant déjà bien entré en terre, les équipes travaillent à présent en continu (24h/24) du lundi 6h au samedi 14h, et sont interrompues le dimanche ;
- **Côté Rhône**, depuis le début des travaux de creusement, mi-décembre 2010, les équipes ont adopté les mêmes horaires que l'équipe Saône : 24h/24, du lundi 6h au samedi 14h avec une interruption hebdomadaire le dimanche.

Prévention

La colline instrumentée



Pour s'assurer de la stabilité des terrains et des bâtiments situés à proximité et au-dessus de l'axe du tunnel pendant le creusement de la nouvelle galerie, les entreprises en charge des travaux ont mis en œuvre un arsenal de mesures préventives. Outre la mise en place d'une procédure de référés préventifs (voir ci-après) et les travaux de consolidation des structures alentours, des instruments de mesure ont été installés sur le bâti situé à proximité des travaux, dans le tunnel routier existant et sur le tracé de la future galerie, pour surveiller les éventuels mouvements de la colline pendant les travaux. Ainsi, des tassomètres (appareil de mesure du tassement des sols, pour

prévenir l'affaissement des terrains), des inclinomètres (appareil mesurant l'inclinaison verticale des terrains) et des piézomètres (appareil de mesure des variations du niveau des nappes phréatiques) ont été implantés par des opérations de forage. Ces procédés d'auscultation géologique sont complétés de nombreux relevés topographiques. L'ensemble des données collectées est traité automatiquement grâce à un logiciel permettant d'établir des représentations graphiques précises du site. Les résultats de ces mesures permettent aux géologues de contrôler en temps réel et en permanence le comportement du sol et du sous-sol, et d'ajuster en conséquence les dispositifs de creusement à l'explosif. ■

Bruit

Une lutte de tous les instants



Situé dans un environnement urbain très dense, le chantier de la Croix-Rousse a fait de la lutte contre le bruit une préoccupation permanente. Pour limiter les nuisances sonores occasionnées aux riverains, les équipes travaux incluent dans chaque opération un facteur bruit, dont la maîtrise dépend de différents paramètres comme le choix des matériels, la mise en place autant que possi-

ble de protections phoniques, ou encore un phasage des opérations qui concentre les pics de production sonore. La vérification régulière des niveaux de bruit, réalisée pendant différentes phases de travaux (mesures ponctuelles et mesures continues), permet de les contrôler, même si certaines opérations ponctuelles nécessitent des matériels provoquant des émissions sonores élevées. ■

Mesures ponctuelles du bruit à proximité des travaux.

Une requête particulière concernant le bruit ?

Contactez l'équipe du chantier au **06 79 84 43 44** de 6h à 22h et laissez votre message et vos coordonnées. L'équipe traite toutes les demandes et vous contactera dans le cas où des précisions sont nécessaires.

Maîtriser les vibrations et comprendre l'onde de choc

Ces vibrations provoquées par les tirs de mines effectués dans le tunnel font l'objet d'un suivi de la part des géologues du chantier, conformément aux recommandations de la circulaire ministérielle du 23 juillet 1986, et à celles, régulièrement mises à jour, qui émanent de l'Association française des tunnels et de l'espace souterrain (AFTES). Cette surveillance s'appuie sur les lois d'amortissement des ondes dans l'environnement du tunnel. Concrètement, ce suivi s'effectue grâce à un réseau de capteurs implantés à proximité du chantier, selon un périmètre défini avec

les experts du Centre d'études des tunnels (CETU) qui est un organisme d'État. Les experts mesurent les vibrations émises en temps réel à chaque tir. De plus, les mesures enregistrées sont relevées et analysées par les géologues après chaque explosion.

DEUX PHÉNOMÈNES DIFFÉRENTS

Grâce à cette instrumentation de la colline, il est possible de mesurer de manière précise et objective les vibrations mécaniques transmises par le sol, pour les contrôler. Il convient cependant de distinguer

ces vibrations, qui peuvent avoir un impact sur la stabilité des bâtiments, de l'onde de choc produite par l'explosion, qui se traduit elle par un bruit aérien. En effet, toute explosion entraîne un phénomène physique, qui met l'air sous pression. C'est cet air compressé qui, en cherchant à s'échapper, « tape » sur chaque obstacle rencontré sur sa route. Cette « onde » peut donc faire vibrer les fenêtres des bâtiments avoisinants en les heurtant, alors que la structure du bâtiment reste immobile. Les « vibrations » relèvent alors du ressenti de chacun et non d'un mouvement réel du sol. ■

Référés préventifs

Un état des lieux à l'échelle d'un quartier

De même qu'un locataire procède à un état des lieux avec le bailleur, avant de prendre possession des lieux, les entreprises de construction procèdent, à la demande du Grand Lyon, le maître d'ouvrage du projet, à des référés préventifs, qui consistent à dresser un constat officiel de l'état des constructions avoisinant le chantier. Objectif de ces procédures ? Faciliter la gestion des dommages éventuels, en supprimant tout litige sur l'état initial des bâtiments, et éviter de rendre les travaux responsables de dommages antérieurs au chantier. Dans ce but, une méthodologie et un périmètre situé autour de l'axe du tunnel ont été définis par les spécialistes du chantier et validés par le Grand Lyon. Saisi par le groupement d'entreprises, le tribunal administratif a désigné un collège d'experts chargés de réaliser les référés préventifs.

UNE EXPERTISE DU BÂTI EN PLUSIEURS PHASES

Leur mission consiste à visiter les immeubles, afin de produire un état des lieux des parties communes et des logements, en présence du propriétaire (ou du locataire mandaté par le propriétaire en cas d'absence), d'un ingénieur du groupement d'entreprise et éventuellement d'un représentant du Grand Lyon. Étant donné le grand nombre de logements concernés (environ 2000), les référés préventifs ont été programmés en trois phases, jusqu'en juin 2011, en commençant par les entrées du tunnel, pour converger vers son centre. Les deux premières phases sont à présent terminées.

La troisième phase, correspondant aux logements situés entre les rues Lasalle et Raymond, a été programmée au premier semestre 2011.

Au fur et à mesure, des assignations sont transmises aux syndicats de copropriété, pour organiser les visites des logements et parties communes.

Suite aux premiers tirs du côté Saône, et à la demande du Grand Lyon, le périmètre des référés préventifs initialement défini va être réadapté afin d'inclure d'autres bâtiments dans la procédure. ■

Métier

Quinto Erdas, organisateur de surboum

Même si la technologie mise en œuvre est aujourd'hui très sûre, Quinto Erdas, chef de chantier et boutefeu des travaux de la Croix-Rousse, a une responsabilité importante: celle de réaliser les tirs d'explosif. Un métier à part, qui exige un sang-froid permanent, et s'appuie sur un respect draconien des règles de sécurité.



Trente ans d'expérience ont fait de Quinto Erdas un expert en matière de tirs d'explosif.

Être calme, réfléchi, méthodique, est pour Quinto Erdas, boutefeu sur le chantier de la Croix-Rousse, une seconde nature. Rester de glace est pour lui indispensable, par contraste avec son activité professionnelle: c'est lui qui déchaîne le feu. Il est à la baguette pour effectuer le creusement à l'explosif de la future ga-

alors la mèche placée au bout d'une tringle servant à mettre le feu aux poudres. Il a par la suite désigné l'artificier, quand les premiers feux d'artifices sont arrivés en France, pour célébrer l'anniversaire de Louis XIV. Mais l'activité du boutefeu d'aujourd'hui a été révolutionnée par la technologie: «Nous utilisons à la Croix-Rousse une méthode appelée Morse (pour "module de repompage et de sensibilisation d'émulsion") qui nous permet de travailler en toute sécurité, commente Quinto Erdas. Aucun explosif n'est stocké sur le site, et les trois composants de l'émulsion Morse ne peuvent exploser séparément. Ce n'est que vingt minutes après le mélange avec un engin spécifique que l'émulsion est sensibilisée.» Les tirs d'explosif s'effectuent par ailleurs selon un rigoureux plan de tir qui indique l'emplacement de chaque trou, chaque charge et l'ordre de leur mise à feu. Le boutefeu a la tâche délicate de vérifier le bon raccordement des charges explosives, puis il déclenche le tir à l'aide d'un explosif, comparable à une grosse batterie et communément appelé «marmotte» par les mineurs.

GARANT DES RÈGLES DE SÉCURITÉ

«Les travaux souterrains constituent un monde à part au sein du BTP, confie-t-il. Nous nous retrouvons sur différents chantiers et formons une grande famille.» Au sein de cette famille, le boutefeu a un rôle clé à jouer, en tant que responsable de l'application des règles de sécurité. Ses trente ans d'expérience ont fait de Quinto Erdas un expert des sous-sols, capable de réagir vite pour adapter ses méthodes en cas d'apparition d'un événement inattendu. Parmi ses nombreux souvenirs sous terre, il aime particulièrement évoquer le creusement de plusieurs galeries sous la Mer de glace, dans le massif du Mont Blanc. Malgré les conditions de travail difficiles – montée en téléphérique, un kilomètre à pied et 350 marches à gravir pour accéder au site – il se souvient surtout de ce chantier dans un décor féérique, alliant la glace au feu. ■

UNE ACTIVITÉ TECHNOLOGIQUE

Le boutefeu est l'héritier d'une longue tradition. Jadis, «Boutez le feu» est l'ordre de tir que le militaire donnait pour la mise à feu d'un canon, le mot «boutefeu» désignant

Le prix « Ville d'avenir » pour le tube modes doux

Le Grand Lyon a été primé « Ville d'avenir » aux Trophées Éco Actions grâce au projet Tunnel Croix-Rousse et la création d'un tube de sécurité, dédié aux modes de transports doux.

Le 7 décembre, lors de la cérémonie de remise des prix, placée sous la présidence d'honneur du président de l'Assemblée nationale, Bernard Accoyer, Gilles Vesco (vice-président du Grand Lyon chargé des nouvelles mobilités urbaines) et Maxime Chatard (chef de projet, service tunnels - direction de la voirie du Grand Lyon) ont reçu le prix de Ville d'avenir remis par la célèbre navigatrice Isabelle Autissier (présidente du WWF et marraine de la cérémonie).

L'association Les Éco-Maires, qui organise depuis vingt ans les Trophées Éco Actions, récompense les actions les plus remarquables en matière de développement durable. Une quinzaine d'opérations ont été primées parmi les 290 dossiers reçus cette année, déclinant les thématiques environnementales sous toutes leurs formes.

Les trophées ont été remis en présence de la vice-présidente de l'Assemblée nationale, Catherine Vautrin et du secrétaire d'État chargé du Logement et de l'Urbanisme, Benoist Apparu. ■

D'HIER À AUJOURD'HUI

La Sainte-Barbe, une tradition perpétuée



Depuis le début du chantier de creusement, une statuette de sainte Barbe, placée à l'entrée du tunnel côté Saône, perpétue une tradition très ancienne. Selon la légende, Sainte Barbe, née au II^e siècle de notre ère en Asie mineure (actuelle Turquie), est une martyre chrétienne qui fut emprisonnée par son père Dioscore, de religion païenne, qui souhaitait la soustraire au prosélytisme chrétien. Elle réussit à s'échapper mais il la retrouva. Furieux de voir que sa fille de 16 ans, malgré l'emprisonnement,

ne voulait pas abjurer sa foi chrétienne, Dioscore demanda qu'elle soit jugée par le tribunal de Marcien, le gouverneur romain de la province. Opposant sa foi à tous les supplices qu'elle subit, elle fut finalement condamnée à être décapitée, le 4 décembre, au sommet d'une montagne. Son bourreau fut son propre père: lui laissant à peine le temps de faire une prière, il lui trancha la tête, mais fut immédiatement frappé par la foudre qui réduisit son corps en cendres.

Pour cette raison, tous les corps de métiers utilisant la poudre et le feu l'ont choisie comme sainte patronne, en particulier ceux des travaux souterrains. C'est ainsi qu'une statuette de sainte Barbe est placée à l'entrée des tunnels en construction pour veiller sur les mineurs, qui fêtent toujours la Sainte-Barbe le 4 décembre. Autrefois, les mineurs travaillaient jour pendant la quinzaine précédant cette date, pour faire relâche trois jours de suite au moment de la fête. Aujourd'hui, on continue à célébrer une bénédiction, et à se rassembler autour d'un bon repas. Ce jour-là, la tradition veut que les ouvriers coupent les cravates de leurs supérieurs! Pour l'anecdote, l'histoire de Barbe étant basée sur des sources plus ou moins légendaires, son nom a été supprimé du calendrier par l'Église en 1969, et remplacé par celui de Barbara!

1939 1952 2010



Cegelec



Trimestriel édité par les entreprises en charge des travaux de rénovation du tunnel de la Croix-Rousse. Directeur de la publication: Manuel Saez-Prieto Impression: Cattaueud Direction de la publication: Chantier du Tunnel de la Croix-Rousse – 17, quai Gillet – 69004 Lyon e-mail: communication@tunnelcroixrousse.fr Tél.: 04 78 30 38 60 Conception et réalisation: Idé Edition Photos: Hubert Canet/Balloide photo, VINCI Site: www.tunnelcroixrousse.fr. Imprimé sur du papier recyclé.