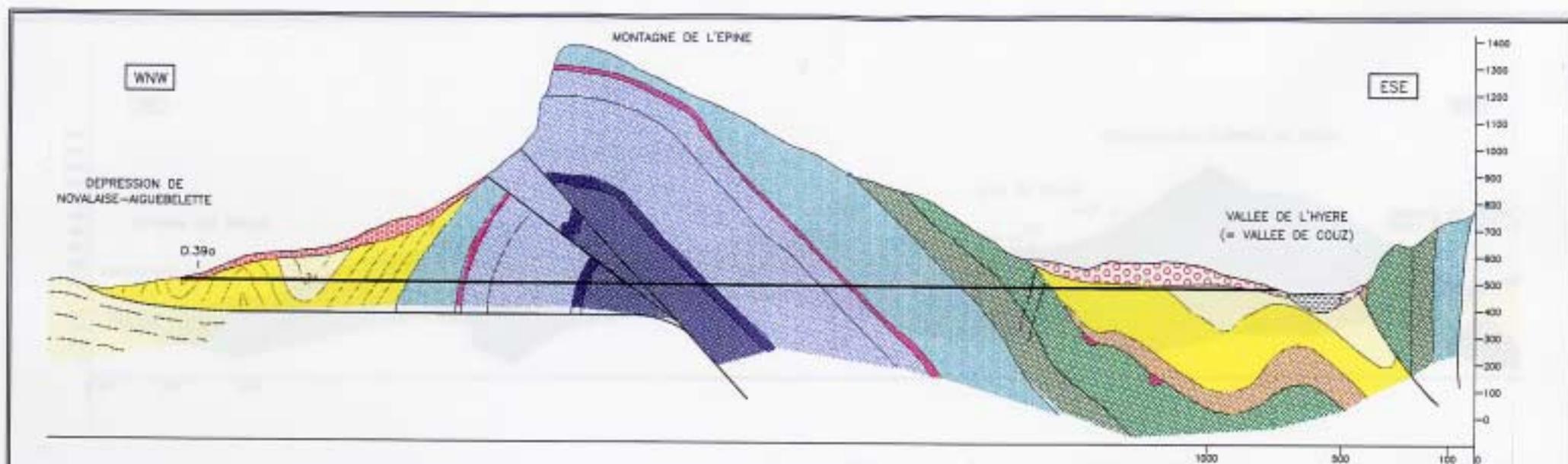


TUNNEL DE L'EPINE



LONGUEUR (m) : 4208

DÉBUT TUNNEL PK : 5+816
FIN TUNNEL PK : 3+723

Planche VPN : 4 827 03 100,14 A
Planche VPN : 4 827 04 110,2 D

Section libre (m²) : 61

HAUTEUR maxi de couverture (m) : 830

GÉOLOGIE :

Molasse vindobonienne tectonisée au front du chevauchement ;
Massif de l'Épine composé principalement de séries calcaires du Jurassique Supérieur et du Crétacé Inférieur (anticlinal faillé chevauchant la molasse) ;
Molasse burdigalienne et vindobonienne transgressive sur le Crétacé, et recouvrement morainique.

HYDROGÉOLOGIE :

Massif fortement karstifié avec exutoires sur le versant Est à des cotes comprises entre 580 et 650 m, soit 100 à 200 m au dessus du projet.

DIFFICULTÉS ATTENDUES :

Probabilité très élevée de venues d'eau avec charges et débits importants au passage d'accidents ou de karsts.

PRINCIPALES INCERTITUDES :

Présence possible de karsts noyés plus ou moins colmatés sous les niveaux de base hydrologiques avec risque de débouçage brutal ;
Position du plan de chevauchement ;
Emplacement et profondeur des paléochanals entaillant la molasse et remplis de moraines sur les versants Ouest et Est.
Galerie de reconnaissance et de drainage indispensable sur toute la longueur du projet.

LONGUEURS PRÉVUES EN CLASSE DE TERRAIN :

1 : 1334m 2 : 1142m 3 : 750m 4 : 550m 5 : 192m 6 : 240m

METHODES D'EXECUTION ENVISAGEES

ABATTAGE :

Machine ponctuelle	X	B
Explosif	X	B
Tunnelier		
Mixte (Tunnelier + autres)		

SOUTÈNEMENTS :

Gunitage	X	A
Béton projeté	X	C
Cintres légers	X	A
Cintres lourds	X	A
Boulons	X	C
Spéciaux	X	A

REVÈTEMENT :

Béton coulé	X	T
Voussoirs		

PHASAGE :

Plaine section	X	C
Section divisée	X	A

LEGENDE :

X=Base V=Variante A=<1/3L 1/3<B<2/3 C>2/3L T=100%L

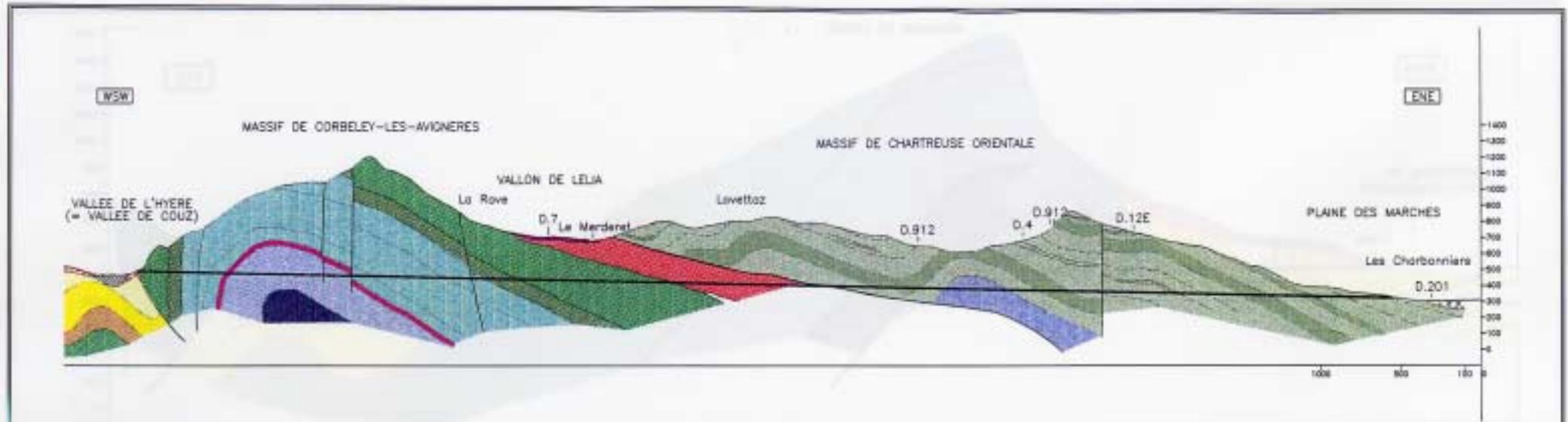
LEGENDE :

- Et : Boule
- m3a : molasses sableuses
- m1b : molasses grès-calcines
- g2M : molasse rouge continentale
- m1a : Urgonien
- r3 : Hauteriviens
- n1-2Co : Bernisien - Volangien
- JaP : Portlandien - Bernisien
- J8 : Portlandien
- JE-5 : marbres et marnes-calcines

DEFINITION DES CLASSES DE TERRAIN

- 1 : Résistance bonne, fracturation faible
- 2 : Résistance bonne, fracturation forte
- 3 : Résistance moyenne, fracturation faible
- 4 : Résistance moyenne, fracturation forte
- 5 : Résistance faible
- 6 : Passage de failles - Karst ...

TUNNEL DE CHARTREUSE (sortie APREMONT)



LONGUEUR (m) : 7811 DEBUT TUNNEL PK : 4+054 Planche VPN : 4 827 04 110.2 D Section libre (m2) : 61
 FIN TUNNEL PK : 0+503 Planche VPN : 4 827 05 130.25 A HAUTEUR maxi de couverture (m) : 690

GEOLOGIE :
 Le massif de la Chartreuse est composé dans ce secteur de deux entités :
 * L'Anticlinel Médian, constitué principalement de séries calcaires de Jurassique Supérieur et du Crétacé Inférieur, avec un flanc ouest s'élevissant à l'ouest.
 * L'Anticlinorium oriental, constitué principalement de séries marno-calcaires du Crétacé Inférieur, chevauchant le flanc Est de l'Anticlinel Médian sur un niveau de molasse tertiaire.

HYDROGEOLOGIE :
 L'Anticlinel Médian est fortement karstifié. Les exutoires sont situés à des cotes comprises entre 580 et 600 m, soit 100 m au-dessus du projet.
 L'Anticlinorium oriental ne présente à l'affleurement que peu de séries calcaires. Les formations recoupées par le projet ne sont donc pas alimentées par la surface, ce qui devrait en principe limiter les débits interceptés. Cependant, du fait de la continuité des structures, la possibilité de relais avec des aquifères situés plus au sud ne peut être totalement écartée, ce qui entraînerait des conditions hydrogéologiques un peu plus défavorables.

DIFFICULTES ATTENDUES :
 Probabilité très élevée pour que les valeurs d'eau se produisent sous des conditions de charge et débit importantes à la rencontre d'accidents ou de karsts lors de la traversée de l'Anticlinel Médian.

PRINCIPALES INCERTITUDES :
 Nature et degré de continuité des karsts qui seront traversés dans l'Anticlinel Médian, sous les niveaux de bases hydrogéologiques, et risque de débouçage brutal qui en découlerait ;
 Localisation et extension des zones de matériaux rocheux dégradés au niveau des plans de chevauchement de l'Anticlinel Médian sur la molasse et de l'Anticlinorium oriental sur l'Anticlinel médian (forte probabilité pour que ce dernier soit très peu redressé).

Galerie de reconnaissance et de drainage indispensable sur environ 4200 m à partir de la site Ouest (traversée de l'Anticlinel Médian).

LONGUEURS PREVUES EN CLASSE DE TERRAIN :
 1 : 5150m 2 : 1482m 3 : 200m 4 : 100m 5 : 780m 6 : 100m

METHODES D'EXECUTION ENVISAGEES

ABATTAGE :

Machine ponçuelle	X	A
Explosif	X	C
Tunnelier	V	T
Motes (Tunnelier + autres)		

SOUTÈNEMENTS :

Gunlage	X	A
Béton projeté	X	B
Cintres légers	X	A
Cintres lourds	X	A
Boulons	X	C
Spéciaux	X	A

REVÈTEMENT :

Béton coulé	X	T
Voussoirs	V	T

PHASAGE :

Pleine section	X	C
Section divisée	X	A

LEGENDE :
 X=Base V=Variante A=<1/3L 1/3<B<2/3 C>2/3L T=100%L

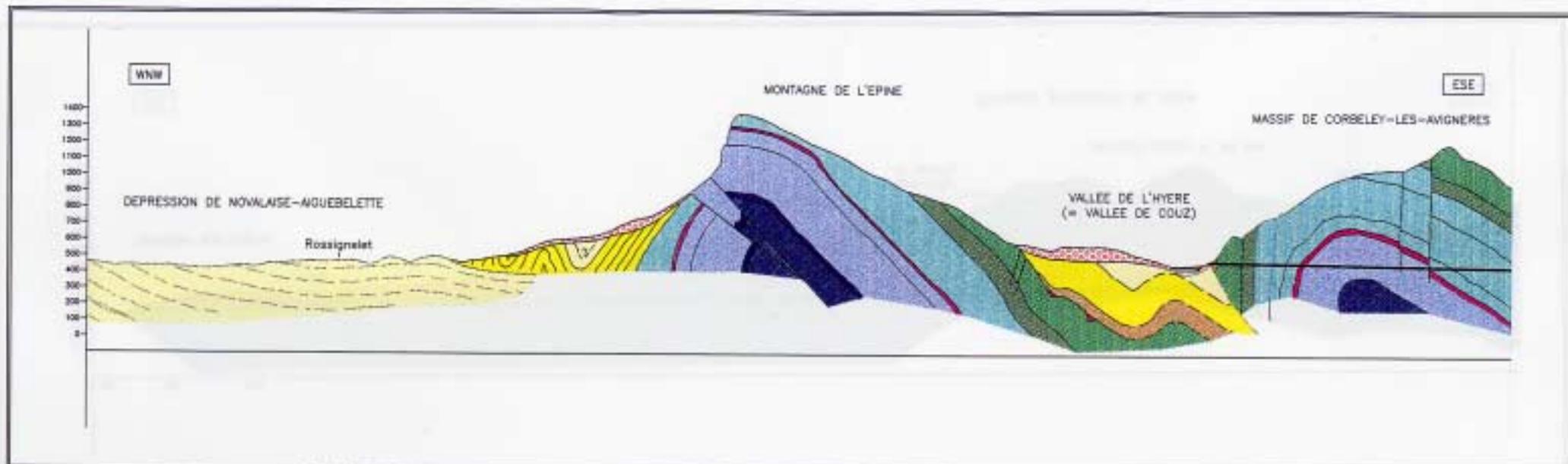
LEGÈRE :

- Dr : Meule
- Dr : marne
- m2a : molasse acideuse
- m1b : molasse grise-rouge
- g2a : molasse rouge carbonifère
- m4 : argente
- m7 : houillier
- m2c : Valengin
- m1a : marnes du Bertozien
- m1f : Portland - Bertozien
- m2 : Portland
- m1-3 : marnes et marno-calcaires

DEFINITION DES CLASSES DE TERRAIN

- 1 : Résistance bonne, fracturation faible
- 2 : Résistance bonne, fracturation forte
- 3 : Résistance moyenne, fracturation faible
- 4 : Résistance moyenne, fracturation forte
- 5 : Résistance faible
- 6 : Passage de failles - Karst ...

TUNNEL DE CHARTREUSE (sortie CHAPAREILLAN)



DÉBUT TUNNEL PK : 4+054

Planche VPN : 4 827 04 110,6

Section utile (m2) : 61

HAUTEUR maxi de couverture (m) : 722

LONGUEUR TOTALE (m) : 10525

GÉOLOGIE :

Le massif de la Chartreuse est composé dans ce secteur de deux entités :

* L'Anticlinal Médian, constitué principalement de séries calcaires du Jurassique Supérieur et du Crétacé Inférieur, avec un flanc Ouest chevauchant la molasse.

* L'Anticlinorium oriental, constitué principalement de séries marno-calcaires du Crétacé Inférieur, chevauchant le flanc Est de l'Anticlinal Médian sur un niveau de molasse tertiaire et passant progressivement à une structure syndinale vers l'Est.

HYDROGÉOLOGIE :

L'Anticlinal Médian est fortement karstifié. Les exutoires sont situés à des cotes comprises entre 500 et 600 m, soit environ 100 m au-dessus du projet.

L'Anticlinorium oriental ne présente à l'affleurement que peu de séries calcaires. Les formations recoupées par le projet ne sont donc pas alimentées par la surface, ce qui devrait en principe limiter les débits interceptés. Cependant, du fait de la continuité des structures, la possibilité de relais avec des aquifères situés plus au sud ne peut être totalement écartée, ce qui entraînerait des conditions hydrogéologiques un peu plus défavorables.

Le synclinal oriental présente des séries calcaires du Jurassique Supérieur à l'affleurement. Celles-ci sont karstifiées. Les niveaux de base sont situés à des cotes voisines du projet vers 200 m.

DIFFICULTÉS ATTENDUES :

Probabilité très élevée pour que les venues d'eau se produisent sous des conditions de charges et débits importants à la rencontre d'accidents ou de karsts lors de la traversée de l'Anticlinal Médian.

PRINCIPALES INCERTITUDES :

Nature et degré de colmatage des karsts qui seront traversés dans l'Anticlinal Médian, sous les niveaux de base hydrologiques, et risques de débordement brutal qui en découlent ;

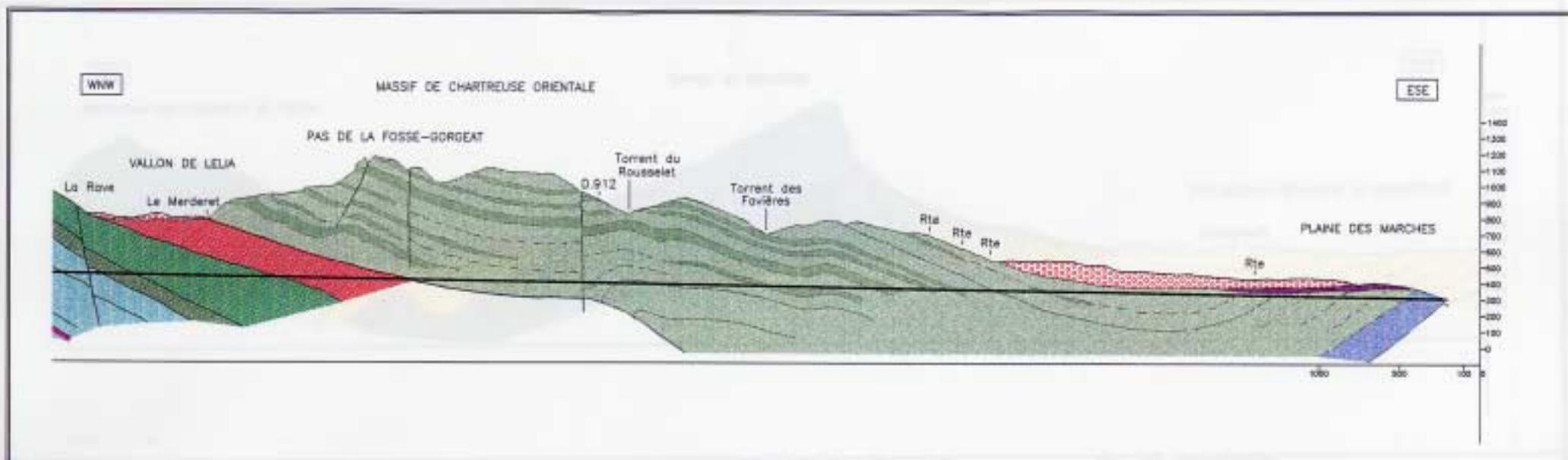
Localisation et extension des zones de matériaux rocheux dégradés au niveau des plans de chevauchement de l'Anticlinal Médian sur la molasse et de l'Anticlinorium oriental sur l'Anticlinal médian (forte probabilité pour que ce dernier soit très peu redressé).

Le manque de données sur la topographie du paléo relief sous l'écoulement du Granier ne permet pas d'exclure totalement tout risque de passage localisé dans les éboulis. Galerie de reconnaissance et de drainage indispensables sur environ 4200 m à partir de la tête Ouest (traverse de l'Anticlinal médian).

LONGUEURS PREVUES EN CLASSE DE TERRAIN :

1 : 7161m 2 : 1995m 3 : 200m 4 : 100m 5 : 1050m 6 : 100m

TUNNEL DE CHARTREUSE (sortie CHAPAREILLAN) - (Suite)



FIN TUNNEL PK : 0+120

Planche VPN : 4 827 05 140,14 A

Section utile (m²) : 61

HAUTEUR maxi de couverture (m) : 722

METHODES D'EXECUTION ENVISAGEES

ABATTAGE :

Machine ponctuelle	X	A
Explosif	X	C
Tunnelier	V	T
Mixtes (Tunnelier + autres)		

SOUTÈNEMENTS :

Grutage	X	B
Béton projeté	X	B
Cintres légers	X	A
Cintres lourds	X	A
Boulons	X	C
Spéciaux	X	A

REVÈTEMENT :

Béton coulé	X	T
Voussoirs	V	T

PHASAGE :

Pleine section	X	C
Section divisée	X	A

LEGENDE :

X=Base V=Variante A=<1/3L 1/3<B<2/3 C>2/3L T=100%L

LEGENDE :

- Et : Boule
- Es : marne
- m2s : marnes schisteuses
- m1s : marnes grise-rouges
- g2M : marnes rouges verdâtres
- m4s : liasien
- m3 : Holarbien
- m3C : Valanginien
- m1a : marnes du Bertolan
- mP : Portlandien - Bernisien
- J1 : Portlandien
- J1-B : marnes et roches calcaires

DÉFINITION DES CLASSES DE TERRAIN

- 1 : Résistance bonne, fracturation faible
- 2 : Résistance bonne, fracturation forte
- 3 : Résistance moyenne, fracturation faible
- 4 : Résistance moyenne, fracturation forte
- 5 : Résistance faible
- 6 : Passage de failles - Karst ...

Conception et optimisation des tunnels

Méthodes de creusement

La méthode traditionnelle avec abattage à l'explosif ou par machine à attaque ponctuelle, apparaît comme la mieux appropriée compte tenu de la grande diversité des formations géologiques rencontrées. En effet, le comportement éminemment variable des terrains traversés nécessite une grande souplesse d'adaptation de la méthode de creusement : variations de la longueur des travées d'abattage, gradation des soutènements, possibilité de traitement des terrains au front, modification de la section de terrassement (pleine section, section divisée). De plus, cette méthode offre la meilleure garantie pour le respect des délais.

La section excavée, relativement modeste (90 m² environ), permet d'envisager les modes de creusement suivants:

- pour les terrains de classe C1 et C2, le creusement est réalisé à l'explosif en pleine section, voire par section divisée si le terrain est très fracturé (longueur des volées jusqu'à 4 m),
- pour les terrains de classe C3 et C4, le creusement est effectué à la machine à attaque ponctuelle en pleine section (longueur des travées: 1 à 2 m),
- pour les terrains de classe C5, le creusement s'effectue à la machine à attaque ponctuelle par section divisée (longueur des travées: 1 m),

pour les terrains de classe C6, le creusement est réalisé à la machine à attaque ponctuelle ou à la pelle mécanique en section divisée et en prenant des précautions particulières, avec sondages à l'avancement.

Pour les tunnels profonds (Avressieux-Apremont : 20700 m et Avressieux-Chapareillan : 23500m), envisagés en bitube 2 x 43 m², une méthode plus mécanisée par tunnelier est préférable compte tenu de la grande longueur et de la faible section à excaver. Cette méthode, plus compétitive en termes de coûts et de délais, est tout à fait réaliste comme le montre les travaux récents avec des tunneliers de l'ordre de 9 m de diamètre dans des terrains de natures aussi variées.

Les tunnels monotubes (61 m²) qui traversent les ensembles molassiques de la plaine du Bas Buguey et de la dépression Novalaise-Aiguebelette pourraient également être réalisés au tunnelier compte tenu des caractéristiques géotechniques et de la relative homogénéité des terrains rencontrés. Toutefois, la longueur de ces ouvrages ne permet pas d'envisager cette solution

individuellement, et seul un phasage permettant la réutilisation de la machine entre les tunnels de Vérel-Dullin et Attignat-Oncin (soit un linéaire cumulé de 5500 m dans la molasse) apparaît économiquement intéressant.

Pour les tunnels monotubes (61 m²) dans les massifs marno-calcaires de Dullin, l'Épine et Chartreuse, une méthode mécanisée nécessiterait une réflexion approfondie, étayée par des données géotechniques complémentaires. En effet, les niveaux de terrains durs entraînent des besoins en puissance de machine très élevés, qui peuvent dans le diamètre envisagé (11,70 m) s'avérer aujourd'hui à la limite de la méthode.

Par ailleurs, les difficultés susceptibles d'être rencontrées lors du creusement des tunnels (problème de karsts, traversée de chevauchement, surcreusement glaciaire...) peuvent présenter des aléas plus importants en cas de mécanisation, entraînant des arrêts de chantier pouvant atteindre plusieurs mois.

Profils de soutènement

Sept profils de soutènement, en méthode traditionnelle, ont été définis en fonction de la qualité géotechnique des terrains encaissants ; ces profils décrits ci-dessous s'appliquent aux terrains de classes C1 à C6.

Profil 1 applicable aux terrains de classe C1 (roche saine, peu fracturée) :

- boulonnage en voûte à raison d'un boulon HA 25, de 4 m de longueur, pour 6 m², associé à 5 cm de béton projeté (gunitage).

Profil 2 applicable aux terrains de classe C2 (roche fracturée) :

- boulonnage en voûte à raison d'un boulon HA 25, de 4 m, pour 3 m², associé à 10 cm de béton projeté fibré.

Profil 3 applicable aux terrains de classe C2 (roche fortement fracturée) :

- boulonnage en voûte et piédroits à raison d'un boulon HA 25, de 4 m, pour 1,5 m² associé à 15 cm de béton projeté,
- ancrage en contre-voûte à raison d'un ancrage HA 25, de 4 m, pour 3 m².

Profil 4 applicable aux terrains de classe C3 (roche peu fracturée de résistance moyenne) :

- cintres réticulés espacés de 1,25 ml,
- boulonnage en voûte et piédroits à raison d'un boulon HA 25, de 4 m, pour 2 m² associé à 20 cm de béton projeté.

Profil 5 applicable aux terrains de classe C4 (roche fortement fracturée de résistance moyenne) :

- cintres réticulés espacés de 1 ml,
- boulonnage en voûte et piédroits à raison d'un boulon HA 25, de 4 m, pour 2 m²,
- casquette parapluie tous les 1 ml à raison de 32 aiguilles HA 25, de 3,5 m de longueur,
- béton projeté fibré de 20 cm d'épaisseur en voûte et piédroits,
- béton projeté en front de taille de 5 cm d'épaisseur.

Profil 6 applicable aux terrains de classe C5 (roche de faible résistance) :

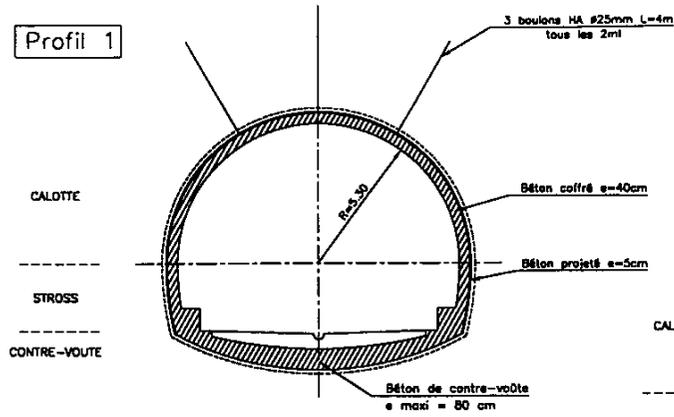
- cintres HEB 180 avec oreilles espacés de 1 ml associés à des plaques de blindage et un béton de blocage, ou des voûtains de béton projeté entre cintres,
- deux longrines en béton armé au niveau des oreilles,
- préradier en béton armé, contre-voûté, de 20 cm d'épaisseur,
- béton projeté en front de taille de 5 cm d'épaisseur,

Ces profils sont représentés en page suivante.

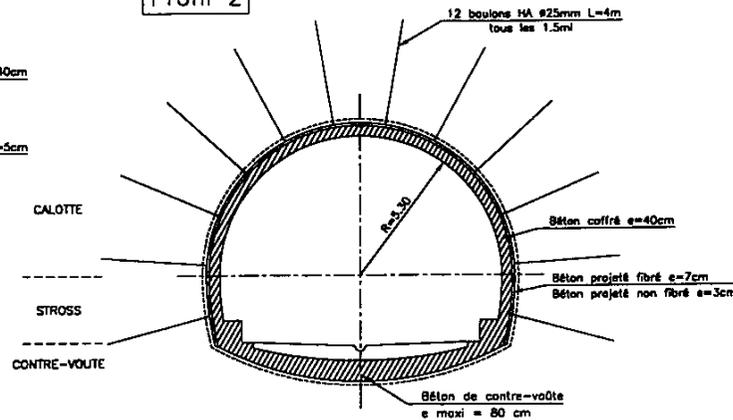
Un profil 7, applicable à la classe de terrain C6 (zone tectonisée), reste à définir au cas par cas selon le terrain. Il peut être assimilé à de la consolidation de terrain par jet-grouting, par fibres de verre, par injections ou tout autre procédé.

PROFILS TYPES DE SOUTÈNEMENT ENVISAGÉS
SECTION D'AIR : 61 M²

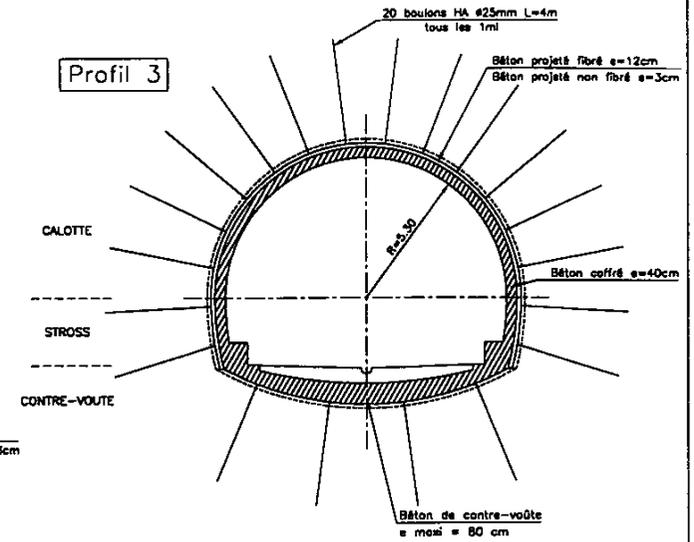
Profil 1



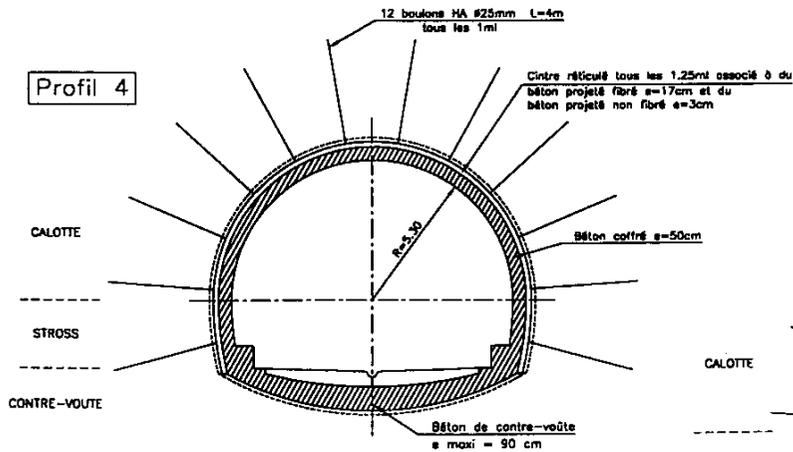
Profil 2



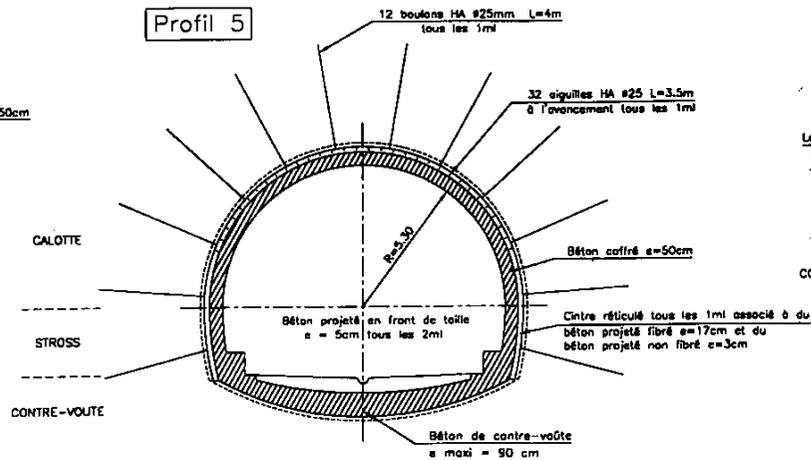
Profil 3



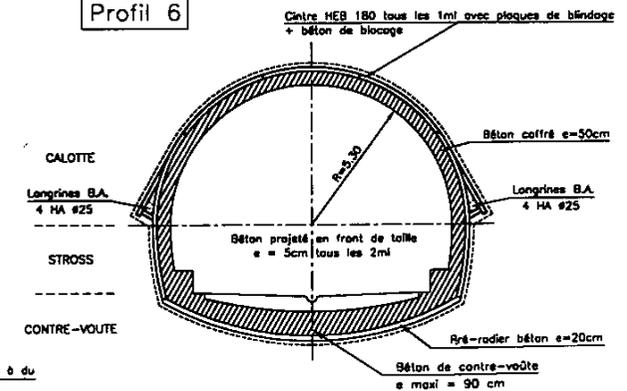
Profil 4



Profil 5



Profil 6



Echelle : 1/200

Revêtement des ouvrages

Pour les tunnels creusés à la machine à attaque ponctuelle ou à l'explosif, un revêtement en béton coulé en place est mis en oeuvre par plots de 8 à 10 m de longueur, en pleine section de préférence. L'épaisseur du béton en voûte et en piédroit varie de 40 à 60 cm en valeur nominale selon les terrains.

Un radier d'épaisseur variable (50 à 90 cm), contre-voûté, en raison des pressions hydrostatiques est réalisé en béton armé.

Une étanchéité périphérique par membrane PVC est prévue au niveau des zones les plus perméables ; ailleurs, l'étanchéité est assurée par les joints aux reprises de bétonnage.

Pour les tunnels creusés au tunnelier, le revêtement envisagé est constitué d'anneaux comprenant huit à dix voussoirs en béton armé reliés entre eux par des fixations mécaniques. Ces voussoirs ont une largeur maximale de 1,50 m et une épaisseur de 50 à 60 cm.

Risques sismiques

- Réglementation

Les ouvrages concernés par cette étude se situent en zone I.B selon le nouveau zonage sismique la France.

Au titre du décret du 14 mai 1991, les ouvrages sont considérés comme étant à « risque normal » et classés en catégorie C.

Les règles de conception parasismique (pour les calculs de structure et les dispositions constructives) sont définies par le guide « AFPS 90 ».

- Application aux ouvrages de tête

Bien que ces règles s'appliquent intégralement, l'expérience montre que pour des ouvrages similaires et dans des zones de risques équivalents (tunnels autoroutiers de l'Épine, du Mont Sion, d'Aiguebelle, et des Hurtières), la prise en compte du risque parasismique n'a pas donné lieu à des renforcements importants de structure, grâce au choix, dès la conception, de structures simples.

- Ouvrages en souterrain

Il faut noter que les zones de terrains pulvérulents et saturés, reconnues sensibles aux phénomènes sismiques, ont été évitées ou font l'objet d'un traitement préalable pour permettre l'excavation.

Dans les zones rocheuses et cohérentes, les vibrations sismiques ne sont pas en principe de nature à augmenter les poussées sur l'ouvrage ; elles ne sont donc pas dimensionnantes.

Dans le cas de l'identification d'une faille active, des dispositions constructives sont prises afin de permettre un déplacement sans créer de dommages importants aux structures. Cependant, il faut noter que de telles dispositions (réalisation de joint sec au droit de l'accident, dispositif anti-cisaillement des éléments solidaires du béton de revêtement ...) sont en principe peu onéreuses et n'ont donc pas d'incidence sur le coût de l'ouvrage à ce niveau d'étude.

Logistique chantier

Le tableau joint en page suivante résume la logistique chantier envisagée à ce stade des études pour chaque tunnel étudié.

Installation de chantier

D'une manière générale, la superficie nécessaire à l'organisation d'une attaque est de l'ordre de 10 000 m². Celle-ci permet l'installation de la base travaux comprenant :

- les bâtiments, locaux pour le personnel, bureaux et cantonnements, les ateliers...
- les entrepôts et aires de stockage du matériel de chantier (engins d'abattage, de soutènement, de marinage...) et des matériaux (aciers HA, cintres, ciments, granulats...), le dépôt d'explosifs,
- la centrale à béton et la centrale d'injection,
- le dispositif de recueil et de traitement des eaux d'exhaure,
- l'installation d'évacuation et de traitement éventuel des déblais avec chargement sur camions et zone de dépôt provisoire,
- éventuellement l'usine de préfabrication et l'aire de stockage des voussoirs dans le cas d'une attaque par tunnelier.

Si l'aire minimum nécessaire au voisinage immédiat de la tête ne peut être obtenue du fait des contraintes d'environnement, des surfaces complémentaires sont recherchées à faible distance.

TABLEAU DE SYNTHÈSE DE LA LOGISTIQUE CHANTIER POUR CHAQUE TUNNEL

	INSTALLATION DE CHANTIER	ACCES	DEBLAIS	EXHAURE
Tunnel de VEREL-DULLIN Tête ouest	Localisation : hameau du Marrot-Bas, commune d'Avressieux. Superficie : 10 000 m ² environ de part et d'autre du CD 35.	Par la RD 35. Présence d'un accès de secours autoroutier à 1 km environ	Quantité excavée : 160 000 m ³ environ. Soit 5 600m ³ /mois pendant 29 mois. Matériaux non réutilisables en remblais. Zones de dépôt possibles à proximité du site.	Faibles débits attendus.
Galerie de reconnaissance	Localisation : hameau du Guinet, commune de Vérel-de-Montbel. Superficie : 5 000 m ² environ.	Accès difficile vers la RN6 (Le Pont-de-Beauvoisin) par route étroite, ou vers La Bridoire par VC à gabarit limité.	Quantité excavée : 22 000 m ³ environ. Soit 2 800m ³ /mois pendant 8 mois. Zones de dépôt possibles à proximité du site avec intégration paysagiste.	Débits importants attendus en fonction des précipitations et de la fonte des neiges (régime karstique).
Tête est	Localisation : à l'ouest du Gué-des-Planches sur la commune de Dullin. Superficie : 10 000 m ² environ en bordure de la RD 37.	Par la RD 921, vers l'autoroute A43.	Quantité excavée : 230 000 m ³ environ. Soit 7 400m ³ /mois pendant 31 mois. 55 % des matériaux réutilisables en remblais. Evacuation par ligne SNCF existante à confirmer à un stade ultérieur des études.	Débits temporaires attendus sur 800 m (régime karstique), puis faible débit du fait du profil en long et de la galerie de drainage.
Tunnel d'ATTIGNAT-ONCIN Tête ouest	Localisation : à l'est du Gué-des-Planches sur la commune de La Bridoire. Superficie : 6 000 m ² environ en utilisant les terrasses situées au dessus de la tête (anciennes carrières).	Par la RD 921, vers l'autoroute A43.	Quantité excavée : 140 000 m ³ environ. Soit 5 800m ³ /mois pendant 24 mois. 15 % des matériaux réutilisables en remblais. Evacuation possible par ligne SNCF existante à confirmer à un stade ultérieur des études.	Faibles débits attendus.
Tête est	Localisation : hameau de la Bajetièrre, commune de Lépin-le-lac. Superficie : 10 000 m ² environ.	Par la RD 39 puis la RD 41, vers l'autoroute A43 à l'échangeur d'Aiguebelette.	Quantité excavée : 140 000 m ³ environ. Soit 5 800m ³ /mois pendant 24 mois. Matériaux non réutilisables en remblais. Evacuation possible par ligne SNCF existante à confirmer à un stade ultérieur des études ou zones de dépôt possibles à proximité du site.	Faibles débits attendus.
Tunnel de l'EPINE Tête ouest	Localisation : hameau de la Maigre, commune de Lépin-le-lac. Superficie : 10 000 m ² environ.	Par la RD 39 puis la RD 41, vers l'autoroute A43 à l'échangeur d'Aiguebelette.	Quantité excavée : 240 000 m ³ environ. Soit 7 500m ³ /mois pendant 32 mois. 50 % des matériaux réutilisables en remblais. Evacuation possible par ligne SNCF existante.	Débits importants attendus en fonction des précipitations et de la fonte des neiges (régime karstique).
Tête est	Localisation : 500 m au sud du hameau de la Prairie, en limite des communes de Vimines et St-Thibaud-de-Couz. Superficie : 8 000 m ² environ à l'ouest de la RN 6.	Par la RN 6. Du fait de la circulation importante, un ouvrage de franchissement de la RN peut s'avérer nécessaire en phase travaux.	Quantité excavée : 240 000 m ³ environ. Soit 7 500m ³ /mois pendant 32 mois. 60 % des matériaux réutilisables en remblais. Zones de dépôt possibles à proximité du site (carrières) ou évacuation par la voie ferrée existante à examiner à un stade ultérieur des études.	Débits importants attendus en fonction des précipitations et de la fonte des neiges (régime karstique).
Tunnel de la CHARTREUSE Tête ouest	Localisation : 500 m au sud du hameau de la Prairie, commune de St-Thibaud-de-Couz. Superficie : 4 000 m ² environ à l'Est de la RN 6.	Par la RN 6. Du fait de la circulation importante, un ouvrage de franchissement de la RN peut s'avérer nécessaire en phase travaux.	Quantité excavée : 460 000 m ³ à 590 000 m ³ selon la variante. Soit 11 000m ³ /mois pendant 53 mois. 80 % des matériaux réutilisables en remblais. Zones de dépôt possibles à proximité du site ou évacuation par la voie ferrée existante à examiner à un stade ultérieur des études.	Débits importants attendus en fonction des précipitations et de la fonte des neiges (régime karstique).
Sortie Apremont	Localisation : 200 m au sud du hameau de Ronjou, commune d'Apremont. Superficie : 10 000 m ² environ à l'Ouest de la RD 201.	Par la RD 201.	Quantité excavée : 350 000 m ³ environ. Soit 9 800m ³ /mois pendant 36 mois. Matériaux réutilisables en Plaine des Marches (remblais, aménagements paysagers, préchargements).	Faibles débits attendus.
Sortie Chapareillan	Localisation : 300 m à l'ouest du hameau du Mollard, commune de Chapareillan. Superficie : 10 000 m ² environ à l'ouest de la RD 22.	Accès limité par la RD 22. Approvisionnement du chantier et évacuation des déblais par une piste le long du trace, vers la RN 90.	Quantité excavée : 480 000 m ³ environ. Soit 10 200m ³ /mois pendant 47 mois. Matériaux réutilisables en Plaine des Marches (remblais, aménagements paysagers, préchargements, merlons de protection acoustique, merlons de protection acoustique).	Faibles débits attendus.

Accès chantier

Les accès aux zones d'attaque se font à partir du réseau routier existant. Certaines routes départementales doivent être localement aménagées (élargissement, zone de croisement, de garage, assainissement...). De plus, à proximité de chaque tête, des pistes d'accès chantier sont à créer. En fin de chantier, elles sont aménagées en voirie d'accès secours.

Evacuation des déblais

A chaque tête de tunnel, un dispositif d'évacuation des déblais permet le chargement et le transport des matériaux extraits des tunnels sur camions. Ces matériaux, en fonction de leurs qualités géotechniques, peuvent être réutilisés ou non. Des zones de dépôt provisoire, à proximité du site, permet de les entreposer en attente de réutilisation ou d'évaluation.

Dans certaines zones (Gué des Planches, Aiguebelette, Vallée de l'Hyère), il peut être envisagé une évacuation des déblais des tunnels par la voie ferrée existante sous réserve d'une étude approfondie à réaliser à un stade ultérieur.

Eaux d'exhaure

Les débits d'eaux de drainage et d'exhaure à évacuer en cours de travaux varient en fonction du régime hydrogéologique des formations traversées.

Dans les formations molassiques qui présentent une porosité d'interstice, les débits attendus sont relativement faibles.

Dans les chaînons calcaires, caractérisés par une perméabilité de fissures (chenaux karstiques et failles), les arrivées d'eau en galerie fortement tributaires de la pluviométrie sont irrégulières, avec de forts débits potentiels. Dans ce cas, les galeries préalables, en canalisant les venues d'eau importantes, et déchargeant les terrains encaissants devraient limiter les aléas en cours de creusement.

En ce qui concerne les rejets des eaux d'exhaure, des études spécifiques seront menées dans le cadre de la loi sur l'eau n°92-3 du 3 janvier 1992 afin de limiter l'impact sur l'environnement.

Plannings d'exécution

Les plannings prévisionnels d'exécution des tunnels sur les tracés Avressieux-Apremont et Avressieux-Chapareillan sont présentés en fin de chapitre.

Cadences

Les plannings proposés ne concernent que la part génie civil des tunnels ; ils ne comprennent donc ni la période de consultation et de mise au point du marché, ni le repliement du chantier, ni les travaux de second oeuvre et d'équipement ferroviaire.

- Installation de chantier et aménagement

Une période de 2 mois a été prise en compte avant démarrage des travaux afin de permettre l'installation de chantier ; cette période constitue en outre le minimum nécessaire permettant aux entreprises de travaux d'établir et de valider les études d'exécution.

- Travaux préparatoires

Ces travaux concernent l'aménagement de pistes d'accès ainsi que les terrassements et soutènements des tranchées d'accès aux têtes de tunnels ; ils sont planifiés avec un délai de 4 mois, voire 6 mois pour les ouvrages nécessitant des soutènements lourds (berlinoises,...).

- Galeries préalables

Ces galeries sont réalisées en dehors de la section du tunnel principal. Elles sont planifiées dans l'hypothèse d'un creusement à trois postes par jour, 6 jours sur 7.

L'aménagement des tranchées d'accès ainsi que la préparation du chantier sont prévus en 2 mois. Certaines de ces galeries nécessitent la réalisation préalable d'un accès latéral, planifié avec des cadences identiques.

Le mode d'exécution peut être envisagé en méthode traditionnelle avec des avancements de l'ordre de 120 à 150 m/mois. Dans les traversées longues des massifs calcaires, un tunnelier peut être envisagé avec des cadences de 150 m/mois pour le premier kilomètre et de 300 m/mois au delà. Cette éventualité reste à préciser à un stade plus avancé des études.

- Tunnels excavés en méthode traditionnelle

Les cadences retenues tiennent compte d'une durée de travail de 5 jours par semaine en 3 postes. Elles ont été prises à 120 m/mois pour la traversée des massifs rocheux (calcaire, marno-calcaires, marnes...) et à 70 m/mois en terrain meuble (molasses, glaciaire...)

- Tunnels excavés au tunnelier

Les cadences sont prévues pour un travail à raison de 6 jours sur 7 en 3 postes.

Les plannings tiennent compte d'une période de 12 mois pour l'étude et la fabrication du tunnelier ainsi que d'un délai de 2 mois supplémentaires pour le montage de la machine et sa mise en station.

Un avancement de 150 m/mois est prévu sur les 900 premiers mètres, puis 300 m/mois au delà.

- Aléas

Afin de tenir compte des incertitudes et des risques géologiques et géotechniques du projet, un certain nombre d'arrêts de chantier ont été programmés pour le passage de zones difficiles, plans de chevauchement, karsts... A chacun de ces événements correspond un mois d'arrêt de chantier.

Ils se répartissent sur le tracé de la façon suivante :

- Molasses de la plaine du Bas Buguey :	1 mois
- Chevauchement de Dullin :	1 mois
- Passage de karsts dans le massif de Dullin :	1 mois
- Molasses de la dépression de Novalaise-aigubelle :	1 mois
- Chevauchement de l'Épine :	1 mois
- Passage de karst du massif de l'Épine :	1 mois
- Traversée des moraines côté est :	1 mois
- Passage de karst dans le massif de Chartreuse occidentale :	1 mois
- Traversée du vallon de Lélia :	1 mois
- Traversée du massif de la Chartreuse orientale sortie Apremont :	1 mois
- Traversée du massif de la Chartreuse orientale sortie Chapareillan :	1 mois

L'ensemble amène à la fréquence moyenne d'un accident tous les 2 km. Les reconnaissances réalisées dans les phases ultérieures de l'étude permettront d'affiner cette hypothèse, voire de lever certains aléas.

- Étanchéité, revêtement et finition des tunnels

Les ateliers d'étanchéité et de revêtement suivent le creusement à une certaine distance du front avec une cadence moyenne de 120 m/mois.

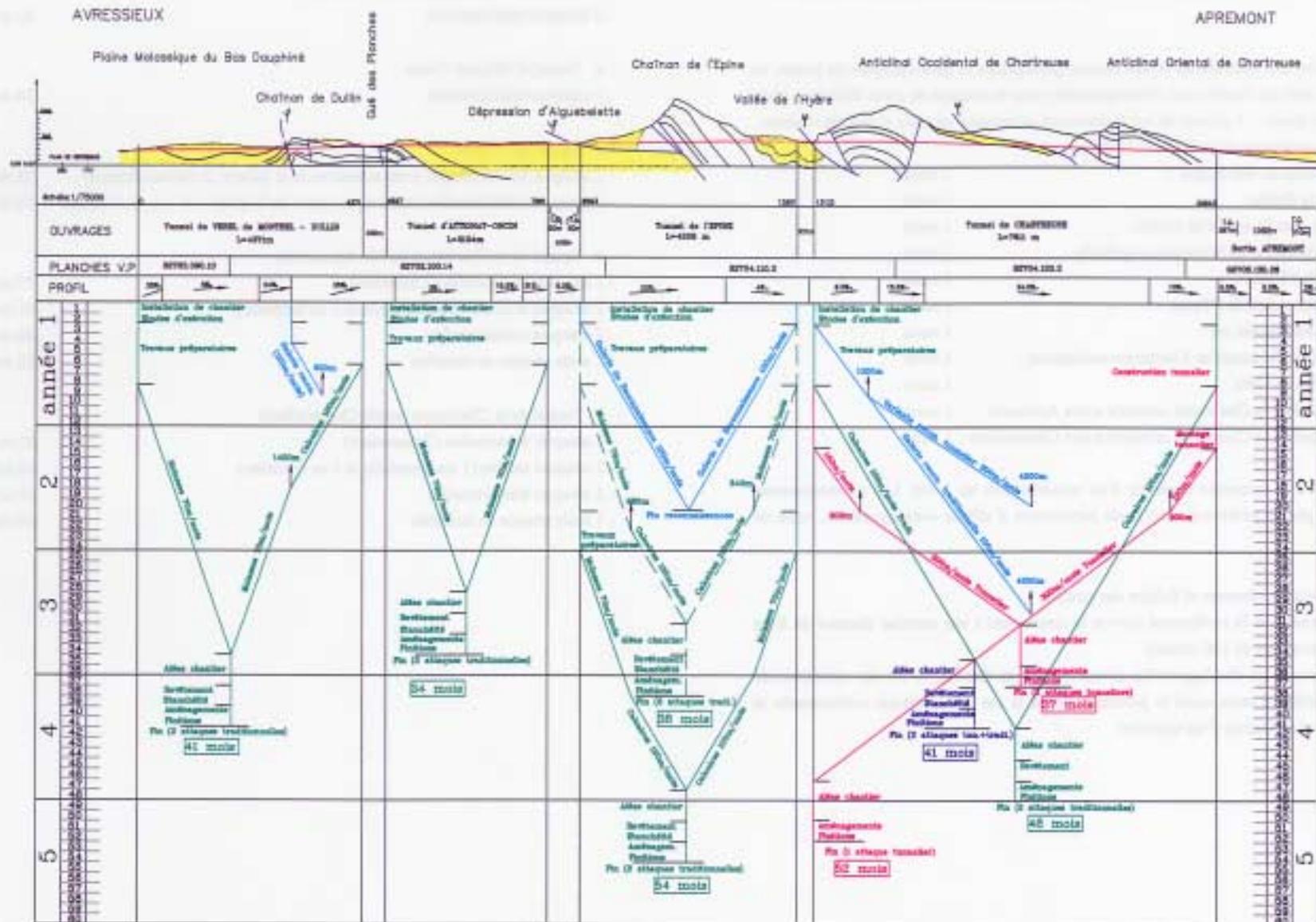
Afin de tenir compte de ce décalage et des divers travaux de finition, la fin des opérations de génie civil est planifiée 4 mois après le percement, dans le cas d'une attaque traditionnelle et 2 mois, dans le cas d'utilisation d'un tunnelier.

Délais

Sur la base des cadences précisées ci-dessus, les délais prévisionnels de réalisation du génie civil des tunnels sont les suivants :

• Tunnel de Vérel-de-Montbel / Dullin :	
- 2 attaques traditionnelles	41 mois
• Tunnel d'Attignat-Oncin :	
- 2 attaques traditionnelles	34 mois
• Tunnel de l'Épine :	
- 2 attaques traditionnelles (concomitantes de la galerie de reconnaissance)	38 mois
- 2 attaques traditionnelles (après creusement de la galerie de reconnaissance)	54 mois
• Tunnel de la Chartreuse (sortie Apremont):	
- 2 attaques au tunnelier (2 tunneliers)	37 mois
- 2 attaques mixtes (1 traditionnelle et 1 au tunnelier)	41 mois
- 2 attaques traditionnelles	48 mois
- 1 seule attaque au tunnelier	52 mois
• Tunnel de la Chartreuse (sortie Chapareillan):	
- 2 attaques au tunnelier (2 tunneliers)	42 mois
- 2 attaques mixtes (1 traditionnelle et 1 au tunnelier)	48 mois
- 2 attaques traditionnelles	59 mois
- 1 seule attaque au tunnelier	60 mois

PLANNING PREVISIONNEL D'EXECUTION DES TUNNELS SUR LE TRACE AVRESSIEUX-APREMONT



PLANNING PREVISIONNEL D'EXECUTION DES TUNNELS SUR LE TRACE AVRESSIEUX-CHAPAREILLAN

AVRESSIEUX

CHAPAREILLAN

