

DIALOGUE TERRITORIAL PHASE 2

SÉQUENCE 2 ENJEUX D'IMPLANTATION D'UN TUNNEL

RETROUVEZ PLUS D'INFORMATIONS SUR :

WWW.LIGNE-MONTPELLIER-PERPIGNAN.COM

11 DÉCEMBRE 2025 - NARBONNE



Une démarche séquencée depuis l'automne 2024

Séquence 1

- Réunion de lancement le 21 novembre 2024
- Groupes de travail thématiques en mars 2025
- Réunion de restitution le 23 septembre 2025



Séquence 2

- **Ateliers d'approfondissement le 11 décembre 2025**

Pourquoi sommes-nous réunis ?

Répondre à vos questionnements sur les thématiques identifiées lors de la première séquence

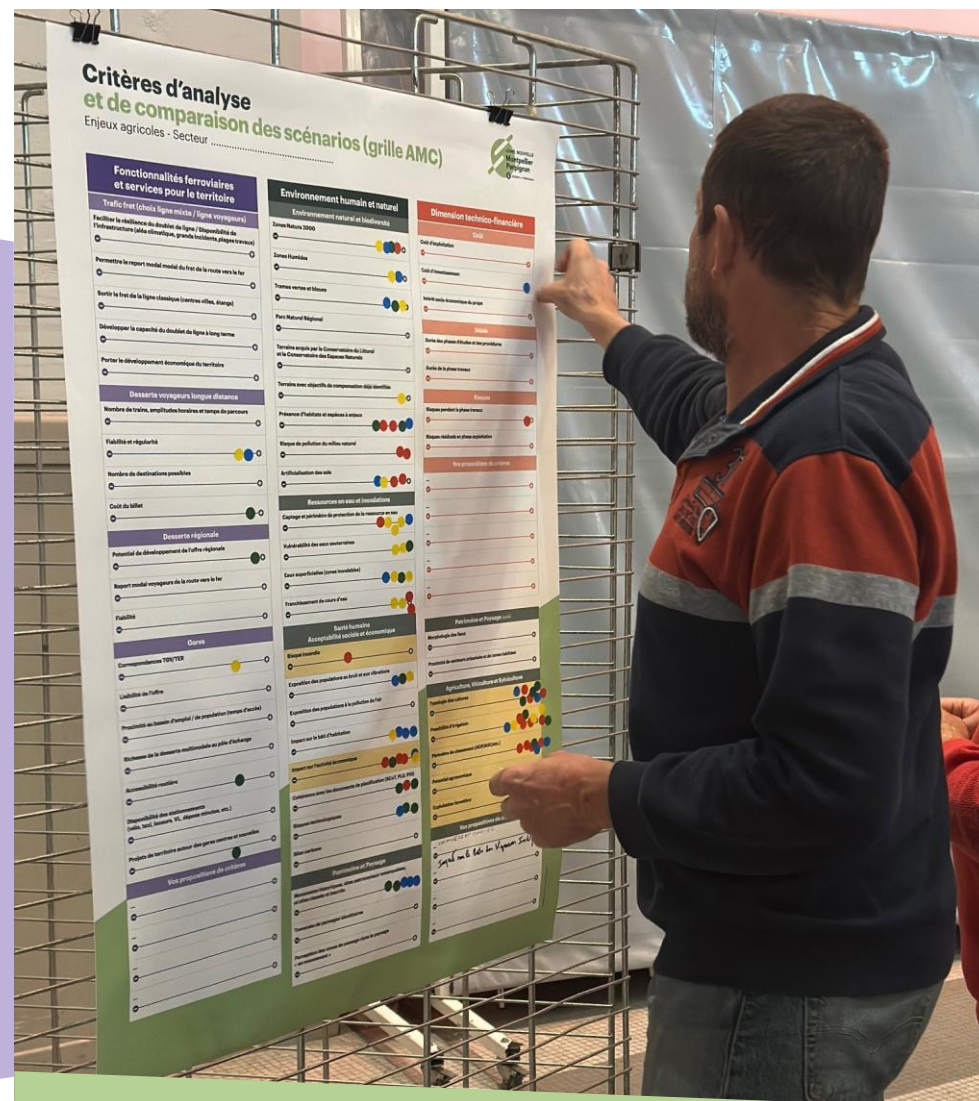
Approfondir votre compréhension de sujets techniques grâce aux apports d'experts

Poursuivre la préparation de la concertation publique du printemps 2026

Enseignements de la première séquence du dialogue territorial - Thématique Voyageurs & Mixité

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

- **Des besoins d'approfondissement techniques sur les enjeux d'un tunnel** dans le cadre des études portées sur le territoire des Corbières
- **La mixité est globalement demandée par les acteurs du territoire**
- **La complémentarité entre ligne existante et ligne nouvelle est un enjeu clé** : la ligne nouvelle ne doit pas remplacer la ligne existante mais renforcer la capacité globale du réseau.
- **Le potentiel de résilience au changement climatique constitue un argument, et un levier d'adhésion fort**



On répond aujourd'hui à vos demandes d'approfondissement sur les enjeux d'un tunnel !

Au programme de notre réunion

10h

- **Point d'actualité sur le projet et la démarche** : où en est-on ?
- **Présentation des garants CNDP**
- **Panorama des enjeux d'un tunnel**
 - Éléments de définition et enjeux d'un tunnel
 - La zone karstique
 - Les tunnels en zone karstique
- **Echanges collectifs**

10h45

- **Travail participatif** : échanges directs et contributions en 3 groupes

→ Atelier 1 : Les enjeux karstiques, géologiques et hydrographiques du territoire - 35'

Les risques constructifs et la ressource en eau

→ Atelier 2 : Les modes de réalisation d'un tunnel - 35'

Coût, calendrier, impacts environnementaux et paysagers, phase chantier

→ Atelier 3 : Les conditions d'exploitation d'un tunnel - 35'

Entretien, ventilation, sécurité, exploitation ferroviaire, vitesse, vibrations, impacts environnementaux, configuration définitive du tunnel

12h30

- **Restitution collective** des travaux en groupe
- **Et après ?** La concertation préalable du 7 avril au 19 juin

Fin de la réunion à 13h

On tourne pour que chacun participe aux 3 ateliers !

Intervenants présents

SNCF Réseau

- **LUBRANO Stéphane**, Directeur de la mission LNMP
- **MIS Sébastien**, Directeur Adjoint de la mission LNMP
- **FESTOR Nathalie**, Coordinatrice de la phase 2
- **WITTERSHEIM Aurélie**, Chargée de mission Environnement Phase 2
- **GIBBE Anne-Lise**, Responsable de la concertation

Bureaux d'études et experts

- **CAMUS Hubert**, Expert géologue et directeur scientifique, CENOTE
- **AMIOT Jean-Baptiste**, Responsable d'études tunnel, SETEC
- **DES ROBERT Jean**, Responsable d'études techniques, ARTELIA





Point d'actualité du projet et de la démarche

Un doublet de lignes complémentaires formant ensemble un réseau ferroviaire plus performant

PHASE 1

MONTPELLIER ↔ BÉZIERS

 **52,3 km** de ligne nouvelle
+ **7 km** de raccordements

 **Ligne mixte**
(fret + voyageurs)

 Démarrage des travaux
avant fin 2029

 Mise en service
à l'**horizon 2034**

 **2 Mds d'€** CE 2020

PHASE 2

BÉZIERS ↔ PERPIGNAN

 **97,7 km** de ligne nouvelle
+ **23 km** de raccordements

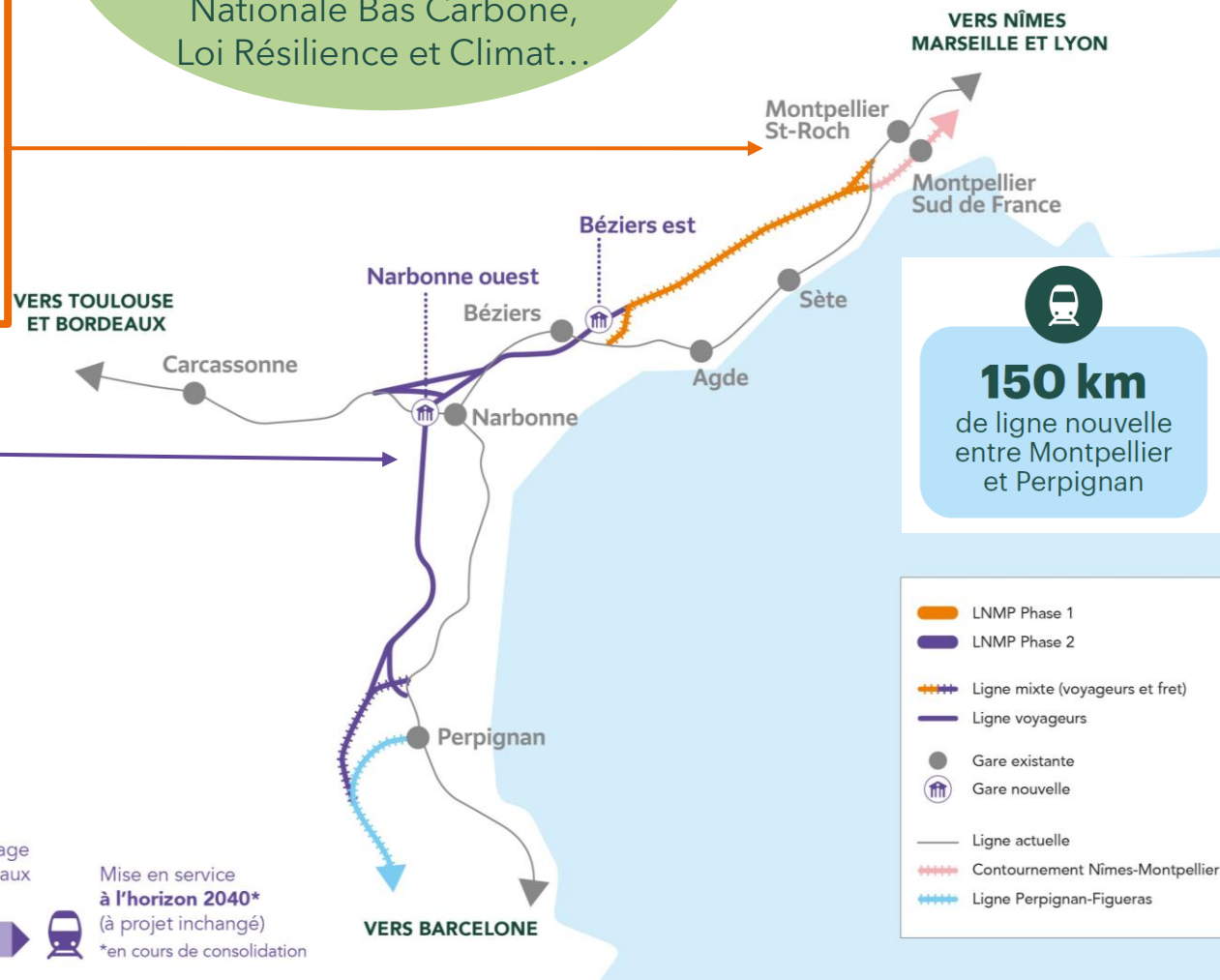
 **2 gares nouvelles**

 Mise en service
à l'**horizon 2040***
(à projet inchangé)
*en cours de consolidation

 **4 Mds d'€** CE 2020

Un projet qui s'inscrit
dans les grandes
démarches nationales :
Loi d'Orientation des
Mobilités, Stratégie
Nationale Bas Carbone,
Loi Résilience et Climat...

Un projet
prioritaire à
l'échelle
européenne



2024/2025

- Compléments d'études sur la mixité et les gares nouvelles
- Dialogue territorial



2026/2028

Concertation sur les fonctionnalités (2026) puis concertation sur le tracé (2027-2028)



Déclaration d'Utilité Publique



Démarrage des travaux



Mise en service à l'**horizon 2040***
(à projet inchangé)
*en cours de consolidation

PHASE 2

Les temps de concertation à venir pour la phase 2 du projet

2026 : Nouvelle phase de concertation, notamment sur les fonctionnalités de la ligne nouvelle

- **Voyageurs ou mixité** : 3 scénarii proposés (projet de référence + 2 variantes)
- **Gares nouvelles** : 6 scénarii proposés (projet de référence + 5 variantes)

2027-2028 : Phase de concertation continue, notamment sur les tracés



Du 7 avril au 19 juin 2026

Concertation préalable en application de l'art. L.121-12 du Code de l'Environnement

- Par décision des partenaires co-financeurs lors du Copil du 11 juillet 2025
- Une concertation sous l'égide de la CNDP, dont les modalités sont déterminées en accord avec les garants
- Une concertation qui porte sur l'opportunité et les caractéristiques du projet.



Anne-Isabelle Pardineille
Philippe Quévremont

Garants de la concertation

Les valeurs de la Commission nationale du débat public



INDÉPENDANCE

Vis-à-vis de toutes les parties prenantes



NEUTRALITÉ

Par rapport au projet



TRANSPARENCE

Sur son travail



ARGUMENTATION

Approche qualitative des contributions, et non quantitative



ÉGALITÉ DE TRAITEMENT

Toutes les contributions ont le même poids, peu importe leur auteur



INCLUSION

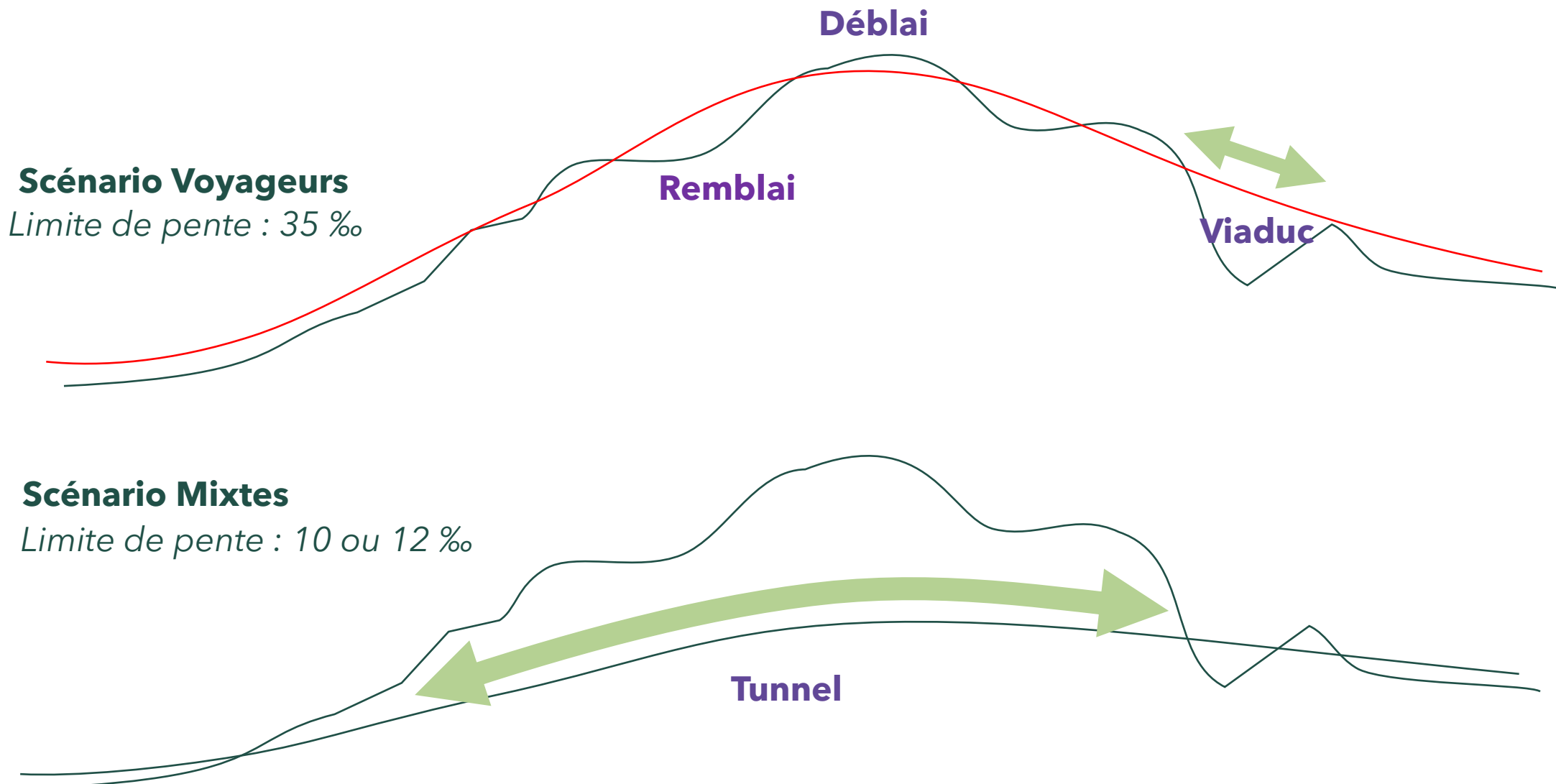
Aller à la rencontre de tous les publics

2

Enjeux de l'implantation d'un tunnel

Un tunnel, pourquoi ?

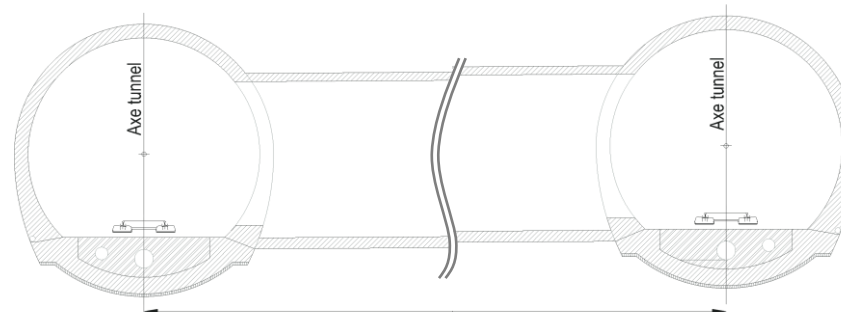
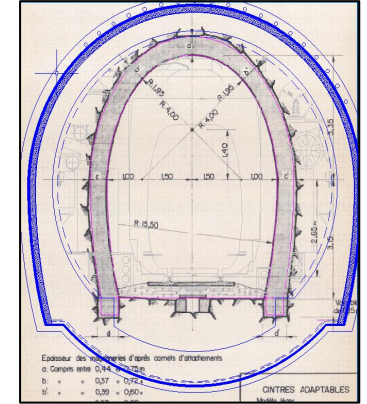
SCHÉMAS DE PRINCIPE



Un tunnel, c'est quoi ?

Un ouvrage majeur :

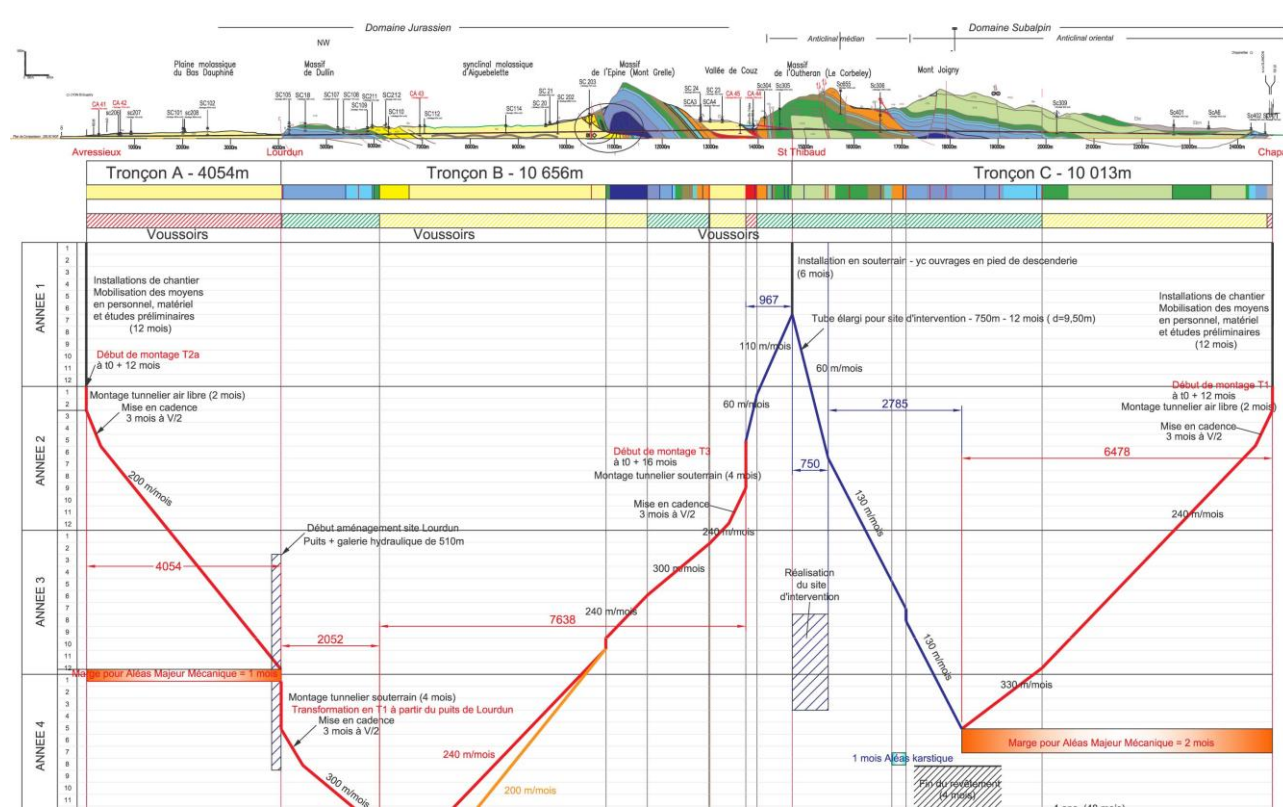
- Franchir un obstacle impossible à franchir autrement (relief prononcé, etc.)
- Point singulier d'une ligne ferroviaire (règles spécifiques, espace contraint)
- Des configurations variables (contraintes fonctionnelles et réglementaires)
- Avec un prix conséquent (ratio au km très supérieur à section courante)



Un tunnel, c'est quoi ?

Dont la phase construction est déterminante avec :

- Conception et méthodes à adapter aux contraintes fonctionnelles, liées au terrain (géotechniques et hydrogéologiques), et aux avoisinants (environnement, bâti, etc.)
- Des délais contraignants
- Des incidences sur le territoire



Sources photos :

https://www.telt.eu/wp-content/uploads/2022/05/Breakthrough_SMP4_CMX_4865_Copyright_Caroline_MOUREAUX-768x512.jpg
https://www.youtube.com/watch?v=E_7b4mY1nqs&t=4s
<https://www.bmigroup.com/fr/chantiers-reference/etancheite-tunnel-a20/>

La zone karstique

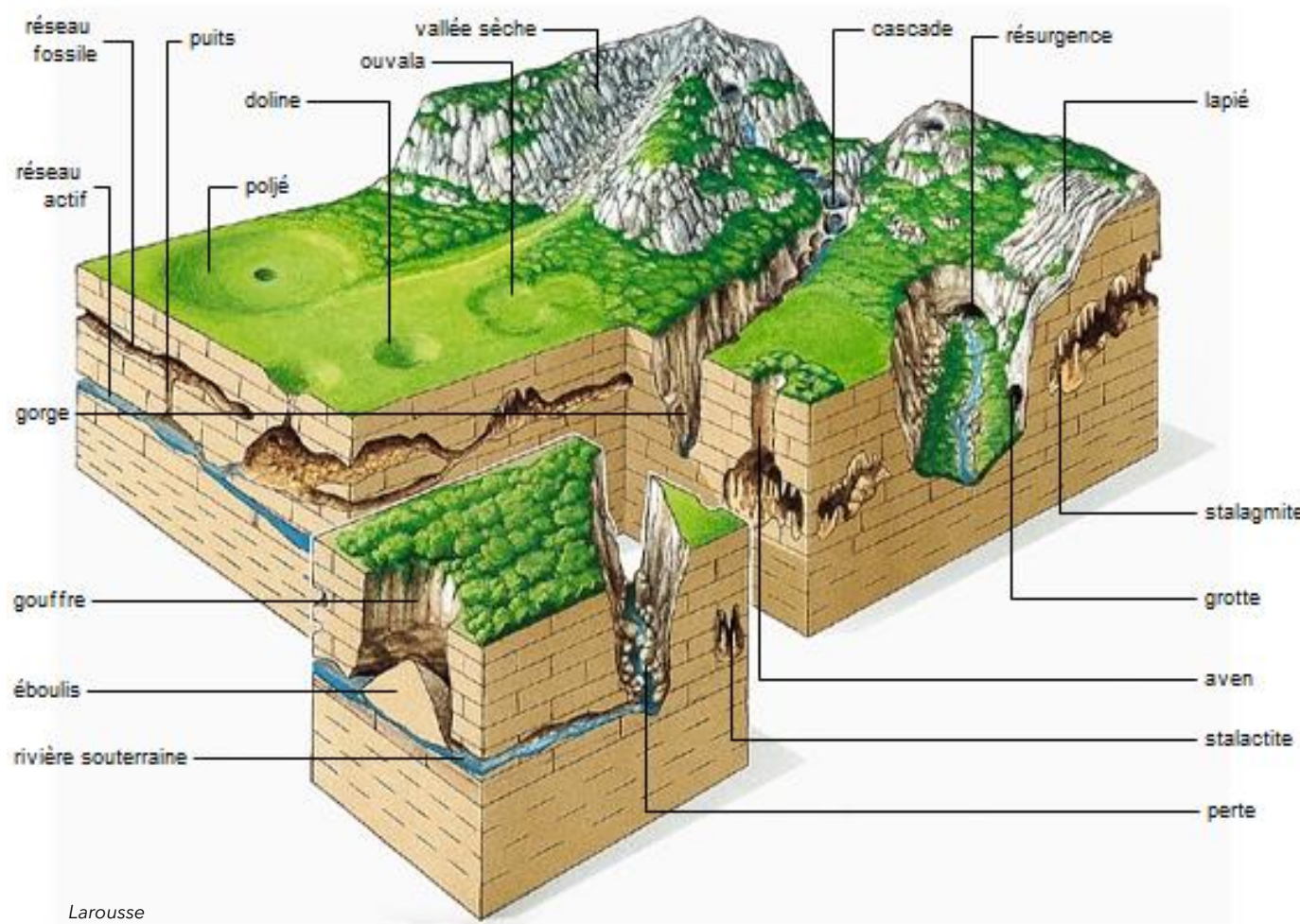
Éléments de définition

Une zone karstique : territoire constitué de roches calcaires ou carbonatées qui se dissolvent lentement au contact de l'eau.

Sous l'effet des pluies, de l'infiltration et du temps, **l'eau s'infiltre dans les fissures de la roche** et y creuse peu à peu un paysage souterrain.

Il existe **deux grandes familles** en fonction de l'écoulement des eaux :

- **les karsts actifs** (avec écoulement)
- **les karsts non actifs** (sans eau)

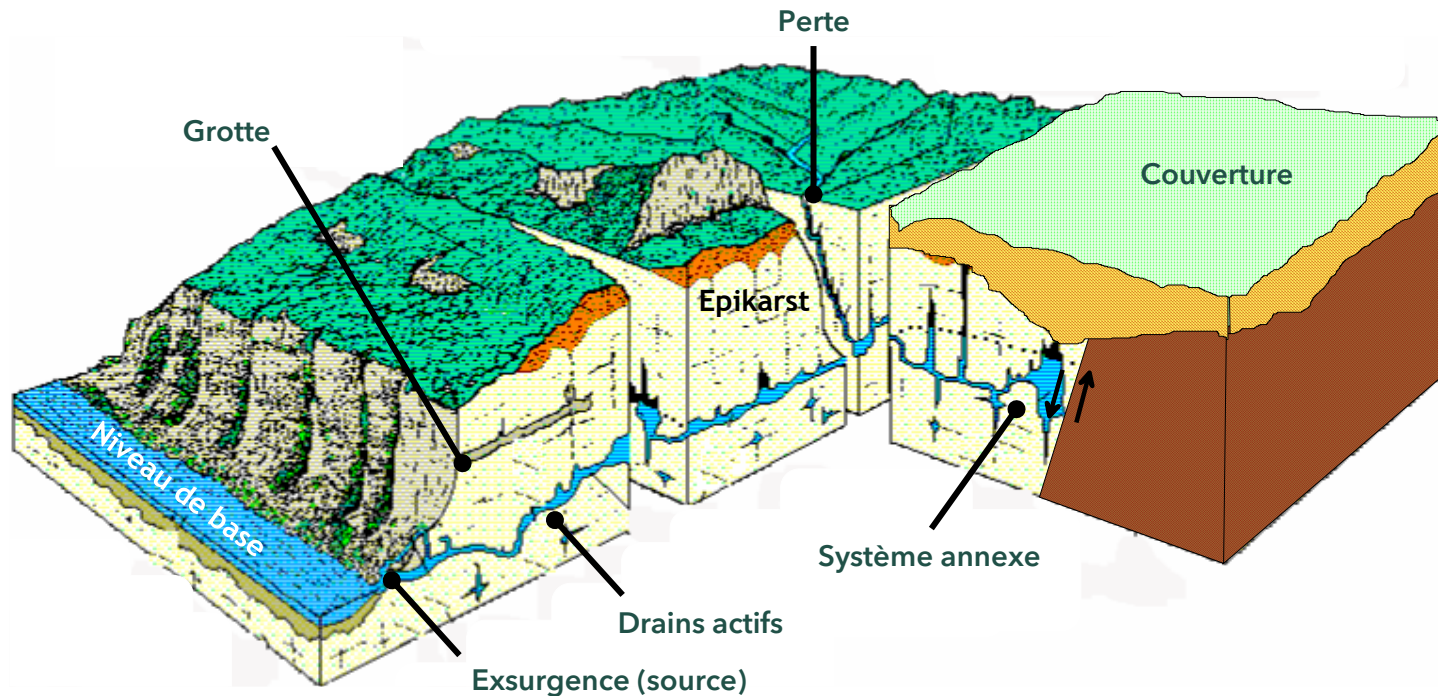


La zone karstique

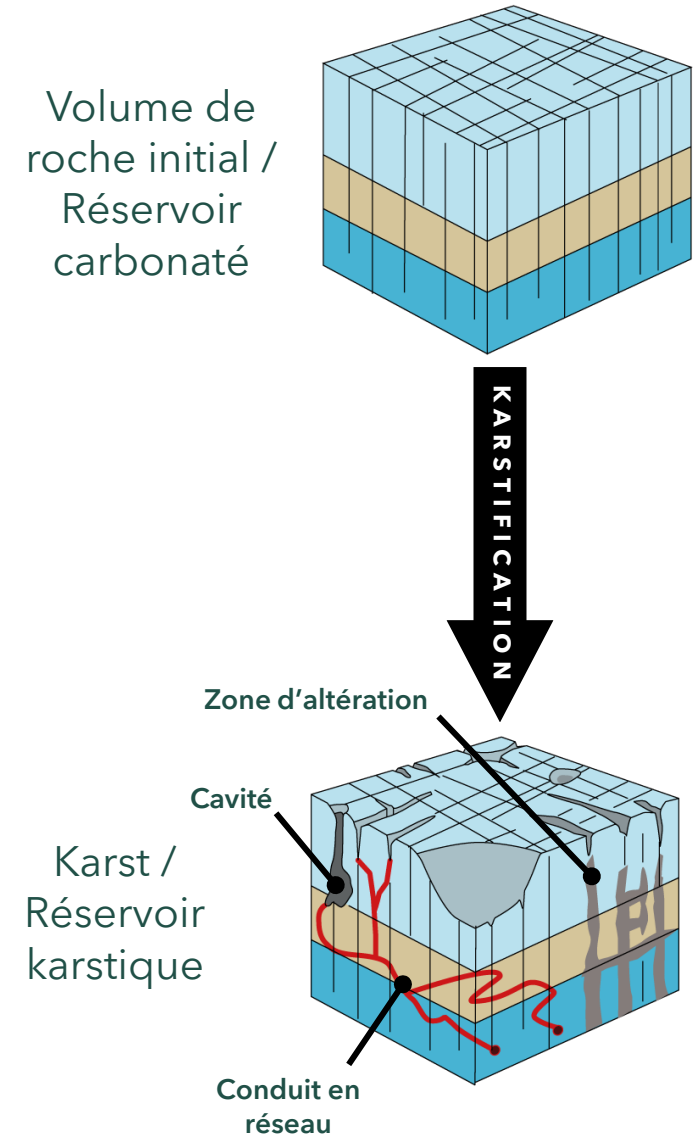
Éléments hydromorphologiques du karst

Karst et système karstique :

- Paysage de surface et souterrain façonné par la dissolution des roches solubles sous l'effet de circulation d'eau acide
- Unité de drainage hydrogéologique où la perméabilité est contrôlée par des conduits organisés en réseaux



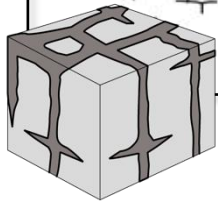
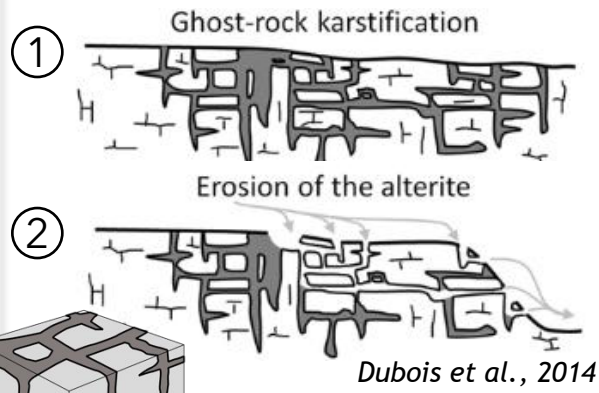
(d'après Mangin, 1975)



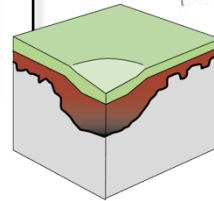
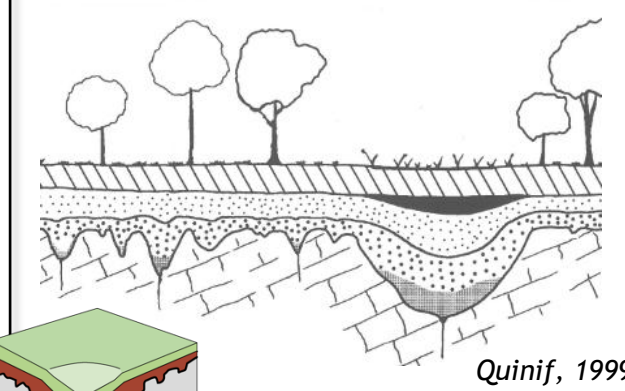
La zone karstique

Processus de karstification dominants

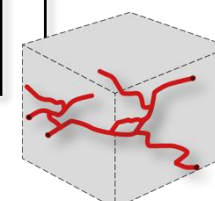
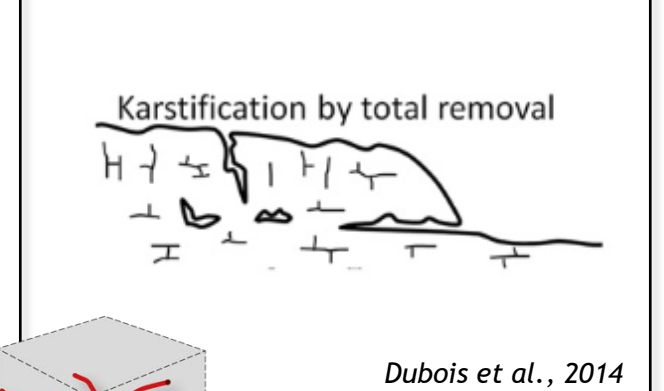
Fantômisation
(altération profonde)



Cryptoaltération
(interface couverture - encaissant)



Corrosion sur roche nue
(conduit)



(d'après Quinif, 1999)

➔ Aboutissent à des unités de drainage karstique ou système karstique

Enjeux et éléments de diagnostic

ZONE DE RECHARGE

Limites latérales et verticales d'un Système Karstique ?

- localisation du substratum ?
- présence de failles ?
- contact entre formations géologiques distinctes ?

Localisation points d'infiltration concentrée?

PROTECTION

DÉVELOPPEMENT DU KARST SOUS COUVERTURE

GÉOMETRIE VOLUME RÉSERVOIR

KARSTS SOUS COUVERTURE

ZONE DE RESTITUTION DES EAUX

Localisation des cavités

cavités vides

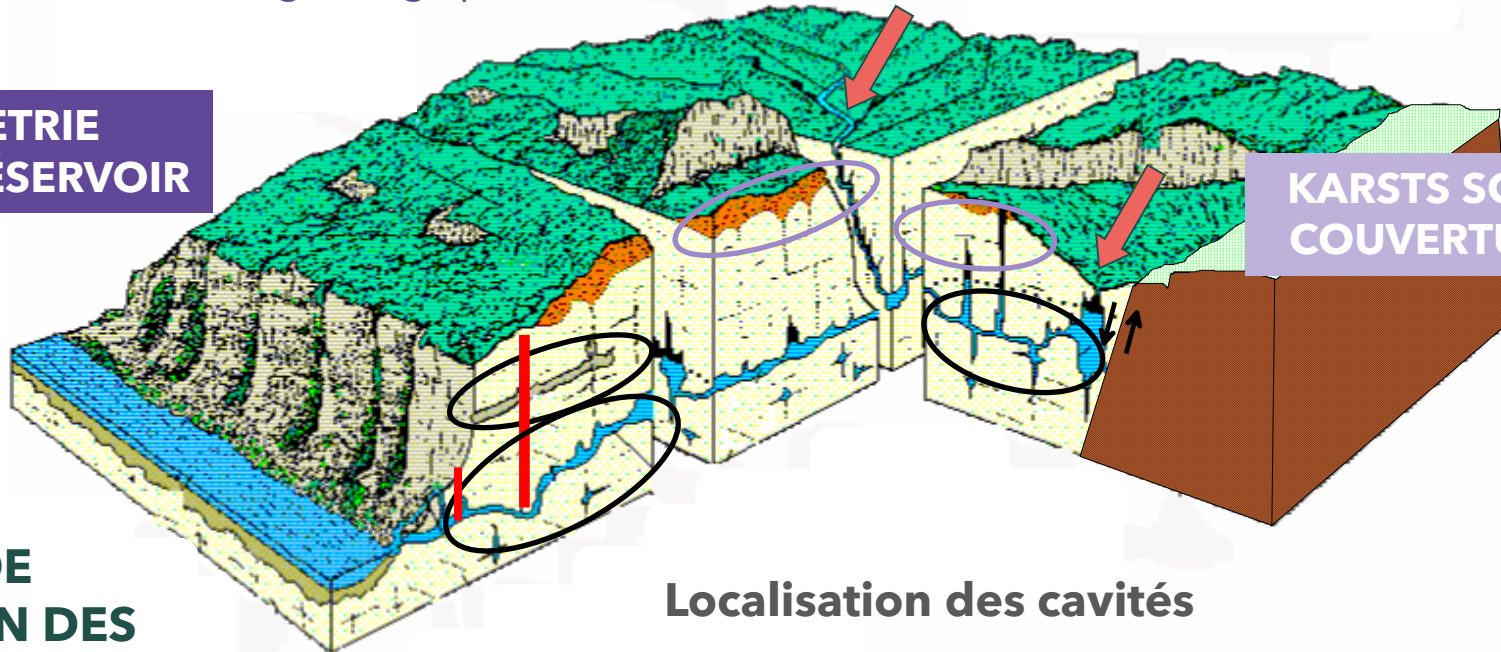
STABILITÉ, GÉOTECHNIQUE

cavités noyées

RESSOURCE EAU POTABLE

cavités colmatées

TURBIDITÉ, GÉOTECHNIQUE



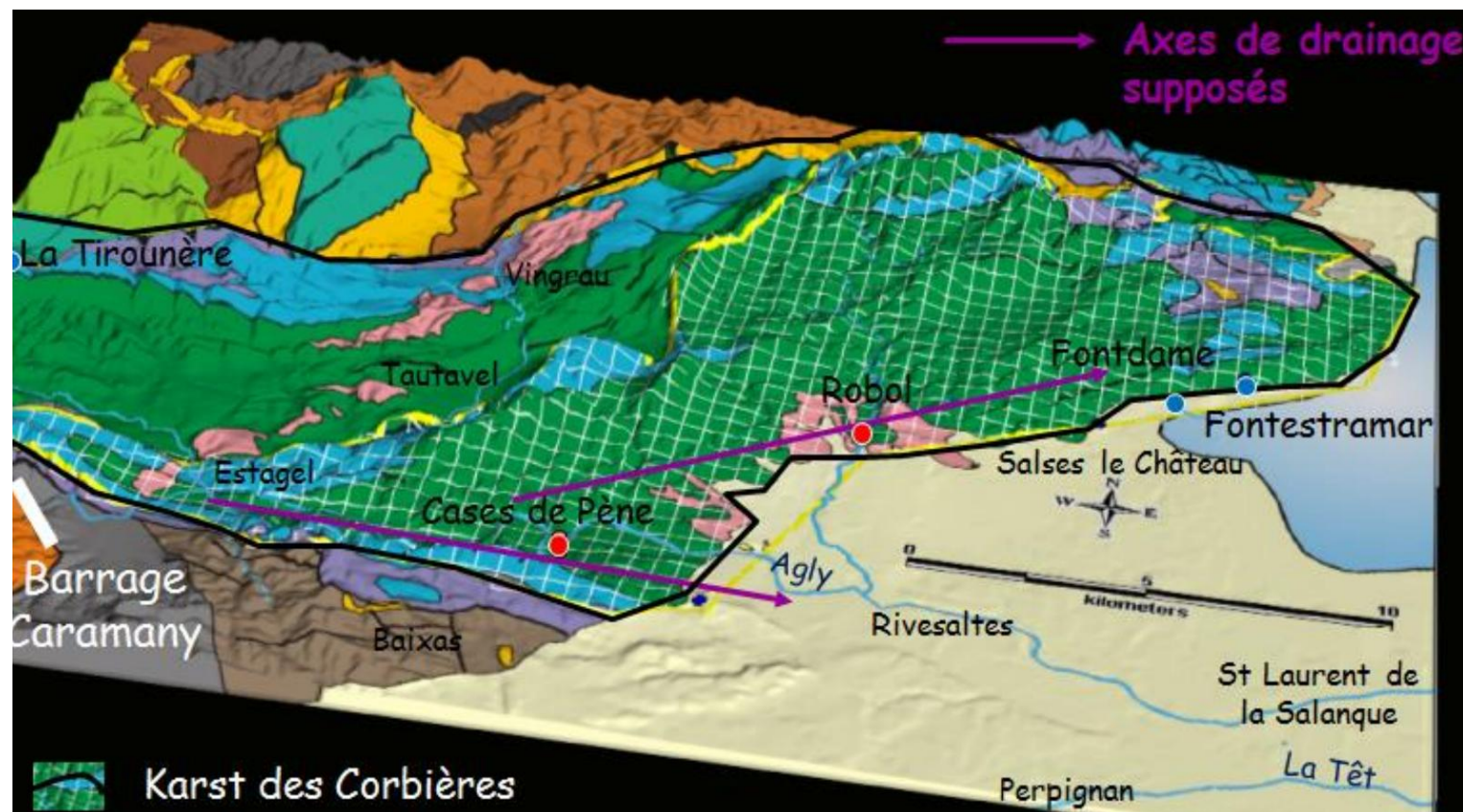
La zone karstique

Zone des Corbières

La zone karstique des Corbières :

Un cas particulier ?

- Un sous-sol formé de calcaires déposés il y a plus de 100 millions d'années
- Une karstification très développée avec un vaste réseau de cavités et de drains souterrains



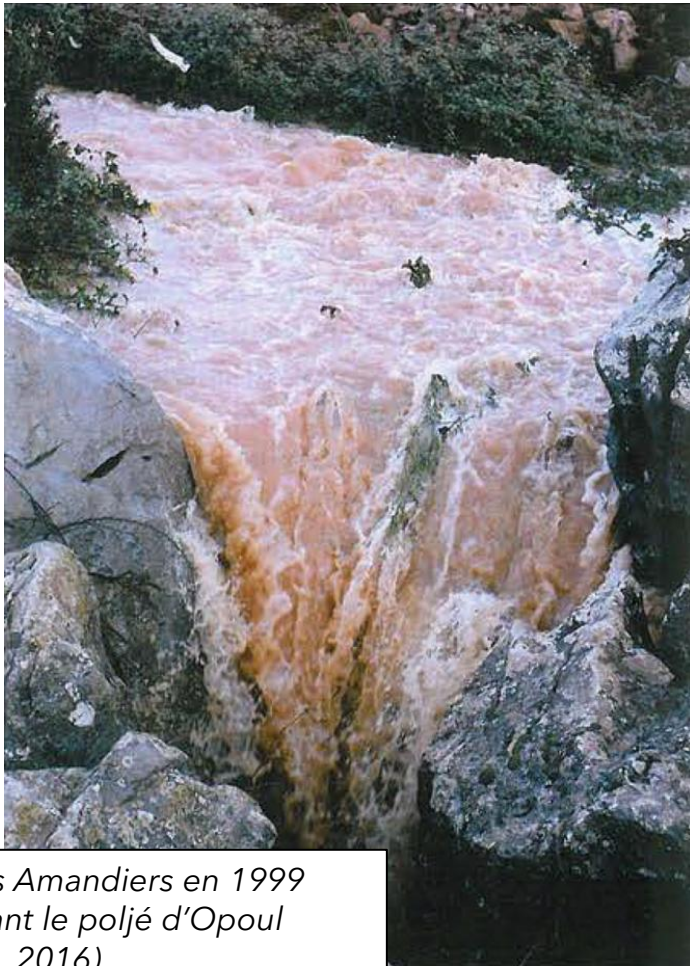
Le CENOTE et SNCF Réseau travaillent donc à mieux comprendre la structure du karst des Corbières : profondeur des nappes, circulation de l'eau, stabilité des terrains, risques de drainage entre nappes, etc.

La zone karstique

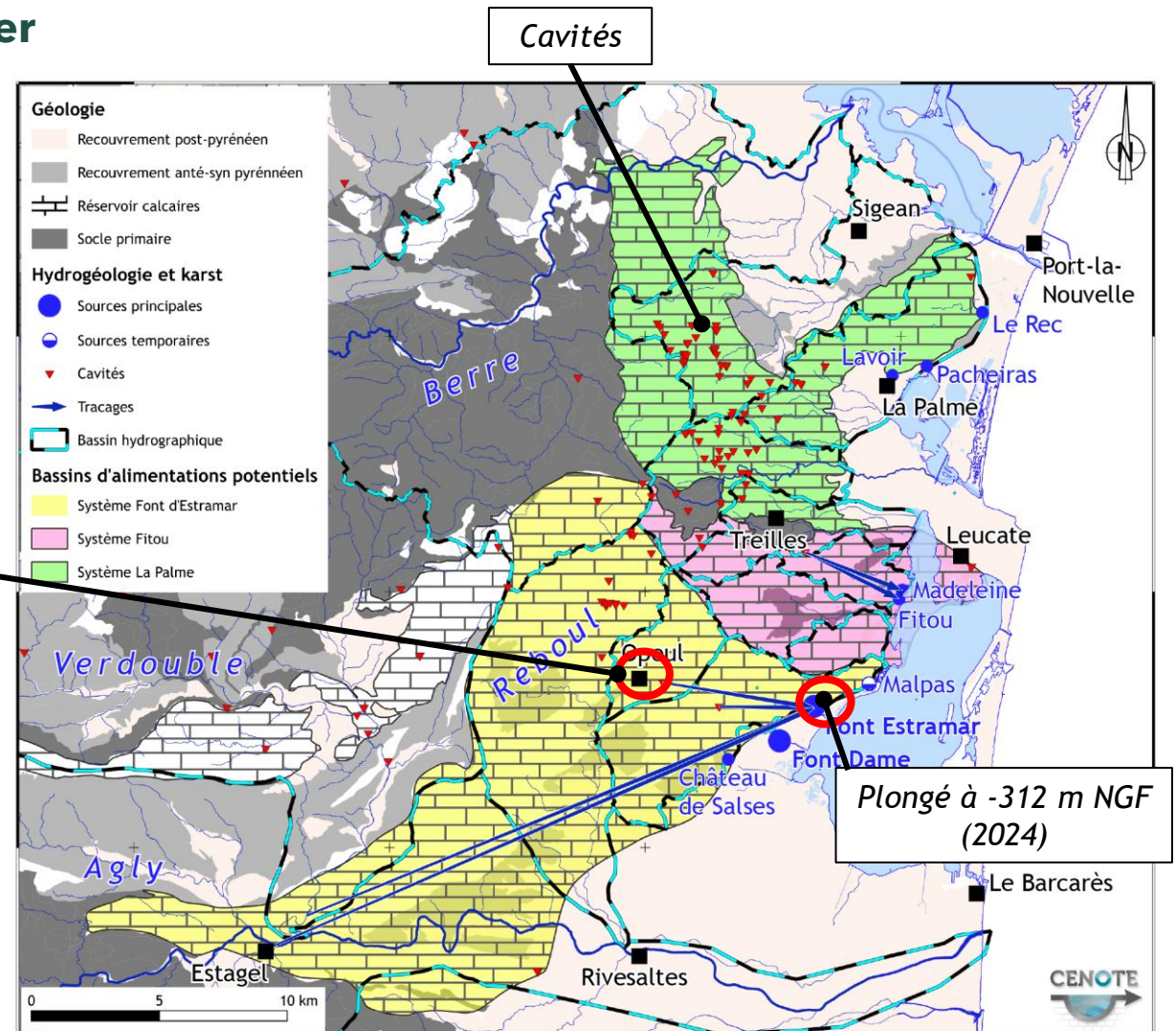
Caractères karstiques des Corbières orientales

Karst binaire : recharge sur le massif calcaire (+ ou - concentrée) et par des eaux de surface drainées par des bassins hydrographiques non-karstique qui alimentent des pertes

- **Bassins d'alimentation ≠ bassins hydrographiques**
- **Karst profond en relation avec la mer**



Aven des Amandiers en 1999
vidangeant le poljé d'Opoul
(Salvayre, 2016)



Les tunnels en zone karstique

Impact d'une zone karstique sur la conception et la construction d'un tunnel

- **Risque d'interception de cavités de grandes dimensions**
- **Risque d'interception de réseaux karstiques en charge, avec de fortes venues d'eau**
- **Gestion des eaux de chantier**
- **Contraintes sur le choix du mode d'excavation**



Tunnel de la Vue-des-Alpes (Suisse), excavation à l'explosif qui a intercepté une cavité d'environ 25 m de long, 50 m de large et 15 m de haut : construction d'un pont pour pouvoir la franchir, et d'une couverture avec un matériau amortisseur pont pour protéger les usagers en cas d'effondrement de la cavité

Les tunnels en zone karstique

Impact d'une zone karstique sur la conception et la construction d'un tunnel

- **Risque d'interception de cavités de grandes dimensions**
- **Risque d'interception de réseaux karstiques en charge, avec de fortes venues d'eau**
- **Gestion des eaux de chantier**
- **Contraintes sur le choix du mode d'excavation**



Interception d'un conduit karstique en piédroit, en attente d'aménagement hydraulique (tunnel TELT)

Les tunnels en zone karstique

Impact d'une zone karstique sur la conception et la construction d'un tunnel

- Risque d'interception de cavités de grandes dimensions
- Risque d'interception de réseaux karstiques en charge, avec de fortes venues d'eau
- Gestion des eaux de chantier
- Contraintes sur le choix du mode d'excavation



- Risque de circulation dans le milieu karstique des eaux/boues de chantier générées par l'excavation d'un tunnel (traditionnel ou tunnelier)
- Risque particulier lié aux évaporites (roches solubles au contact de l'eau)

Sources photos :

<https://tpelestunnels.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/03/tpe7.png>

https://www.telt.eu/wp-content/uploads/2022/06/breakthrough_saint-martin-avril-2022_CMX_4892_Copyright_Caroline_MOUREAUX-e1654877245892.jpg

Les tunnels en zone karstique

Impact d'une zone karstique sur la conception et la construction d'un tunnel

- Risque d'interception de cavités de grandes dimensions
- Risque d'interception de réseaux karstiques en charge, avec de fortes venues d'eau
- Gestion des eaux de chantier
- Contraintes sur le choix du mode d'excavation



Source photo : https://www.tunnel-online.info/en/artikel/tunnel_Overcoming_Multiple_Caverns_Successful_Tunneling_in_Karstic_Geology_at-3402644.html

Galerie des Janots, excavation au tunnelier, passage en bordure d'une grotte, qui a nécessité la réalisation d'un massif en béton pour que le tunnelier puisse trouver un appui latéral, pour continuer son avancée. Le vide a été comblé par injection tout en maintenant la connexion hydraulique d'une grosse venue d'eau qui traverse la cavité.

Les tunnels en zone karstique

Impact d'un tunnel sur le comportement de la zone karstique

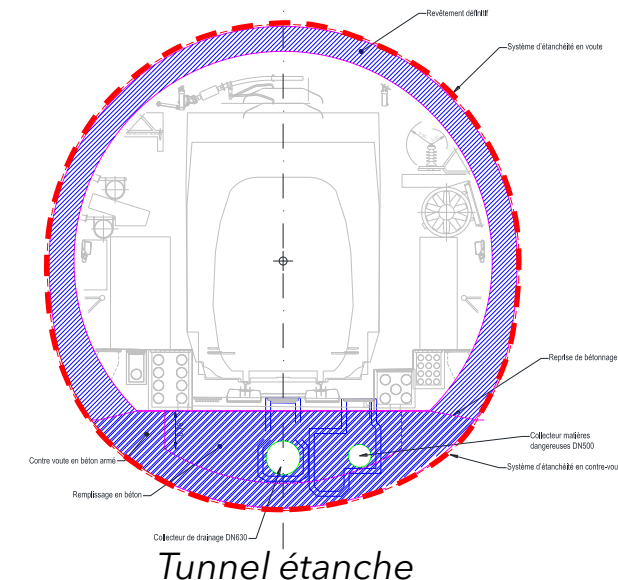
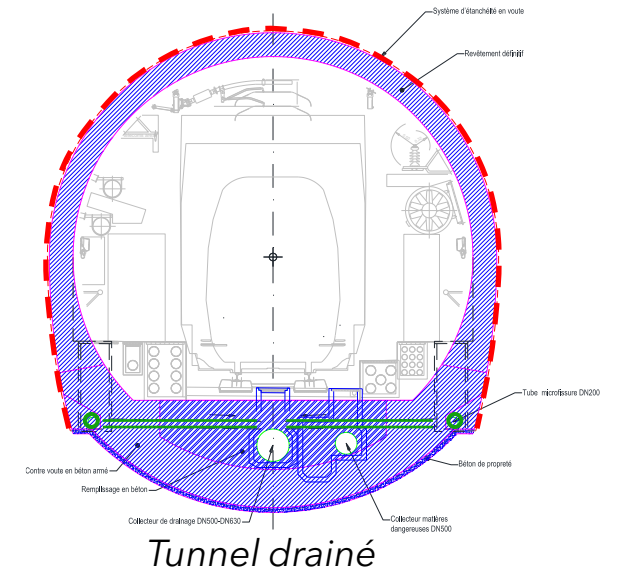
Conception de l'ouvrage à adapter aux conditions hydrogéologiques, pour limiter les risques et impacts :

Perturbation ou modification des écoulements souterrains pendant les travaux (drainage des circulations avec impact sur les exutoires en aval) **ou après les travaux**

- rétablir les circulations interceptées
- concevoir un tunnel étanche pour qu'il ne constitue pas un drain

Gestion des eaux du massif

- difficile de maintenir des drains fonctionnels (formation de calcite)
- risque de comblement des drains, mise en charge du revêtement de l'ouvrage, rupture de l'étanchéité (incident Tunnel du Lötschberg 2020)



Synthèse et enseignements

Le besoin de **maitrise des enjeux karstiques sur le territoire des CORBIERES** constitue un **objectif majeur** du MOA SNCF Réseau vis-à-vis de la RESSOURCE EN EAU.

Ce besoin est encore plus primordial dans le cadre de la **réalisation d'un TUNNEL** qui serait nécessaire si la **fonctionnalité MIXITE** est retenue à l'issue de la concertation 2026.

Plusieurs **actions** sont entreprises (démarche scientifique avec IMT ALES + CENOTE) par SNCF Réseau en ce sens-là pour **améliorer et partager cette connaissance des enjeux karstiques des CORBIERES**.



Réaliser des travaux souterrains est faisable techniquement et environnementalement dès lors que les grands enjeux ci-dessous sont suffisamment anticipés :

- **L'amélioration des connaissances sur les enjeux karstiques, géologiques et hydrographiques du territoire**
- **Les conditions de réalisation d'un tunnel en milieu karstique**
- **Les conditions d'exploitation d'un tunnel en milieu karstique**

C'est à vous !

Avez-vous des questions ?

Des remarques ?

*Avant de passer
en sous-groupes*

3

Sous-groupes de travail

3 sous-groupes techniques

Une grille de participation active à remplir pour chaque sous-groupe !

Sous-groupe 1 - 35'
Focus sur les enjeux karstiques, géologiques et hydrographiques du territoire

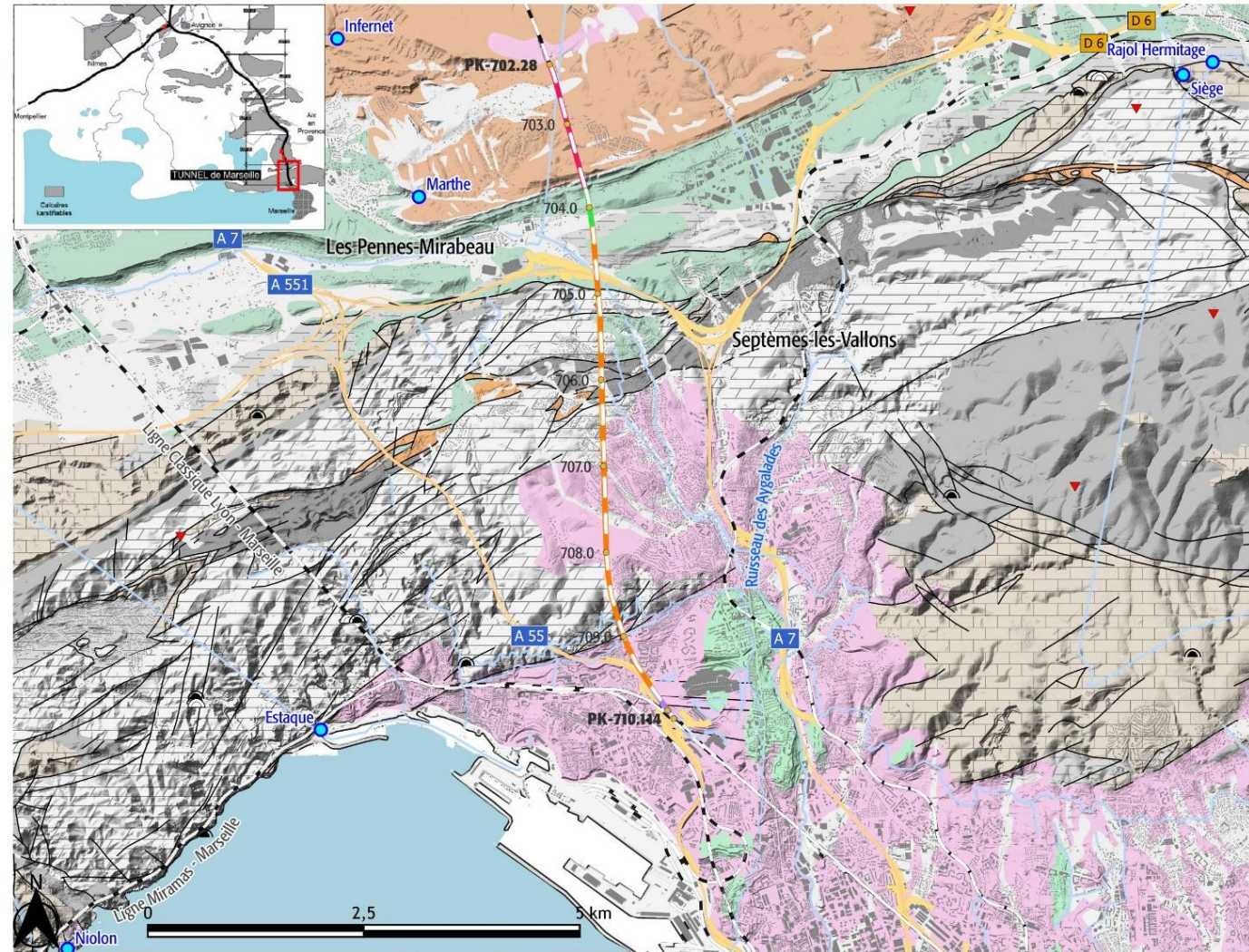
Sous-groupe 2 - 35'
Les modes de réalisation d'un tunnel

Sous-groupe 3 - 35'
Les modes d'exploitation d'un tunnel

3

Atelier 1 : Les enjeux karstiques, géologiques et hydrographiques du territoire

CAS DU TUNNEL LGV DE MARSEILLE



Tunnel de Marseille

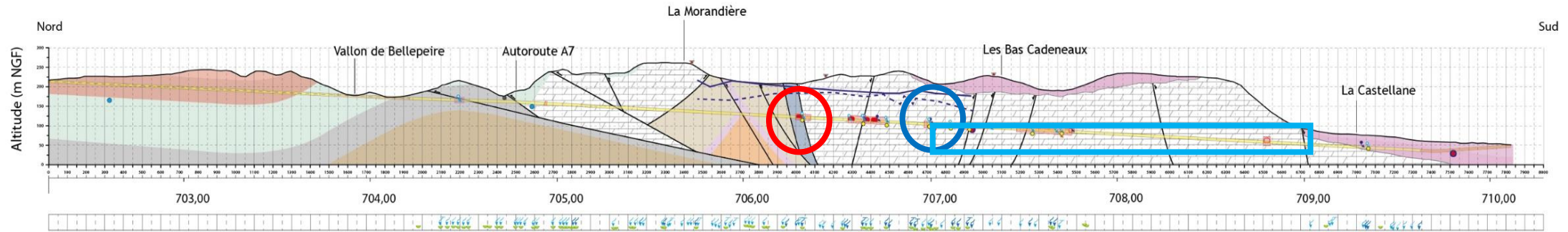
- Tranchée couverte de Bellepeire
- Tranchée couverte de Saint-André
- Tunnel de Marseille
- Tunnel des Pennes-Mirabeau

Géologie

- | | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Couverture quaternaire | Calcaires Urgonien |
| Travertins | Marno calcaire Berriasien-Hautérien |
| Couverture Oligocène | Dolomies Jurassique supérieur |
| Formations Eocène-Paléocène | Marno calcaire Bajocien-Bathonien |
| Couverture crétacé supérieur | Calcaires jurassique inférieur |
| Marno calcaire Aptien-Albien | Mur Triasique |

- Source ▼ Aven ☞ Grotte

LOCALISATION DES DESORDRES



Arrivées d'eau et encoûtrement

Légende :

- Cavité recoupée pénétrable/colmatée
- ▨ Zone karstifiée
- / Faille
- Canal de Marseille

- Niveau piézométrique avant travaux (mesures jusqu'au 07/98 - percement)
- - Niveau piézométrique après travaux (mesures de 07/98 à 11/01)

Principales venues d'eau en cours de travaux

- Taries naturellement en cours de travaux
- Obturées par le chantier en fin de travaux ou laissée en circulation (PM 3547)

Instrumentations :

- Venues d'eau instrumentées et ou suivies
- Fluorimètres de terrain
- Sonde Reefnet (pression/Température)

Tronçon de l'ouvrage souterrain

- Tunnel des Pennes-Mirabeau
- Tranchée de Bellepierre
- Tunnel de Marseille
- Tranchée couverte de Saint-André

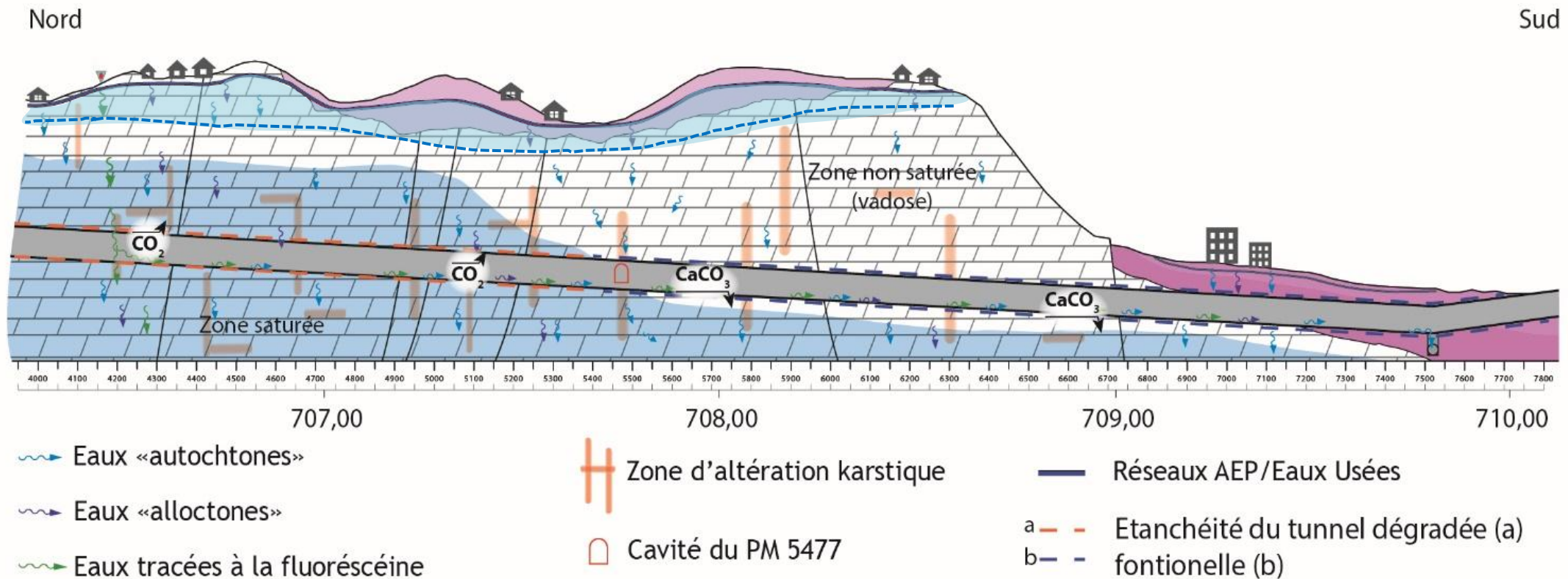
Géologie

- Oligocène supérieur (grès, conglomerats, marnes, argiles)
- Oligocène inférieur (calcaires)
- Eocène (calcaires et marnes)
- Paléocène (calcaires et argiles)
- Crétacé supérieur (calcaires, marnes et brèches)
- Aptien sup. - Gargasien (marnes grises)

- Hautérivien-Barrémien (calcaires à rudistes)
- Valanginien-Berriasien (calcaires)
- Kimméridgien-Portlandien (calcaires et dolomies)
- Callovien-Oxfordien (calcaires)
- Bajocien-Bathonien (calcaires argileux)
- Hettangien (dolomies)
- Muschelkalk (calcaires et dolomies)

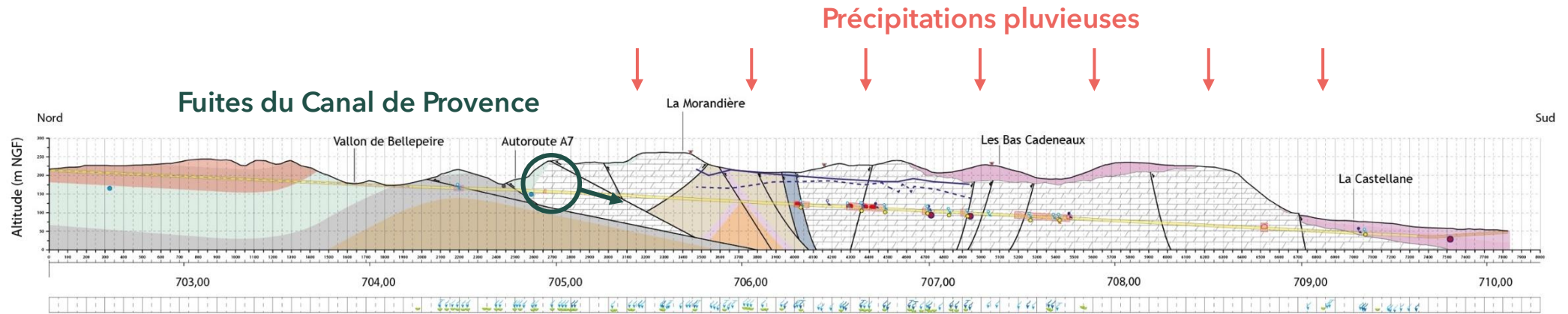
- **Recoupement d'une cavité de 400 m³ pendant le fonçage du tunnel**
- **Principales arrivées d'eau entre PM 4042 et 5412 = PK 706,322 et PK 707,692**
 - **Précipitation de calcite et bouchage des caniveaux - Débordement - inondation**

HYDROGEOLOGIE : MODELE CONCEPTUEL

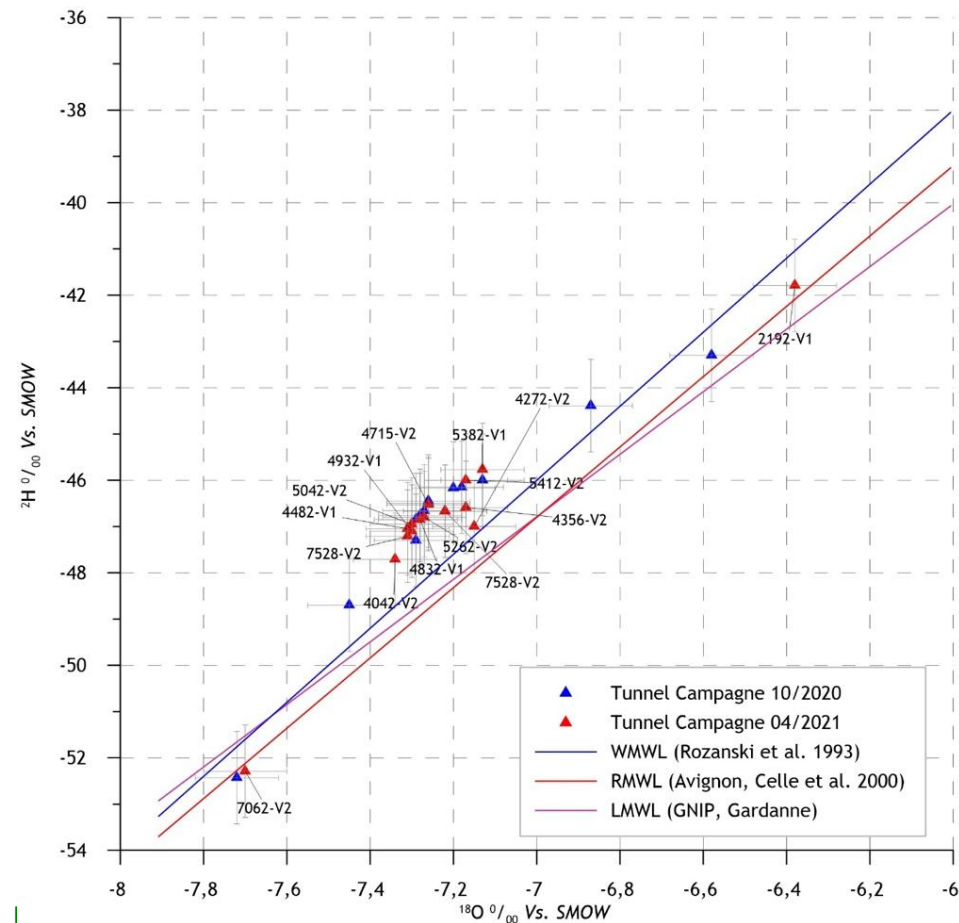


- Alimentation : $\approx 2/3$ pluie + $1/3$ AEP
 - Tunnel capte une partie des écoulements :
 - Arrivées d'eau principales entre PM 4042 et 5412 = PK 706,322 et PK 707,692
 - Transfert lent : $\approx 150 \text{ m} > 2 \text{ mois}$
 - Forte minéralisation + eau sursaturée
- } Aquifère karstique capacitif > « fantômisation » ?
Fonctionnement inertiel
- Débouché dans tunnel : Dégazage CO_2 + Précipitation Calcite

HYDROGEOCHIMIE : ISOTOPE STABLE ^{18}O et ^2H



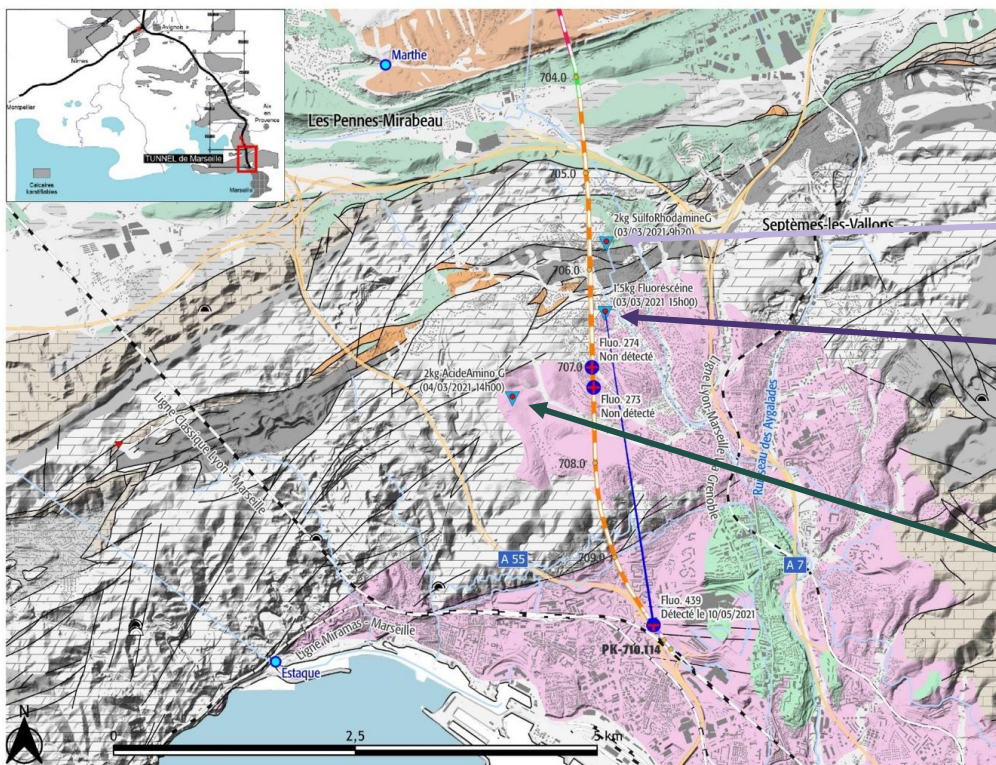
Arrivées d'eau et encoûtrement



Quels types d'eau ?

- Signal eaux \approx Signal pluie sauf PM 7062 et 2192
 - Altitude moyenne d'infiltration des pluies \approx 750 m (ref. Gardanne : Celle et al. 2000)
 - Mais altitude max \approx 260 m > signal trop appauvri
- Mélange : 2/3 eau locale + 1/3 Eau Durance**

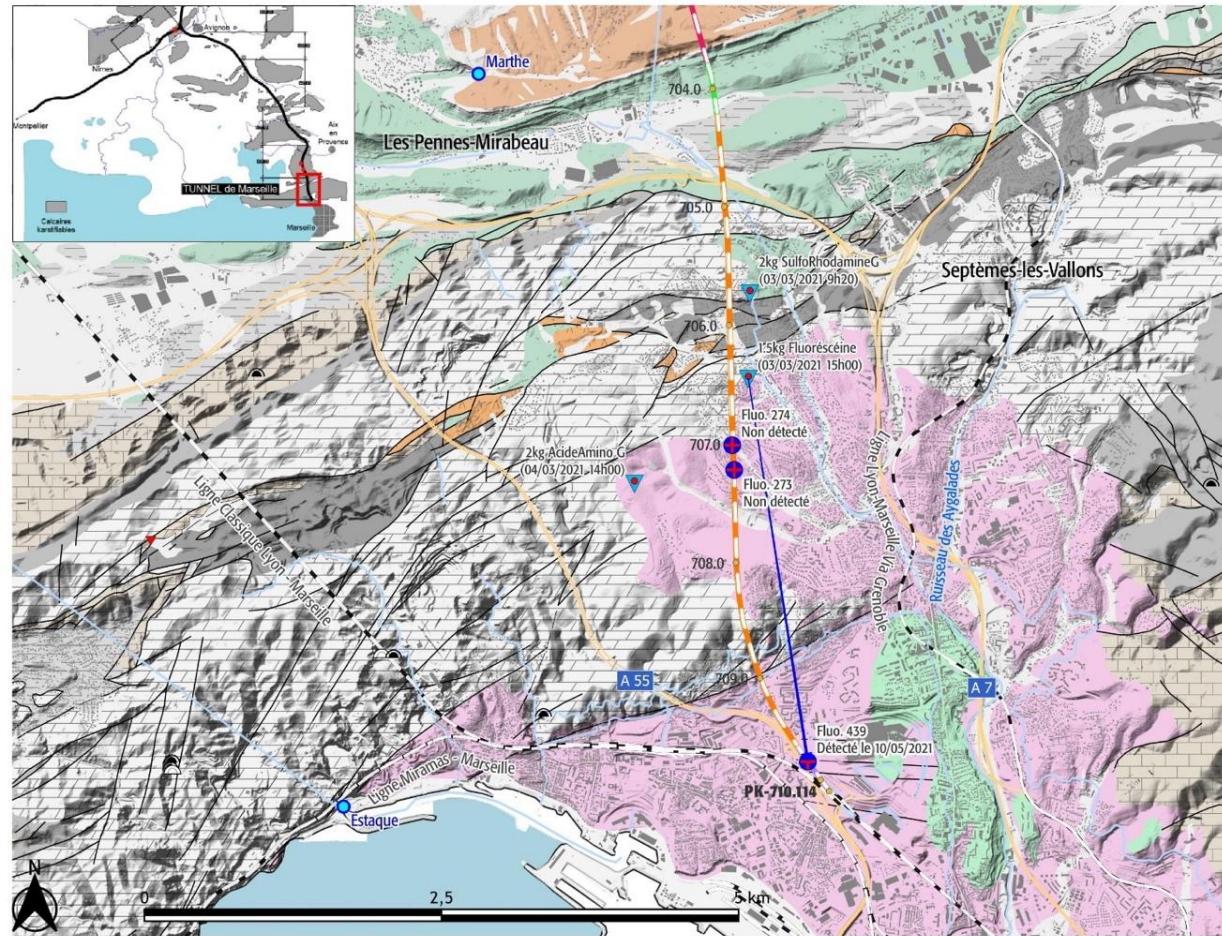
TRAÇAGES ARTIFICIELS : D'OÙ VIENT L'EAU



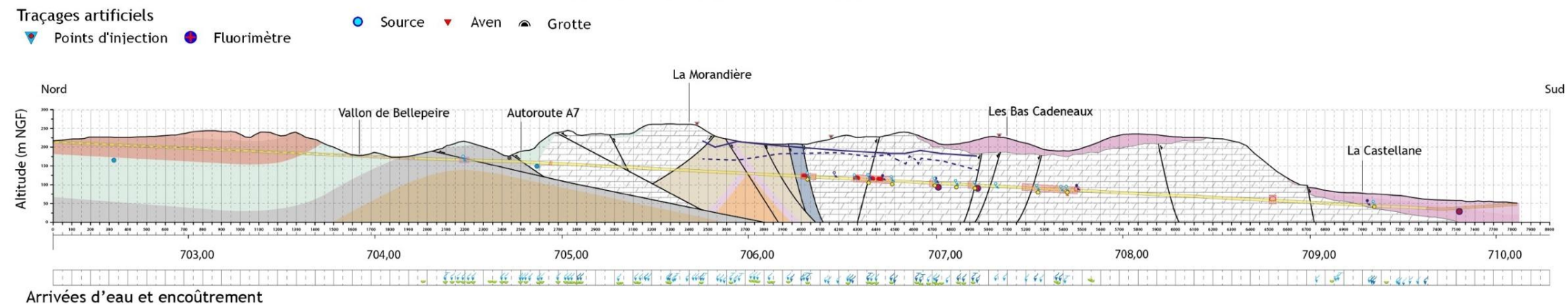
Traçages artificiels
 ▼ Points d'injection ● Fluorimètre ● Source ▼ Aven ☔ Grotte

Traceurs	Quantité (kg poudre)	Date/heure injection	Vol. Eau (m ³)	Lieux	Commentaire
SulfoRhodamine G	2	03/03/2021 9h20	30	Cuvette en amont du bassin de rétention du Moulin des Cadeneaux	Très bonne infiltration
Fluoréscéine (Uranine)	1,5 (5l à 30%)	03/03/2021 15h00	30	Effondrement paléokarstique en rive droite du vallon au Sud du Clos Idéal	Infiltration difficile/retardée
AcideAmino G	2	04/03/2021 14h00	30	Petit soutirage en bordure sud de la route menant au Relais de la Tête d'Auguste	Très bonne infiltration

TRAÇAGES ARTIFICIELS : CHEMIN DE DRAINAGE



- Transfert ≈ 2 mois
- Distance ≈ 150 m
- V. Transfert ≈ 2 à 3 m/j



PRECIPITATION DE LA CALCITE ET ENCROÛTEMENT DES CANIVEAUX



Trois procédés pour maîtriser l'encroûtement :

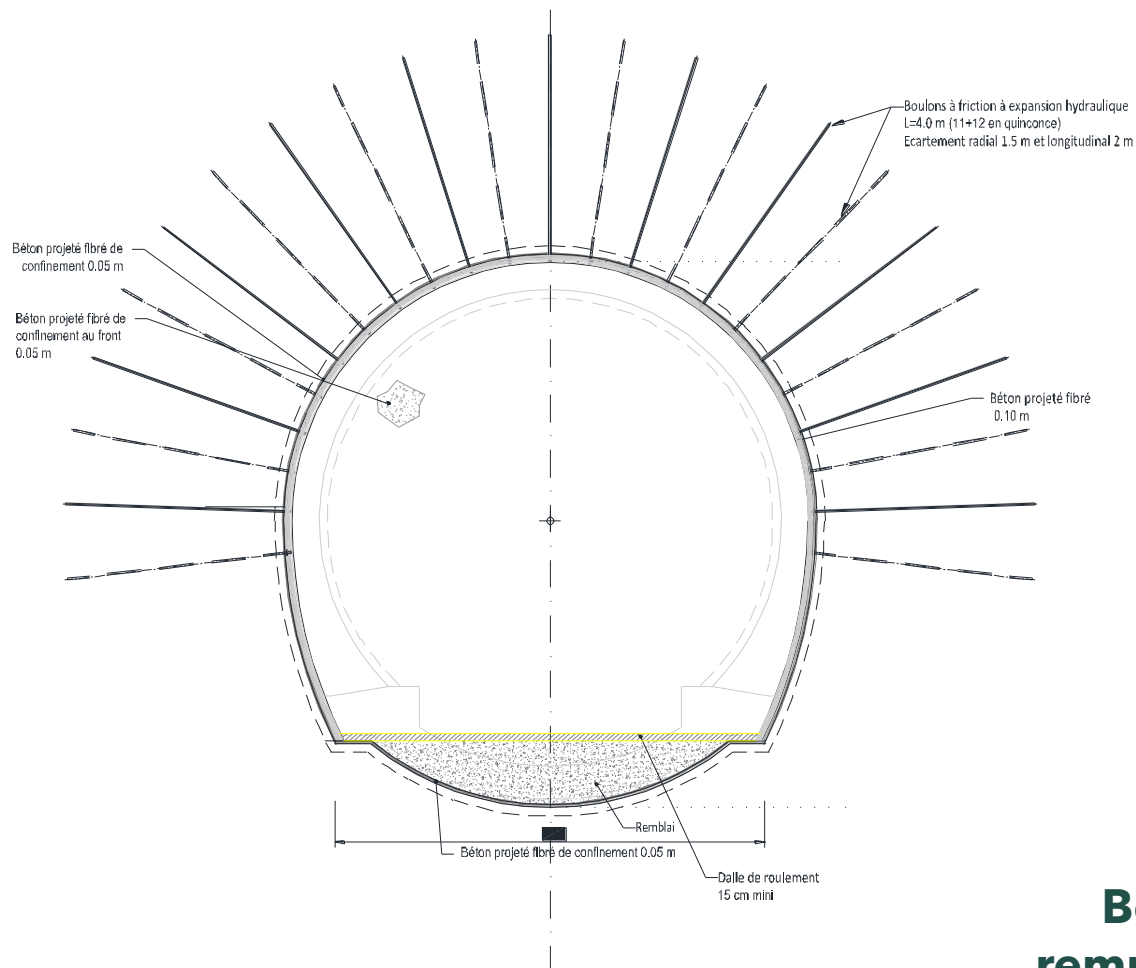
- L'épuration : éliminer de l'eau les éléments générateurs de tartres,
- Le conditionnement : Empêcher précipitation par ajout de réactif qui maintient en dispersion les produits générateurs de tartre
- **Le maintien en solution des éléments chimiques**
 - Limitation des échanges eau/atmosphère
 - Réduction de la saturation des eaux par apport et mélange d'eau
 - Augmentation de l'agressivité de l'eau

3

Atelier 2 : Les modes de réalisation d'un tunnel

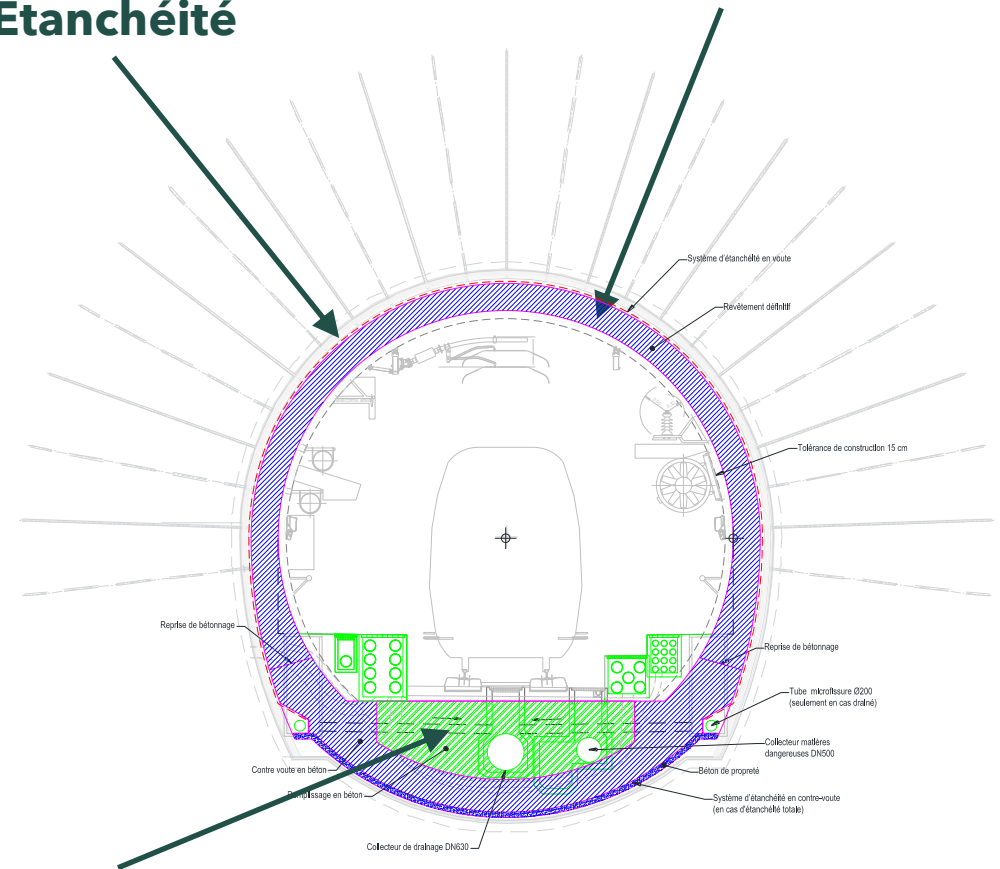
ANATOMIE D'UN TUNNEL

Soutènement provisoire (ici : boulons + béton projeté)



Etanchéité

Revêtement définitif

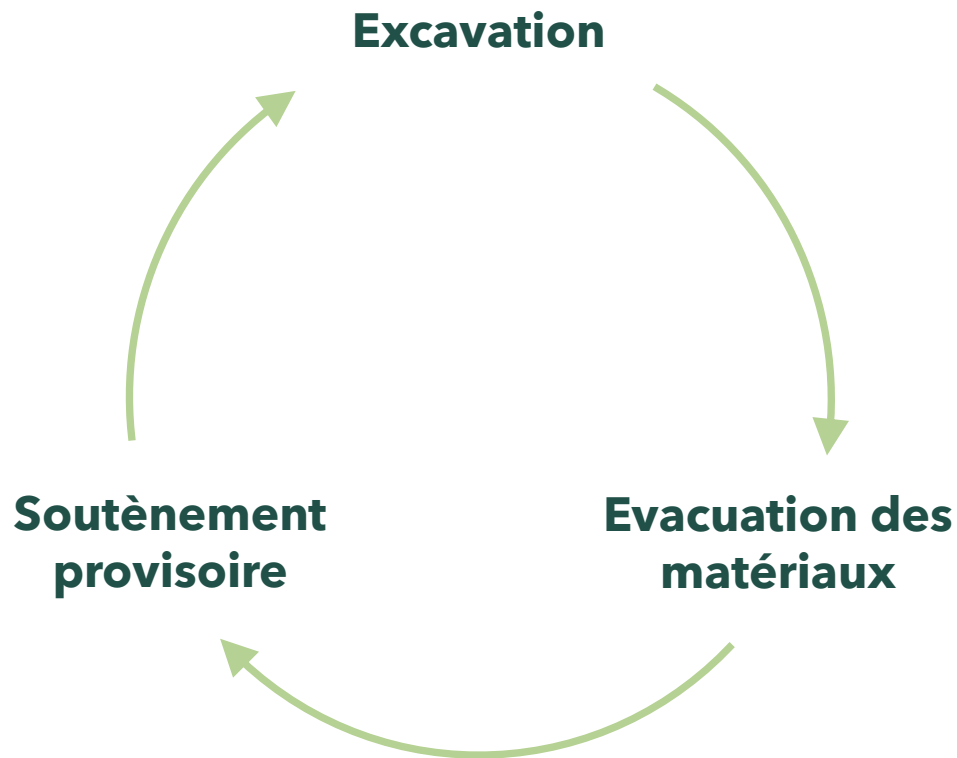


Béton de remplissage et finitions

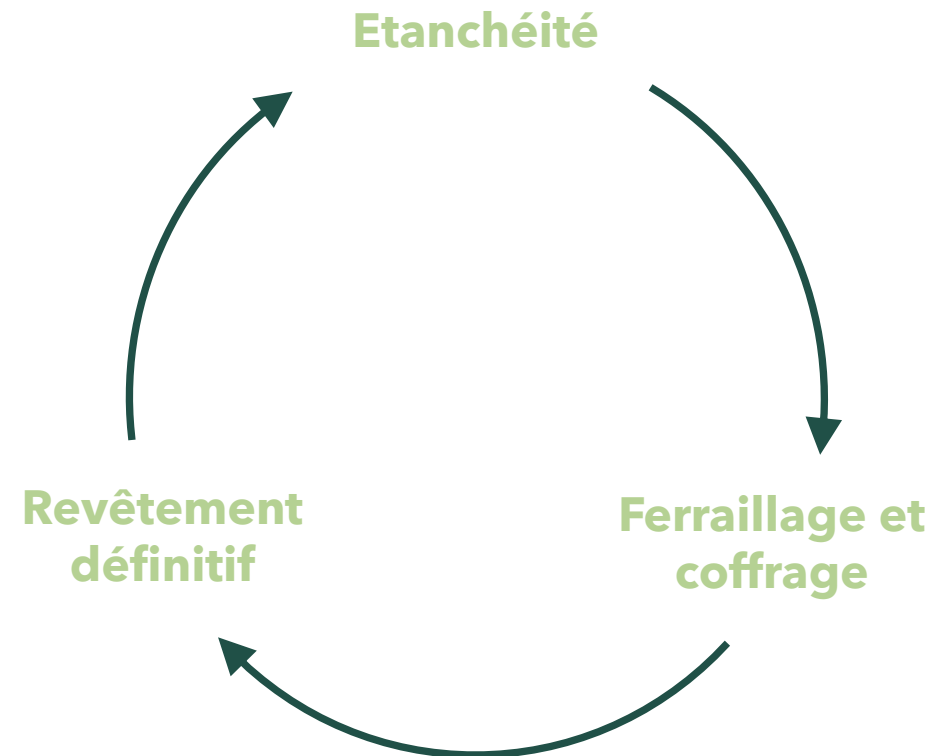
TECHNIQUES DE CREUSEMENT

méthodes traditionnelles

CYCLE AU FRONT

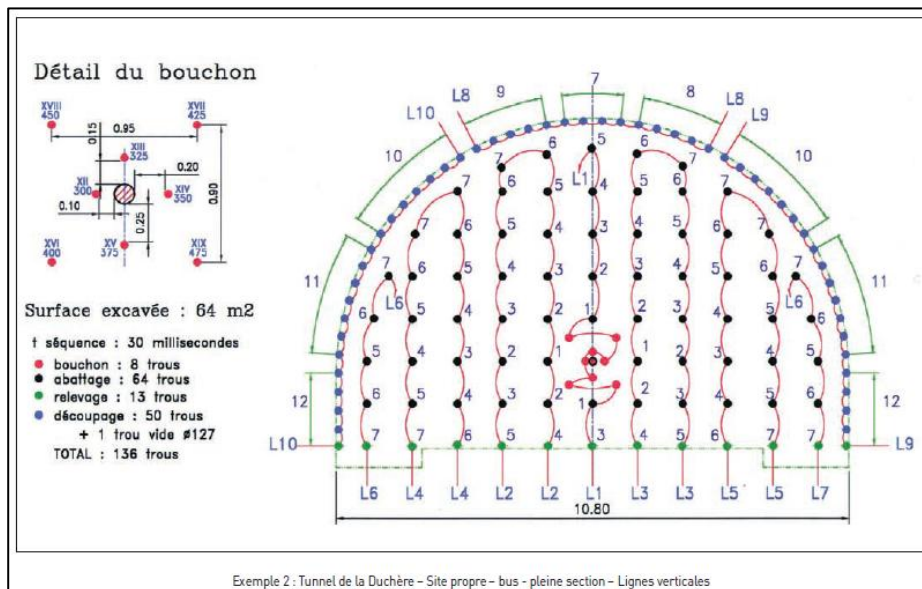
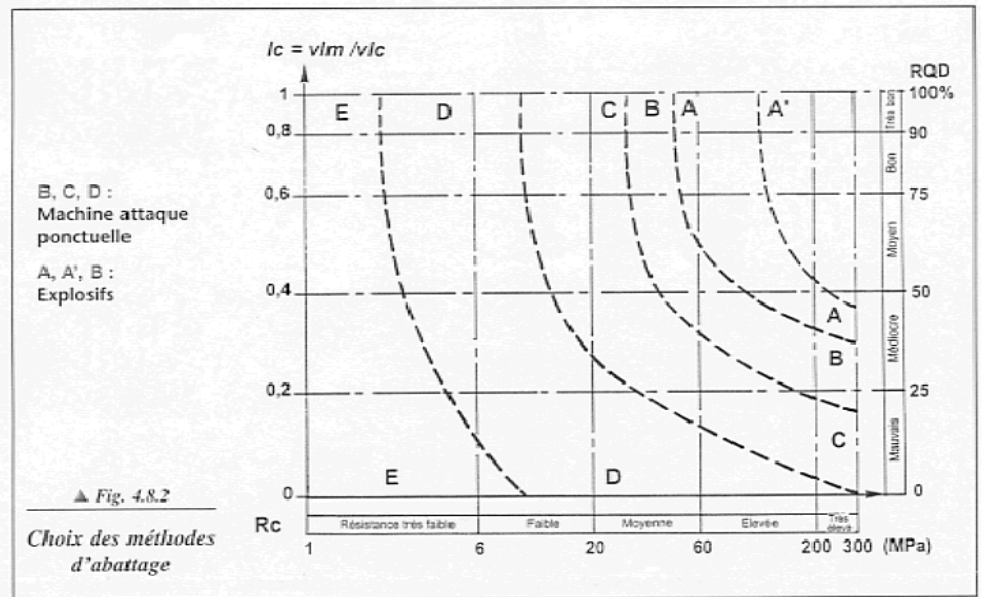


CYCLE À L'ARRIÈRE DU FRONT



EXCAVATION

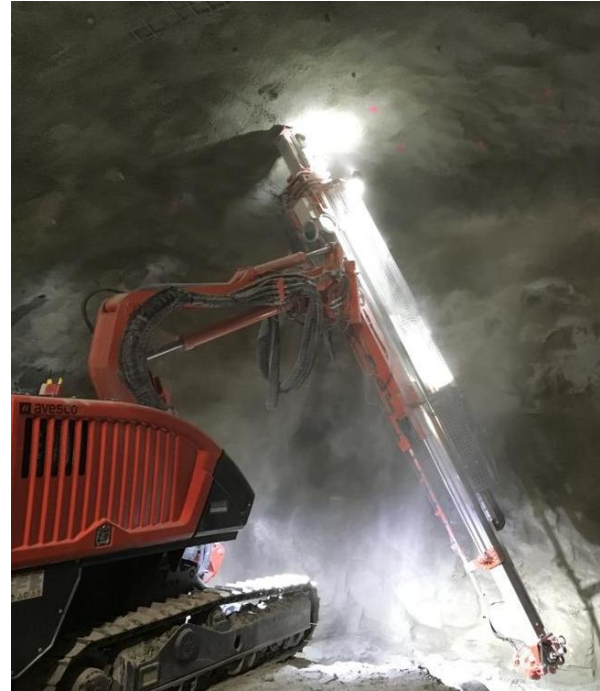
Choix de la méthode en fonction de paramètres géotechniques



EVACUATION DES MATERIAUX



SOUTÈNEMENT PROVISOIRE



ETANCHÉITÉ

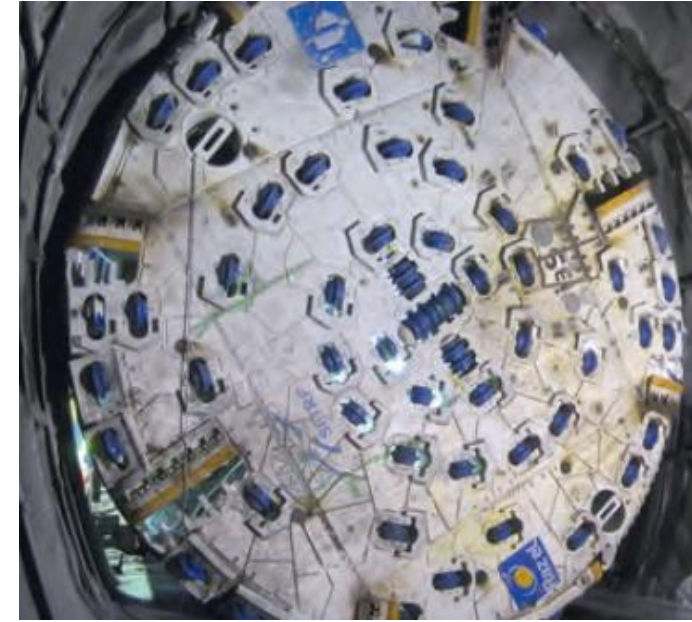
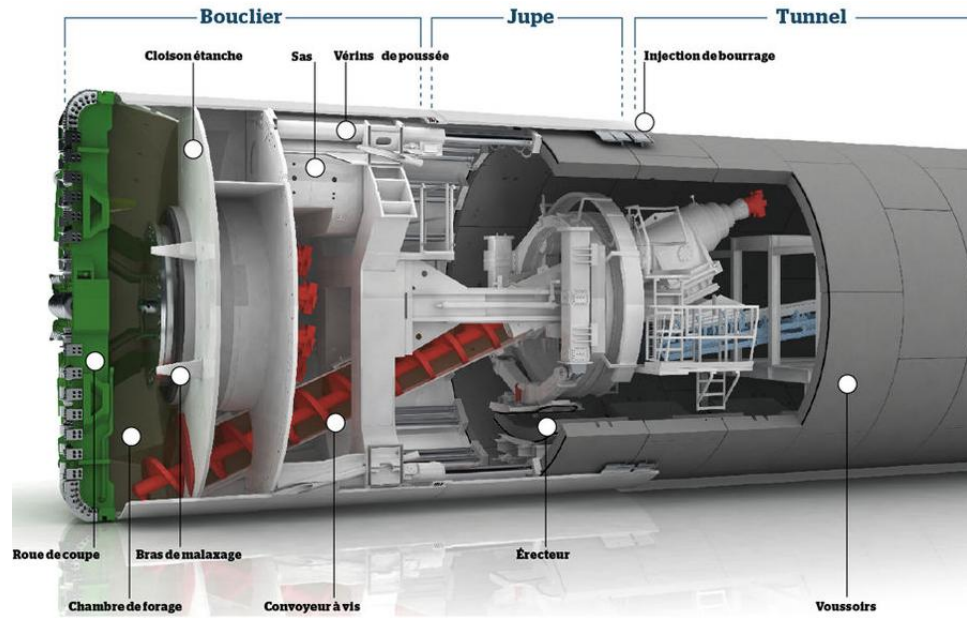


REVÈTEMENT DÉFINITIF



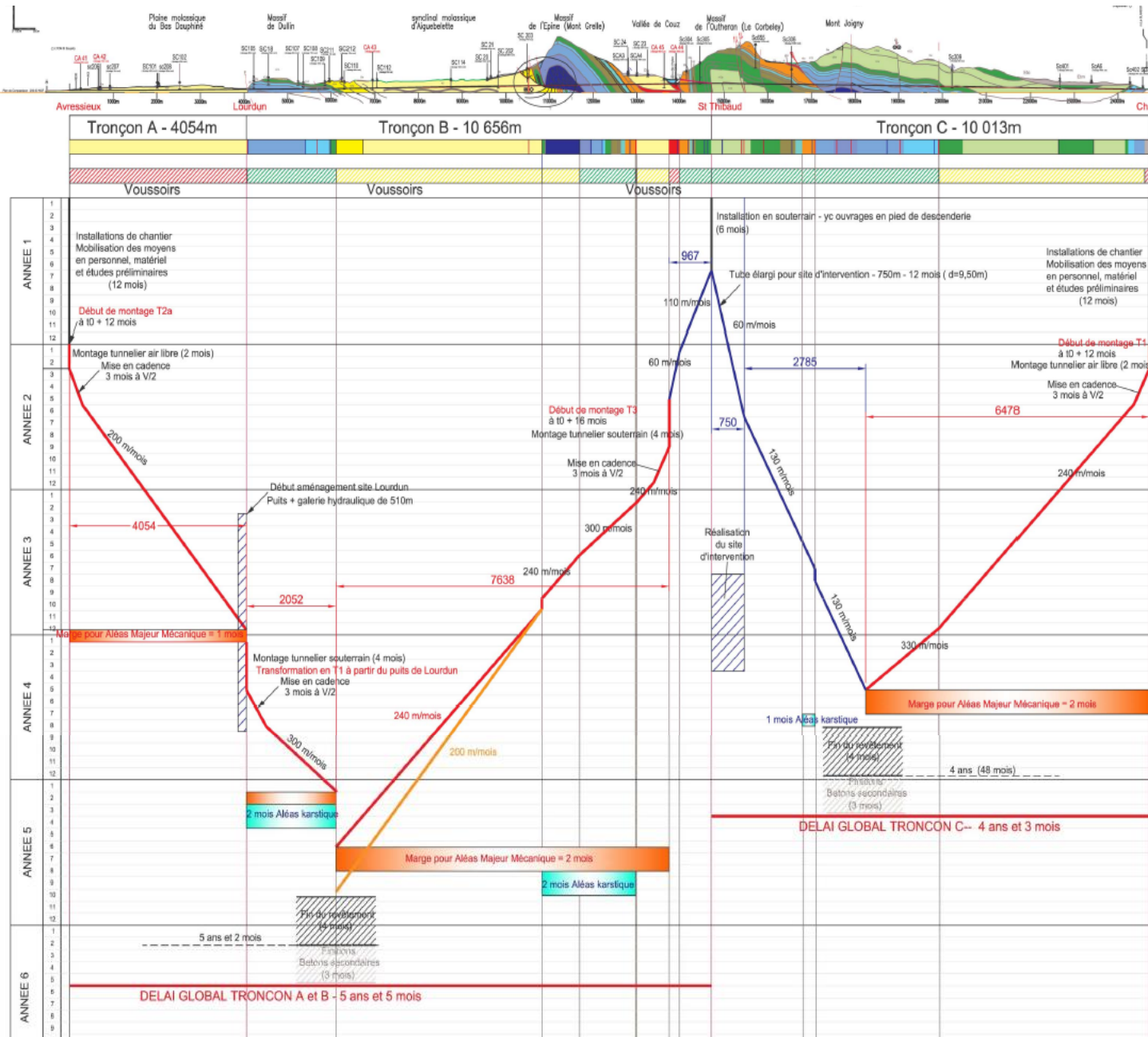
TECHNIQUES DE CREUSEMENT

excavation au tunnelier (TBM)



CADENCES D'EXCAVATION

exemple d'un planning chemin de fer



Il permet de visualiser :

- Ecart de cadences (pentes) entre linéaires excavés en traditionnel (bleu) et linéaires excavés au tunnelier (rouge)
- Délais de commande et de fabrication des tunneliers, et de mise en cadence (premiers mois)
- Pour les tunnels longs, nécessité d'attaques intermédiaires pour limiter la durée de construction (et droit du travail pour travail en espace confiné)

Ordres de grandeur de cadences

(très dépendant de géotechnique et de présence d'eau) :

- de l'ordre de 100m/mois en traditionnel
- de l'ordre de 300m/mois en TBM

COMBIEN ÇA COÛTE

- Ouvrage dont la conception et le mode de réalisation dépend fortement de :
 - contraintes de site (notamment géotechniques et hydrogéologiques),
 - contraintes fonctionnelles (gabarit, section d'air → section excavée ; longueur qui permet d'amortir les coûts fixes, notamment pour TBM)
 - contraintes réglementaires (monotube ou bitube) → valeurs à prendre comme des ordres de grandeur uniquement
- Ordres de grandeur de ratios de coûts de tunnels LGV (coût projet=coûts de construction (GC+EF) + frais de MOA) :

	Construction GC seul	Projet complet
Bitube	85 M€/km	110 M€/km
Monotube	75 M€/km	95 M€/km

- A titre de comparaison, pour une ligne de plaine sans difficultés topographiques, sans ouvrages souterrains et sans gares nouvelles, une fourchette basse de coût LGV peut être évalué à environ 22 M€/km à 25 M€/km.

LOGISTIQUE DE CONSTRUCTION D'UN TUNNEL

Tunnel excavé = limitation des contraintes en surface MAIS concentration des nuisances au niveau des têtes



Installations de chantier	Emprises mini	Evacuation matériaux pour un tube VU
Attaque en traditionnel	3 000 m ²	250 m3 (non foisonnés) par jour
Attaque au tunnelier	15 000 m ² (plus si usine de préfa voussoirs)	250 m3 (non foisonnés) par jour

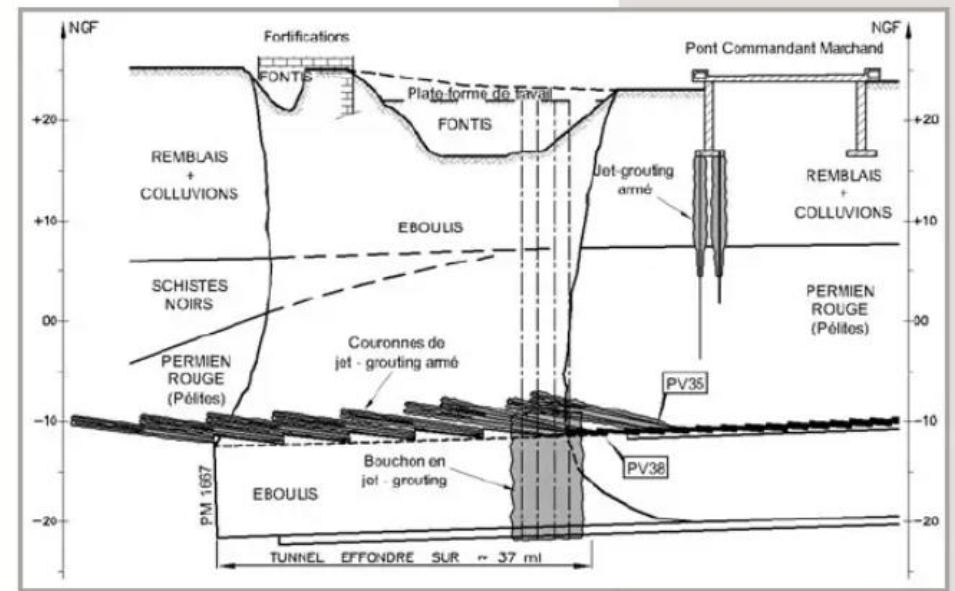
RISQUES CONSTRUCTIFS

Les travaux de tunnels sont spécifiques
sont pilotés par les risques dès les phases d'étude amont

- Aléas géotechniques difficiles à réduire et impossible à complètement lever avant la réalisation de l'ouvrage
- Exiguïté des zones de travail (poussière, bruit, coactivité)
- Instabilité du front (débouffage)

Nécessité de reconnaissances lourdes avant travaux (qui peuvent aller jusqu'à des puits d'essais ou à des galeries de reconnaissance), mais aussi pendant les travaux (reconnaitances à l'avancement, injections de confortement des sols ou d'étanchéification, etc.)

Le fontis
The subsidence
cavity



Exemple tunnel de Toulon (revue Travaux n°806 de 03/2004)

RISQUES POUR LES ENVIRONNANTS

- Tassements
- Vibrations (excavation à l'explosif)
- Impact sur les écoulements et les nappes (tunnel de Marseille, cf. sous-groupe 1)

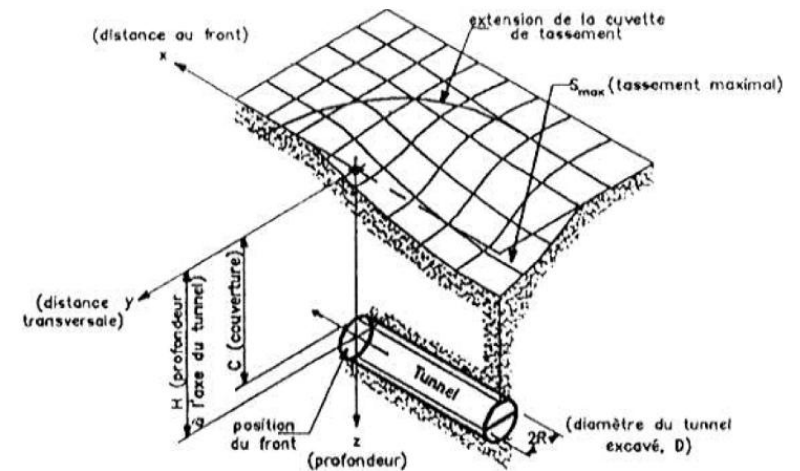


Figure 1.2 Cuvette de tassement 3D (Leblais et al. [1995])

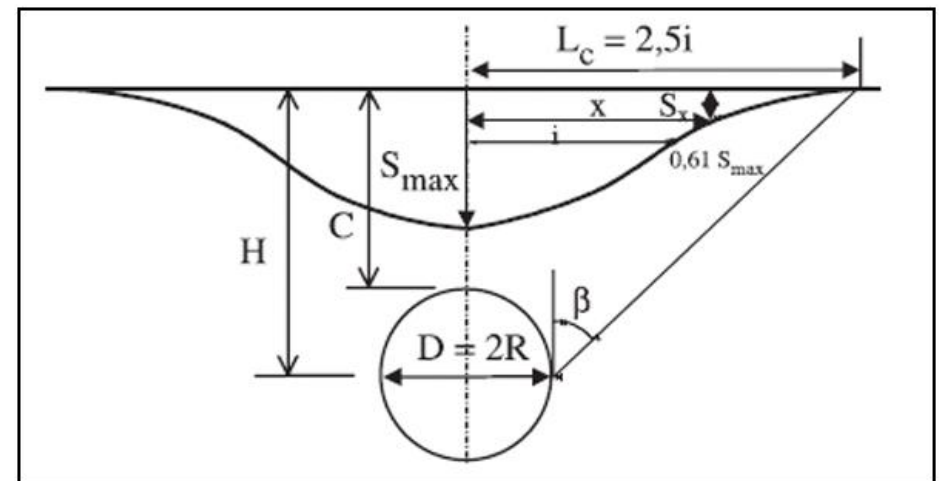


Figure 1.5 Profil gaussien de la cuvette de tassement

ZIG (zone d'influence géotechnique),
cuvette de tassements

BILAN CARBONE

Paramètres généraux :

- 70 à 90% des émissions dues à la construction proviennent des matériaux (sur ce volume, 80% à 95% des émissions dues aux matériaux viennent des bétons et des aciers),
- Le complément (10 à 30%) est dû aux engins et installations de chantier.

Ordre de grandeur des ratios :

- Tunnel bitube en traditionnel : $\approx 35 \text{ tCO}_{2\text{eq}}$ par mètre de ligne
- Tunnel bitube au tunnelier : $\approx 30 \text{ tCO}_{2\text{eq}}$ par mètre de ligne
- Tunnel monotube DV en traditionnel : $\approx 30 \text{ tCO}_{2\text{eq}}$ par mètre de ligne

C'est 10 à 20 fois plus que des sections en déblai / remblai

Bilan complet doit tenir compte de la phase de construction mais aussi de la phase d'exploitation (tunnels permettent des pentes faibles : moins de dénivellation pour les trains fret → économie d'énergie).

3

Atelier 3 : Les conditions d'exploitation d'un tunnel

LES CONTRAINTES DE TRACÉ

- La ligne nouvelle mixte se caractérise par un profil en long plus « plat » (de l'ordre de 1% de pente) qu'une ligne nouvelle dédiée aux trains à grande vitesse (jusqu'à 3,5% de pente).
- Cette contrainte est notamment due à la masse des trains (400 à 800 t pour un TGV contre plus de 2000 t pour des trains de fret), à la puissance et au type de motrice utilisé.
- **Cette caractéristique technique contraint l'insertion dans les zones à relief difficile :**
 - Ligne plus ouvragée
 - Déblais / Remblais plus importants
 - Passage en tunnel lorsque la hauteur à franchir est trop importante
 - Raccordements plus longs et ouvragés (notamment rampes d'accès aux sauts-de-mouton)



LGV Est Européenne (source : Setec)

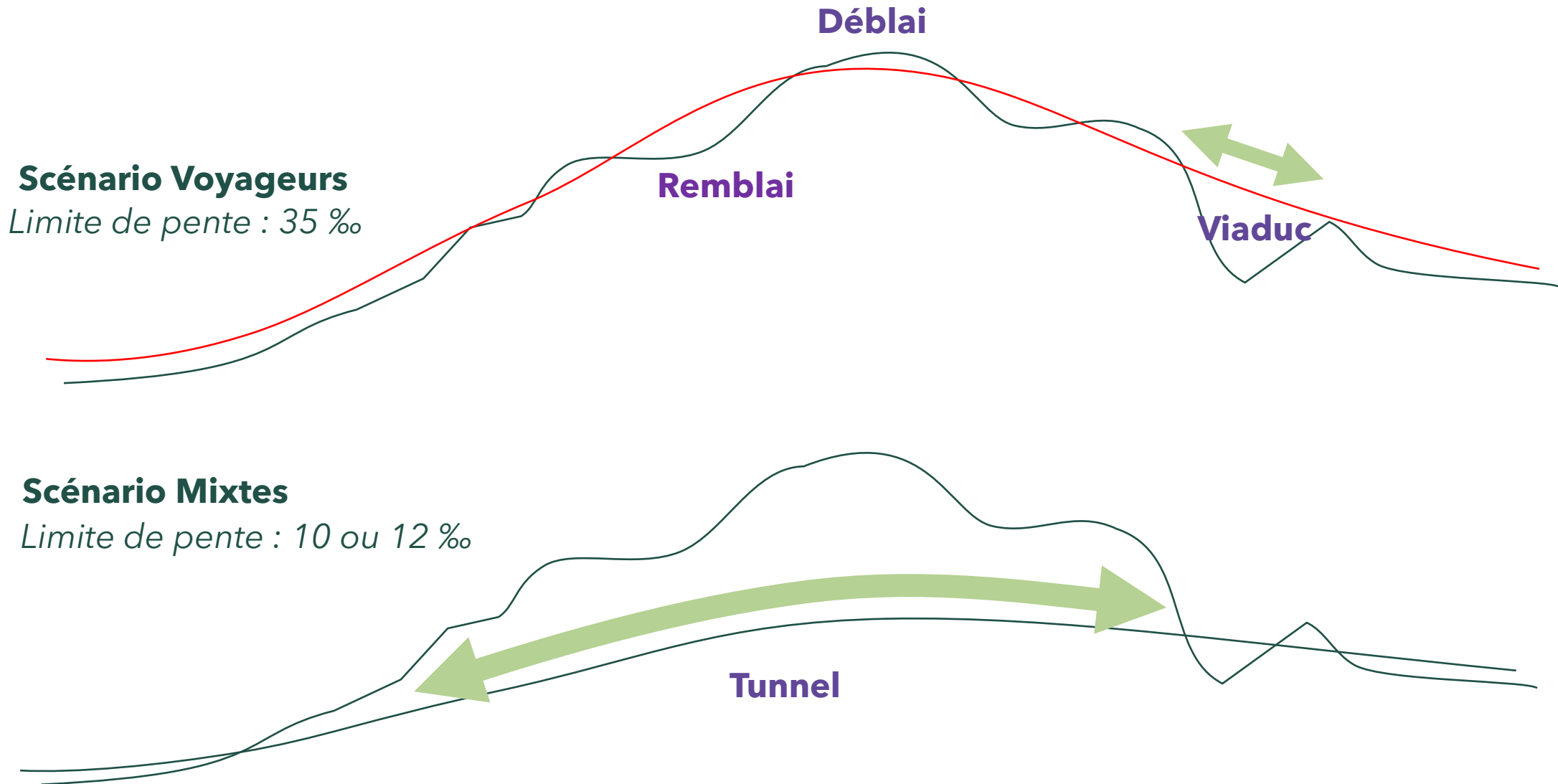


LGV Est Européenne (source : wikipédia)

LES CONTRAINTES DE TRACÉ

Pente et impact sur les ouvrages - secteur avec fort dénivelé mais pentes relativement homogènes

Schémas de principe



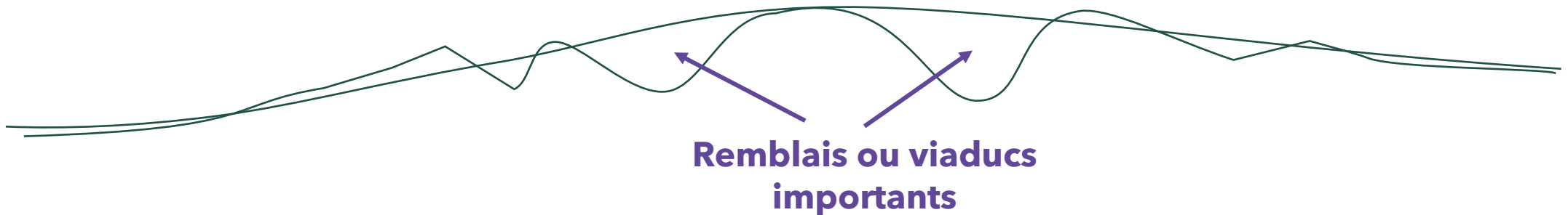
LES CONTRAINTES DE TRACÉ

Pente et impact sur les ouvrages - secteur avec fort dénivelé et brèches prononcées

Schémas de principe



Scénario de compromis, successions de tunnels / ouvrages et remblais



Scénarios sans tunnel, mais avec des remblais et ouvrages plus hauts - pente de la ligne possiblement supérieure

LES CONTRAINTES DE TRACÉ

Les voies écartées à la sortie d'un bitube

La stabilité de chacun des deux tubes nécessite de conserver du terrain entre les deux tubes (de l'ordre d'un diamètre au minimum) : espacement minimal d'environ 20m au niveau des têtes, 25m en section courante du tunnel (pas de contrainte d'emprises).

- Consommation d'emprises au niveau des têtes
- Peut impacter les ouvrages proches : élargissement des remblais ou du tablier d'un viaduc (au pire, deux viaducs VU au lieu d'un seul viaduc DV)



RÉGLEMENTATION / SÉCURITÉ ET CONFIGURATION GLOBALE DU TUNNEL

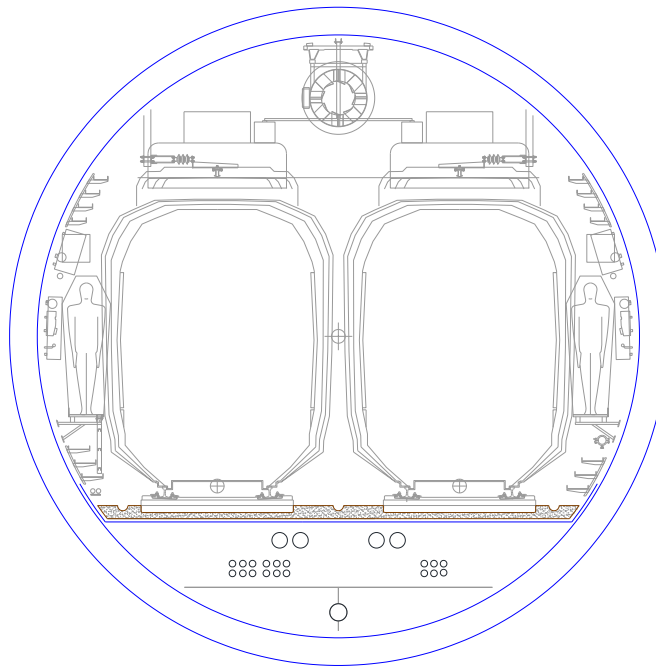
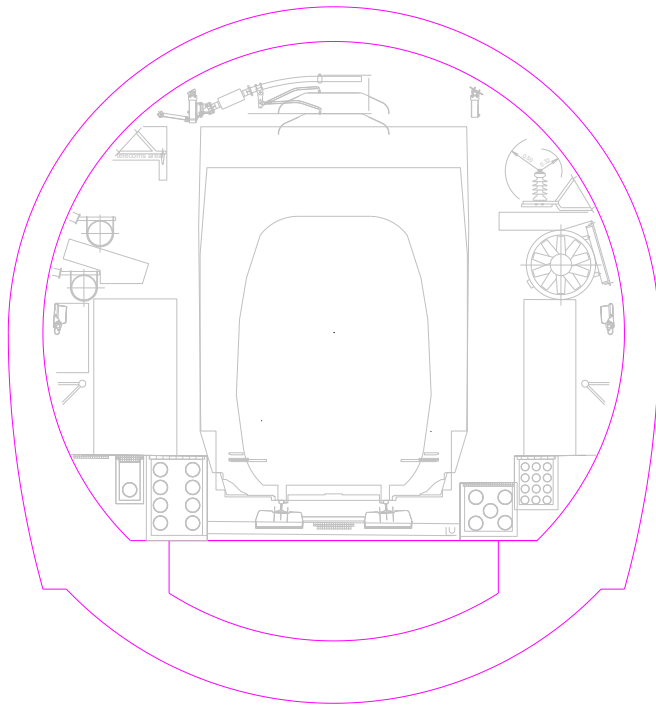
Principaux règlements applicables du point de vue de la sécurité :

- STI « sécurité des tunnels ferroviaires » (Spécifications Techniques d'Interopérabilité) européennes
- ITI 98-300 (Instruction Technique Interministérielle) française
- IN 3278 (référentiel SNCF pour les nouvelles LGV)

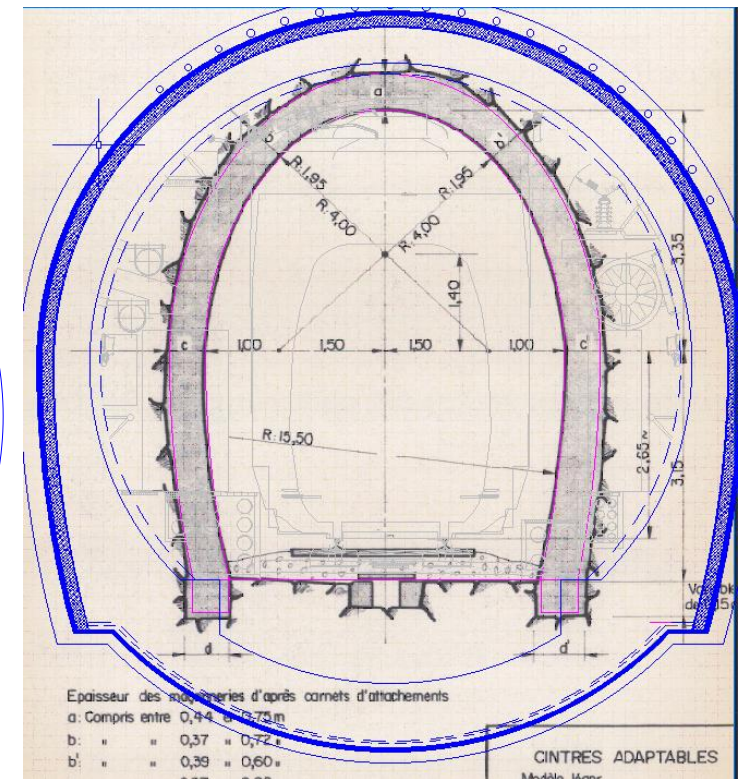
Trafic	Longueur	Vitesse	Profondeur (1)	Configuration
Voyageur (non couvert par ITI si > 10km)	100m - 1km		PL rasant	TC DV
			PL non rasant	Monotube DV
	> 1 km		PL rasant	TC DV avec accès air libre e<1000m (5)
			PL peu profond	Monotube DV avec accès air libre e<1000m (5)
			PL profond	Bitube VU ou monotube DV + galerie sécurité (2) avec rameaux e<500m (5)
	> 20 km			Idem + sites d'intervention souterrains
Mixte (non couvert par ITI si > 10km ou si > 5km avec AF)	22.5m - 200m (3) (4)	V≤300	PL rasant	TC DV
			PL non rasant	Monotube DV
		V>300	PL rasant	TC DV cloisonnée
			PL non rasant	Bitube VU
	200m - 800m		PL rasant	TC DV cloisonnée
			PL non rasant	Bitube VU
	> 800 m		PL rasant	TC DV cloisonnée avec accès air libre e<1000m (5)
			PL non rasant	Bitube VU avec galeries e<500m (5)
	> 20 km			Idem + sites d'intervention souterrains

DIMENSION DE L'OUVRAGE : IMPORTANCE DE LA SECTION AIR

Pour les tunnels circulés à grande vitesse, les critères aérodynamiques deviennent prépondérants pour le dimensionnement de la section par rapport au gabarit (même gabarit Autoroute Ferroviaire) et à l'encombrement des équipements.



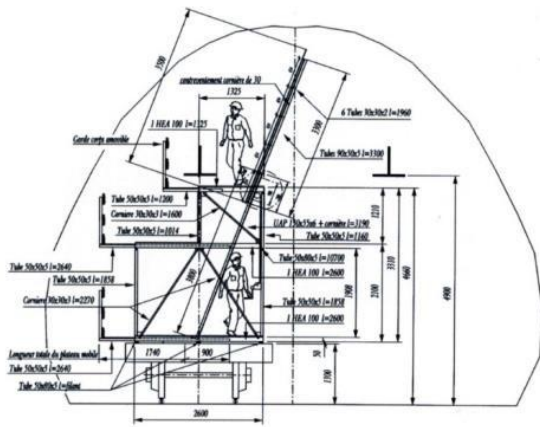
tube voie unique LGV = tube double-voie métro



Superposition tunnel XIX^{ème} siècle / LGV (sections excavées : 38m² / 90m²)

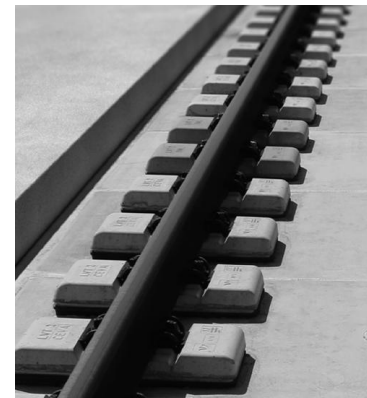
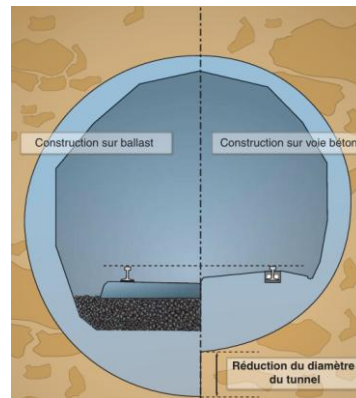
MAINTENANCE

Configuration à deux tubes VU bien plus favorable pour l'exploitant, pour limiter l'impact des interventions (maintenance, travaux) sur l'exploitation



Exemples de conditions d'intervention sur un monotube DV

Dispositions favorisant la maintenance



Voie sans ballast pour intervention des secours → facilite maintenance, possibilité de mise en œuvre d'appuis anti-vibratiles

4

Synthèse collective

Quelles sont vos contributions ?



Atelier 1
Focus sur les enjeux
karstiques,
géologiques et
hydrographiques
du territoire



Atelier 2
Les modes de
réalisation d'un
tunnel

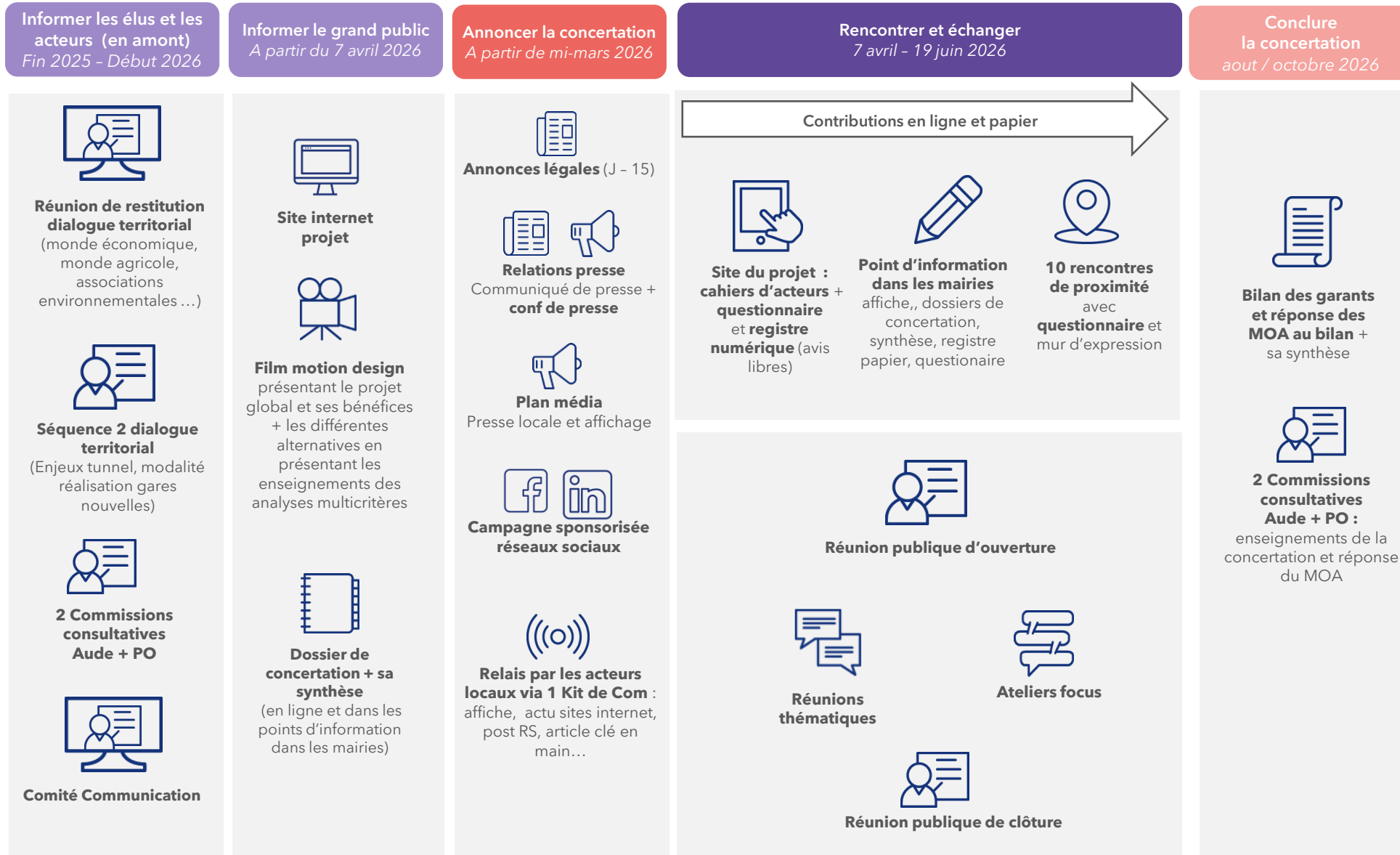
Atelier 3
Les modes
d'exploitation d'un
tunnel

5

Les prochaines
étapes :
la concertation
préalable

Le dispositif envisagé pour la concertation

Projet de dispositif – en cours d'élaboration avec les garants CNDP



Les réunions envisagées

Projet de dispositif – en cours d'élaboration avec les garants CNDP

13 réunions de concertation

Horaires des réunions 18h-20h30

1 réunion publique
d'ouverture

↔ Narbonne

7 réunions thématiques

↔ Les scénarios voyageurs ou mixtes (fret + voyageurs)

↔ Les scénarios de gares nouvelles : Zoom Hérault

↔ Les scénarios de gares nouvelles : Zoom Aude

↔ Les enjeux agricoles : Zoom Aude et Hérault

↔ Les enjeux agricoles : Zoom PO

↔ Les enjeux économiques et touristiques

↔ Les enjeux environnementaux : biodiversité, bruit, paysage

4 ateliers focus

↔ Le contournement de Perpignan

↔ Les enjeux de la ressource en eau

↔ Les enjeux et alternatives de la traversée du Massif des Corbières

↔ Les enjeux d'un tunnel en milieu karstique

1 réunion publique de
clôture

↔ Narbonne

Soyez relais de la concertation !

Un Comité Communication

- Rassemblant les Responsables Communication des 33 communes, des partenaires co-financeurs et des acteurs du territoires
- Mobilisé pour relayer l'information et inciter à la participation

Quel est le
réfèrent
communication
chez vous ?
Merci de remplir
le formulaire !

Un kit de com

- Documents prêts à l'emploi en version numérique : affiche + post RS + article clé en main
- Livraison des documents papier pour le point d'information

Un point d'information en mairie

- Affiche
- Synthèse à disposition
- Dossier de concertation en consultation
- Registre papier + questionnaire pour recueillir les contributions

MERCI !

Rendez-vous lors de la concertation préalable !

