

5.2 Synthèse des mouvements de matériaux et de besoins de dépôts définitifs

L'analyse des terrassements et les grandes options retenues pour les mouvements de terre sont détaillées dans le volet d'analyse technique du projet. Cette analyse, réalisée sur la base des données disponibles, devra être validée ultérieurement par une appréciation plus fine des possibilités de réutilisation des terrains rencontrés (y compris en tunnel), des méthodes d'excavation des tunnels, des plannings des travaux et par l'avis des services concernés (DRIRE).

Ne sont repris ici que les éléments concernant les dépôts issus des terrassements, ainsi que ceux issus des tunnels.

Le tronçon de ligne nouvelle Satolas - Chartreuse, peut être divisé en trois grands secteurs homogènes du point de vue géotechnique et terrassements :

- Zone n° 1 : des raccordements Ouest du projet jusqu'à la tranchée couverte de St-Savin,
- Zone n° 2 : de la fin de cette tranchée couverte jusqu'au tunnel de Avressieux/Dullin,
- Zone n° 3 : du tunnel de Avressieux/Dullin jusqu'à celui de Chartreuse.

5.2.1 Des raccordements ouest à Saint-Savin (zone 1)

Des raccordements Ouest du projet jusqu'au champ captant de la Ronta Le Loup dans la plaine de Chesnes, le projet ne génère qu'un volume relativement faible de matériaux non réutilisables à mettre en dépôt. Ce volume est entièrement absorbé par les aménagements paysagers prévus (modélisés sur la butte de

Montmoiran, de part et d'autre de la LGV actuelle entre Saint-Laurent-de-Mure et Grenay, remblaiement de l'ancienne carrière de Grenay, ...).

De même de l'entrée dans la vallée de St-Savin, jusqu'à l'ouest de la tranchée couverte, les terrassements ne génèrent qu'un faible volume à mettre en dépôt. Le volume sera absorbé par les merlons acoustique et paysagers prévu dans ce secteur.

Par contre dans la partie centrale de cette zone, la plaine de Bourbre Catelan, les volumes à mettre en dépôt sont d'environ 600 000 m³. Ce sont essentiellement des sols argilo tourbeux purgés sous l'assise des remblais, ainsi qu'une partie des surcharges mises en place au dessus des remblais en zone compressible, puis retirées après consolidation.

5.2.2 □ De Saint-Savin au tunnel de Avressieux/Dullin (zone 2)

Les terrassements de l'ensemble de cette zone génèrent un volume de matériaux non réutilisés en remblai de l'ordre de 2 300 000 m³, essentiellement au droit des grands déblais de Tire Gerbes et Chantilin de part et d'autre de la RN75. Environ 300 000 m³ peuvent prendre place dans les aménagements paysagers prévus.

Sur les 2 000 000 m³ restant, près de 500 000 m³ sont des matériaux excédentaires qui ne trouvent pas de réutilisation au stade actuel des études.

A ces volumes issus des terrassements s'ajoutent les matériaux sortant de la tête ouest du tunnel d'Avressieux/Dullin, composés de molasses non réutilisables pour environ 200 000 m³.

Au total sur cette zone 2, 2 200 000 m³ de matériaux seraient à mettre en dépôt définitif.

5.2.3 □ Du tunnel d'Avressieux/Dullin à la Chartreuse (zone 3)

On peut distinguer les trois secteurs à l'air libre compris entre les différents tunnels :

■ Secteur du Gué des Planches

Les terrassements de ce secteur génèrent un volume à mettre en dépôt de l'ordre de 20 000 m³, négligeable par rapport à ceux des tunnels.

Les déblais sortant de la tête est du tunnel d'Avressieux/Dullin et de la tête ouest de celui d'Attignat-Oncin sont composés globalement d'environ 60 % de molasses (non réutilisables) et de 40 % de calcaires (en début des tunnels).

La meilleure fraction de ces calcaires pourrait être réutilisée en couche de forme ferroviaire, moyennant élaboration ; par ailleurs, la mise en oeuvre de ces matériaux ayant lieu vers la fin des terrassements, cette hypothèse paraît compatible avec les plannings d'extraction des tunnels.

Les calcaires des tunnels pourraient ainsi couvrir les besoins en couche de forme ferroviaire d'une grande partie de la zone de terrassement n° 2.

Le reste des déblais des tunnels, non réutilisables fournit un peu plus de 300 000 m³ foisonnés à mettre en dépôt.

Au total, l'ensemble terrassements et tunnels génère de l'ordre de 350 000 m³ de dépôts.

■ Secteur de la Bajatière (entre les tunnels d'Attignat-Oncin et de l'Épine)

Les déblais issus des tunnels sortant dans ce secteur sont composés globalement d'environ 30 % de calcaires et 70 % de matériaux essentiellement molassiques non réutilisables.

La meilleure partie des matériaux calcaires extraits peut être réutilisée sur place, moyennant sélection et élaboration éventuelle, pour couvrir les besoins en matériaux de toutes natures, hors sous-couche ferroviaire, des terrassements du secteur (de l'ordre de 50 000 m³).

Le reste des déblais des tunnels ainsi que la très faible part des terrassements non réutilisable (environ 10 000 m³) conduisent à un volume foisonné de l'ordre de 450 000 m³ à mettre en dépôt. Ils sont toutefois réutilisables pour les protections acoustiques et aménagements paysagers prévus dans ce secteur.

■ Secteur de la vallée de l'Hyère

Les matériaux extraits des tunnels dans ce secteur sont essentiellement des calcaires ou marno-calcaires.

Une fois comblés les très faibles besoins en matériaux de toutes natures (hors sous-couche ferroviaire) des terrassements du secteur même (de l'ordre de 20 000 m³), il reste encore l'essentiel des volumes extraits à gérer, soit 900 000 m³ à 1 100 000 m³ foisonnés. Ce volume varie en fonction du choix de tracé en Combe de Savoie, le tunnel sous Chartreuse étant plus long pour la variante Chapareillan.

Une partie de ces matériaux peut être réutilisée en Combe de Savoie, où les besoins en matériaux sont importants, surtout pour la variante Chapareillan. Ceci imposera un ordonnancement soigné des chantiers, étant donné les faibles cadences d'extraction des tunnels et de transport des matériaux.

Variante Chapareillan

Environ 400 000 m³ contrefoisonnés des matériaux sortant des tunnels en vallée de l'Hyère sont supposés réutilisés en Combe de Savoie pour satisfaire les besoins en couche de forme ferroviaire et en une petite partie des corps de remblai courant.

Il resterait alors en vallée de l'Hyère de l'ordre de 700 000 m³ de matériaux foisonnés à mettre en dépôt, y compris la part négligeable issus des terrassements du secteur (d'environ de 10 000 m³).

Variante Apremont

Un peu plus de 300 000 m³ de matériaux contrefoisonnés sont supposés être réutilisés en Combe de Savoie. Il reste en vallée de l'Hyère environ 600 000 m³ au total de matériaux foisonnés non réutilisables à mettre en dépôt.

5.3 Hypothèse de mise en dépôt

5.3.1 Démarche générale

La limitation du volume des matériaux à mettre en dépôts définitifs s'appuie sur la démarche suivante.

■ **Limitation des excédents** (matériaux propres ou impropres à une réutilisation) en optimisant l'équilibre entre les remblais et les déblais, tout en recherchant une géométrie localement acceptable (par exemple : le choix d'une solution en viaduc favorable à l'environnement peut limiter le volume de matériaux de remblai réutilisés, l'abaissement du profil en long pour masquer l'infrastructure accroît le volume des déblais...).

■ **Recherche d'utilisation des excédents de matériaux** (dans le cadre du projet en traitant les impropres ou en les valorisant pour améliorer l'intégration du projet. Les réflexions sur ce dernier point concerneront :

- la réalisation de grands modelés permettant de restituer un paysage intégrant le projet,
- la création de buttes acoustiques et/ou d'isolement visuel. Ces aménagements seront conçus en tenant compte de l'ensemble des préoccupations d'environnement.

■ **Utilisation des matériaux** (en concertation avec les collectivités locales) pour des usages valorisants et cohérents avec l'ensemble des préoccupations d'environnement :

- comblement de carrières abandonnées,
- utilisation en tant que matériaux de remblai pour divers autres projets.

■ **Mise en dépôt définitif des matériaux impropres** aux utilisations ci-dessus ou excédentaires.

En reprenant le découpage en trois secteurs, les hypothèses de mise en dépôt sont analysées successivement pour les trois secteurs précédemment identifiés.

5.3.2 Des raccordements ouest à Saint-Savin (zone 1)

■ Éléments de contraintes

L'aire d'étude recoupe des secteurs où la mise en dépôt de matériaux est difficilement compatible avec le respect des enjeux d'environnement. Il s'agit principalement :

- de la plaine de la Bourbre et du Catelan en raison de la compressibilité des sols et du champ d'inondation qui couvrent pratiquement toute l'aire d'étude,
- de la zone d'activités de Chesnes,
- des périmètres de protection des captages pour l'alimentation en eau potable du Loup et de la Ronta,
- des zones de bâti (Grenay à l'ouest et Saint-Savin à l'est).

■ Conditions de mise en dépôt

Mise en dépôt des matériaux issus des buttes morainiques

Une grande partie des matériaux de déblais du secteur de Grenay sera directement réutilisée pour constituer les remblais de ce secteur, et pour réaliser les modelés de terrains (paysagers, acoustiques) prévus.

Les excédents à mettre en dépôt concernent un très faible volume. Leur stockage ne pose pas de réel problème compte tenu des quantités relativement modestes et des sensibilités environnementales modérées.

Mise en dépôt des matériaux issus de la plaine de la Bourbre et du Catelan

Le dépôt de matériaux dans la plaine de la Bourbre et du Catelan est difficilement envisageable (à l'intérieur de l'aire d'étude) en raison des sensibilités fortes du secteur du point de vue hydraulique. La mise en dépôt des matériaux n'est pas compatible (compte tenu de l'importance des volumes) avec le respect des conditions d'écoulement du secteur en période de crue.

Parmi les hypothèses examinées, celle proposée à ce stade des études concerne plusieurs axes de recherches et plusieurs types d'espaces :

- des secteurs en pied de cotière au-delà du champ d'inondation et pour lesquels l'utilisation du sol reste compatible avec la mise en dépôt de matériaux,
- des anciennes carrières (abandonnées ou en cours d'exploitation) du plateau de l'île Crémieu pour lesquelles un comblement partiel ou total est envisageable lors de la remise en état,
- les emprunts de matériaux situés à proximité du secteur dont le comblement partiel ou total est possible (compte tenu de la qualité des matériaux à stocker, il n'est pas souhaitable de combler des carrières alluvionnaires).

La sensibilité intrinsèque de ces secteurs de substitution et les nuisances induites par le transport des matériaux doivent être précisément évaluées et comparées aux hypothèses, par défaut, de mise en dépôt dans la plaine.

5.3.3 □ De Saint-Savin au tunnel d'Avressieux/Dullin (zone 2)

■ Éléments de contraintes

Le secteur présente des sensibilités contrastées vis-à-vis de la mise en dépôt de matériaux :

- des secteurs à fortes contraintes (non compatibles) : il s'agit des zones inondables du ruisseau de Laval, de la Bièvre et du Guiers, des secteurs de bâtis, des périmètres de protection immédiate des captages AEP du Pré de Létraz et d'Aoste, du boisement de Tire-Gerbes et des zones humides du Val d'Enfer,
- des secteurs à contraintes moyennes soumis à conditions particulières : il s'agit des surfaces couvertes par les périmètres de protection rapprochée et éloignée du captage pour l'alimentation en eau potable du Pré de Létraz et d'Aoste et des zones de glissement potentiel de terrain,
- des secteurs plutôt favorables à la réalisation de dépôts : à l'intérieur de l'aire d'étude, ils concernent le fond de la vallée de Saint-Savin à l'amont du hameau de Laval et une bonne partie du plateau des Terres Froides.

■ Conditions de mise en dépôt

Compte tenu des volumes à mettre en dépôt et des opportunités du site (à l'intérieur de l'aire d'étude), la réalisation de dépôts ne rencontre globalement pas de difficulté majeure. Localement cependant, les difficultés sont plus accentuées en raison de l'importance des volumes à stocker et/ou des sensibilités de l'environnement.

Les matériaux à mettre en dépôt pourront conforter les modelés paysagers envisagés ou être stockés sur des espaces à très faibles contraintes localisés à l'intérieur de l'aire d'étude.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour réaliser ces dépôts :

confortement des modelés de terrain

Il est prévu, au titre des aménagements paysagers et des protections acoustiques, un volume de 400 000 m³ de matériaux issus essentiellement de la partie est de cette zone. Dans ce cadre, il est envisageable d'utiliser une partie des excédents

de matériaux pour compléter les modèles de terrain prévus le long du tracé, et surtout dans le cadre de l'insertion du projet au droit de Saint-Savin.

création de dépôts définitifs

Le croisement des besoins en sites de dépôt et des sensibilités de l'environnement permet d'envisager diverses hypothèses de localisation de dépôts définitifs à l'intérieur de l'aire d'étude :

- *l'intersection avec la RD54 à l'entrée du vallon de Saint-Savin :*
Dans la continuité des remblais situés de part et d'autre du rétablissement, une zone de dépôt peut être envisagée, s'appuyant sur des mouvements doux pour raccorder les terrains naturels.
- *la cuvette des Plagnes sur la Chapelle-de-la-Tour :*
Tout en maintenant le caractère ouvert du paysage et l'abaissement maximum du profil en long, il semble envisageable de réaliser des dépôts de part et d'autre du projet sur des surfaces relativement importantes mais sur une faible hauteur.
- *le plateau de Faverges-de-la-Tour :*
Il est envisageable de stocker sur l'espace agricole des matériaux car le site présente peu de contraintes à l'exception des zones bâties. La remise en état de culture des sols devra toutefois se faire selon des techniques éprouvées de manière à ne pas compromettre le potentiel agronomique du site.
- *le vallon de la Ruat sur Faverges-de-la-Tour :*
Bien que les contraintes soient plus fortes (instabilité des versants, boisements de pente, écoulements superficiels ...), il est possible de stocker entre 40 et 60 000 m³ de matériaux.
- *le coteau de la Chapelière sur La-Bâtie-Montgascon :*
Dominant la RN 75, un important dépôt pourrait être réalisé sur la pente du coteau et en appui avec le remblai de la LGV. Sous réserve d'une validation de la faisabilité géotechnique pour ce dépôt, il pourrait être stocké environ 500 000 m³ de matériaux. Dans ce cadre, les sols seront remis en état et la trame bocagère sera reconstituée.
- *la plaine agricole d'Aoste :*
Sous réserve de respecter certaines conditions d'insertion, il est envisageable de stocker entre 150 000 et 250 000 m³ de matériaux, en dehors du périmètre de protection des captages AEP et des champs d'inondation.

En ce qui concerne les conditions de mise en oeuvre de ces dépôts, il est souhaitable de s'appuyer sur une distribution des sites à l'intérieur de l'espace

agricole. Les opportunités de stockage doivent également tenir compte des formes du terrain naturel. Une attention doit être portée sur :

- la remise en état des sols,
- la préservation des écoulements superficiels,
- le maintien des éléments de biodiversité caractérisés par les fonds humides (talweg, dépression ...) ou les corridors végétalisés (bandes boisées, haies ...).

Les études de détails préciseront la localisation des sites de stockage définitif et les modalités techniques de réalisation et d'insertion.

5.3.4 □ Du tunnel d'Avressieux/ Dullin à la Chartreuse (zone 3)

Les produits de marinage issus des tunnels de Dullin, d'Attignat, de l'Épine et de la Chartreuse génèrent des volumes importants de matériaux excédentaires à mettre en dépôts définitifs. Les têtes de tunnel sont installées dans des sites peu favorables à la réalisation de dépôts définitifs. Par conséquent, il sera nécessaire d'étudier des hypothèses d'évacuation des matériaux vers des sites d'accueil à l'extérieur de l'aire d'étude.

■ Le Gué des Planches

Au Gué des Planches, l'excédent de matériaux provenant de la tête est du tunnel de Dullin et de la tête ouest du tunnel d'Attignat-Oncin, est relativement important (350 000 m³). L'exiguïté du site, la proximité des sites touristiques du lac d'Aiguebelette, la présence d'infrastructures conduisent à envisager d'abord diverses solutions d'évacuation à distance de ces matériaux :

- par la RD921 puis l'A43. Cette hypothèse imposerait toutefois de longer le lac d'Aiguebelette et nécessiterait la prise en compte des périodes touristiques,
- par rail puisque la voie ferrée actuelle traverse le site. Dans cette hypothèse, un stock provisoire devrait être constitué pour tenir compte du faible rythme d'excavation des matériaux. La ligne étant à voie unique, le chargement et le transport ne pourront se faire que de nuit, ce qui induirait une gêne pour les riverains. Cette solution nécessiterait en outre de réaliser

une plate-forme de chargement sans courbe et sans rampe, d'une longueur de 300 à 400 m.

Compte tenu des contraintes qui pèsent sur ces hypothèses, des solutions de stockage à proximité du Gué des Planches ont été imaginées :

- dans le secteur de la Bridoire, mais elles nécessiteraient la traversée du village, ce qui constitue une contrainte forte,
- sur le plateau d'Attignat-Oncin, mais elles imposeraient probablement la création d'une piste pour contourner l'habitat qui se développe le long de la RD921.

■ La Bajetière

Dans ce petit secteur, situé dans le bassin versant du lac d'Aiguebelette, c'est un volume de 400 000 à 450 000 m³ qui devrait être mis en dépôt définitif. Une partie de ces matériaux pourra être utilisée sur place pour réaliser les plates-formes et pistes de chantier, les merlons acoustiques et les modelés paysagers. Compte tenu des difficultés d'évacuation des matériaux, ces utilisations locales devront employer le maximum de matériaux. En particulier, deux dépôts définitifs réalisés sous la forme de larges modelés de terrain seront mis en place de part et d'autre du remblai. Ces modelés intégreront les dispositifs de protection acoustique et bénéficieront d'un traitement paysager d'ensemble (raccordement doux au terrain naturel, végétalisation, ...).

Si la mise en dépôt de tous les matériaux sur place n'est pas possible, des solutions à l'extérieur de ce secteur devront être recherchées. Cependant, les difficultés liées au transport sont réelles.

■ La Vallée de l'Hyère

Les excédents de matériaux provenant des tunnels de l'Epine et de la Chartreuse, et ressortant dans la vallée de l'Hyère sont de l'ordre de 600 à 700 000 m³, et ce quelle que soit la variante retenue en combe de Savoie. Plusieurs hypothèses sont envisageables pour ces matériaux :

- A l'intérieur de l'aire d'étude :
Malgré les contraintes assez fortes du site, il est possible d'envisager la création de dépôts définitifs. Ces dépôts seront exclus des secteurs de versant à pente forte (massif de la Chartreuse et versant est de l'Epine au-dessus de 600 m), des zones sensibles vis-à-vis des milieux naturels qui accompagnent l'Hyère, et des secteurs de bâti.

En fond de vallée, de part et d'autre de la RN6, des solutions sont possibles en respectant la qualité de l'Hyère et sa ripisylve. La zone humide développée à l'ouest de la RN6 au sud du hameau . La prairie devra être, dans ce secteur, préservée.

Toujours dans l'aire d'étude, des dépôts peuvent être aménagés sur le replat qui domine l'Hyère côté massif de l'Epine, selon des conditions particulières. Les sensibilités environnementales sont compatibles avec une telle hypothèse mais les accès ne sont pas aisés.

- En dehors de l'aire d'étude :

Dans le cas où les zones de stockage définitif ne seraient pas suffisantes, une évacuation à plus longue distance des matériaux devra être proposée. Cette solution alternative peut utiliser le réseau routier avec la présence d'un axe important, la RN6, ou le réseau ferré avec la présence à Saint-Cassin (au nord) de la ligne SNCF Lyon-Chambéry.

L'utilisation de la RN6 vers le nord n'est pas souhaitable, même pour réutiliser les matériaux en Combe de Savoie, car elle oblige à traverser l'agglomération chambérienne. Vers le sud, la RN6 traverse de nombreux villages et butte sur un obstacle important avec le passage des Echelles. Tout au long de cet itinéraire, le long de l'Hyère, il existe peu de site favorable à la mise en dépôt de matériaux.

Dans l'ensemble de la zone 3, les problèmes de mise en dépôt de matériaux se posent avec acuité compte tenu de l'exiguïté des sites et de l'importance des volumes en cause. Le balayage des différentes hypothèses aujourd'hui envisageables ne fait pas émerger de solution évidente. Une réflexion beaucoup plus complète devra être conduite à l'APD.

5.4 Approche sur le besoin d'emprunt de matériaux

Cette partie résume les besoins en matériaux des zones et secteurs de terrassements précédemment définis. Des éléments plus détaillés figurent dans le volet d'analyse technique du projet.

5.4.1 Des raccordements ouest à Saint-Savin (zone 1)

Les déblais de la partie ouest de la zone, jusqu'à la plaine de Bourbre Catelan, couvrent l'ensemble des besoins en matériaux de toute nature de ce secteur, y compris la structure d'assise ferroviaire.

Les terrassements des versants de St-Savin, jusqu'à la tranchée couverte, couvrent les besoins en remblai courant, hors le faible volume nécessaire en matériaux drainants et noble.

Par contre, la plaine compressible de Bourbre-Catelan, malgré un apport des terrassements situés à l'ouest et à l'est, reste déficitaire en matériaux de toute nature.

L'ensemble des besoins en matériaux de la zone n° 1 est de l'ordre de 1 500 000 m³, à 95 % dans la plaine de la Bourbre.

Pour les matériaux nobles ou drainants spécifiques à fournir en petite quantité ou ponctuellement avec une élaboration particulière comme les matériaux de structure d'assise ou de masques drainants de confortement sur les versants de St-Savin, l'achat aux carrières existantes constitue la solution à retenir.

Par contre, pour la fourniture, très tôt dans le planning des travaux, de 1 500 000 m³ de matériaux à mettre en oeuvre dans la plaine compressible de la Bourbre pour disposer d'un délai de consolidation suffisant, l'ouverture d'une carrière spécifique (emprunt) paraît être la meilleure solution sur le plan technique et économique.

Sur le plan environnemental, elle sera le moment venu, à comparer avec des transports sur de longues distances de matériaux (transports dont les effets sur l'environnement ne sont pas neutres).

La plaine même, avec sa forte épaisseur de sols fins compressibles, ne peut fournir les matériaux de qualité suffisante. Ceux-ci pourraient se trouver dans les formations fluvioglaciales plus anciennes qui affleurent en bordure de la plaine, au pied du plateau de l'île Crémieu par exemple.

La recherche du (ou des) site(s) d'emprunt sera conduite au stade de l'APD.

Elle s'inscrira, le moment venu, dans le cadre réglementaire du Code Minier. Le (ou les) site(s) fera (feront) l'objet d'une demande d'autorisation d'ouverture de carrière sur la base d'un dossier soumis à enquête publique, comportant une étude d'impact sur l'environnement conforme aux textes alors en vigueur.

Compte tenu des caractéristiques du secteur potentiellement concerné (le rebord nord de la plaine, soit a priori sur les communes de Frontonas et/ou Saint-Marcel-Bel-Accueil pour rester à une distance raisonnable du projet) et de l'important volume à extraire. Les principaux éléments environnementaux qui devraient être en jeu sont en première approche :

- la présence de villages et hameaux,
- les potentialités écologiques de certains milieux, notamment sur les versants exposés au sud,
- les considérations paysagères, car il s'agit d'un rebord fortement perçu depuis la plaine, et surtout depuis des lieux fortement habités (L'Isle d'Abeau) qui lui font face.

Les modalités d'acheminement des matériaux sur le chantier seront également importantes : distance, intersection ou emprunt des voies circulaires, traversée à proximité des hameaux, ...

Le devenir de l'emprunt après exploitation et donc les caractéristiques de l'exploitation et les modalités de remise en état, notamment en rapport avec l'impact paysager potentiel, seront des aspects très importants à étudier, en relation avec les collectivités et autres parties intéressées.

5.4.2 De Saint-Savin au tunnel d'Avressieux/Dullin (zone 2)

Les besoins en matériaux non satisfaits par les déblais se limitent aux matériaux de structure d'assise et aux masques drainants. L'option de réutiliser les meilleurs déblais calcaires du tunnel d'Avressieux/Dullin pour réaliser une bonne partie de la couche de forme ferroviaire de la zone permet de limiter les besoins à environ 250 000 m³.

Vu les quantités et la qualité des matériaux nécessaires, le recours aux carrières existantes paraît la meilleure solution.

5.4.3 Du tunnel d'Avressieux/Dullin à la Chartreuse (zone 3)

Les ressources des déblais ou des tunnels fournissent l'ensemble des matériaux nécessaires, excepté le très faible volume de sous-couche ferroviaire.