

Arc Express

débat public sur le métro de rocade

DOSSIER DES ÉTUDES

Étude

Systemes de transport

(SETEC TPI / XELIS)





AVERTISSEMENT

Les études préalables, dont fait partie le document qui suit, ont été réalisées en 2008-2009 afin d'élaborer le Dossier d'Objectifs et de Caractéristiques Principales présenté au Conseil du STIF en juillet 2009 et qui a servi d'appui à la constitution du dossier de saisine de la Commission nationale du débat-public.

Ces études avaient pour objet premier de valider la faisabilité du projet Arc Express.

Réalisées par différents prestataires du STIF, elles ne portent pas nécessairement la position retenue in fine par le STIF dans le dossier du maître d'ouvrage élaboré pour le débat public, ce dossier étant aussi le fruit d'une maturation des sujets au sein des équipes du STIF, éclairée par ces études mais également le fruit d'échanges avec les partenaires du projet.

Dans ces études préalables, plusieurs éléments ont pu être retenus comme des postulats permettant un chiffrage du projet ou servant de base aux études de trafic. Il en va par exemple du positionnement des stations intermédiaires évoqué dans certains rapports.

Ces choix a priori n'avaient qu'une visée méthodologique. Seules les étapes de concertation à venir permettront de définir les caractéristiques et les tracés précis du projet Arc Express.

Si le STIF décide de poursuivre le projet à l'issue du débat public, de nouvelles études approfondies seront menées en vue de l'enquête publique, puis lors de l'élaboration de l'avant-projet détaillé.

Contenu du dossier des études :

- >> Perspectives de croissance urbaine (IAU) ;
- >> Etudes des enjeux transports et études de trafic (STIF) ;
- >> Etude des points de maillage potentiels (RATP) ;
- >> Etudes des pôles d'échanges SNCF/ Arc Express (SNCF) ;
- >> Etude d'une solution de système de transport en synergie technique avec les réseaux ferrés RATP (RATP) ;
- >> Etudes de systèmes de transport (SETEC TPI / XELIS) ;
- >> Etudes d'insertion de tracés, d'impact sommaire et rédaction du DOCP (SETEC TPI / XELIS / INGEROP) ;
- >> Synthèse et extraits du rapport études exploratoires des modalités de financement du projet Arc Express liées aux retombées économiques du projet s'agissant des aspects « montages contractuels » et « financement du projet » (DS Avocats / SP2000 / Paul Hastings / KPMG / Atis Real / Arcadis) ;

Maître d'Ouvrage

Stif
11 Avenue de Villars
75007 Paris



Rapport phase 2

Stations type

Bureau d'étude mandataire

setec tpi
Tour Gamma D
58, quai de la Rapée
75583 Paris cedex 12
Tél : 01.40.04.59.25
Télécopie : 01.40.04.59.20
E-mail : tpi@tpi.setec.fr

Bureau d'étude co-traitant

xelis
Bâtiment Hautacam H1
12 Avenue du Val de Fontenay
94120 Fontenay-sous-Bois
Tél : 01.58.77.08.65
Télécopie : 01.58.77.18.94
E-mail : martine.tocquer@xelis.fr

Echelle (s) :
Sans objet

Date :
18.06.2009

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	5
2.	REGLEMENTATION	6
2.1	REGLEMENTATION RELATIVE A LA SECURITE.....	6
2.2	EVOLUTION DE LA SECURITE INCENDIE	7
2.3	REGLEMENTATION RELATIVE A L'ACCESSIBILITE	7
3.	HYPOTHESES DE CONCEPTION.....	8
3.1	CAPACITE DE TRANSPORT	8
3.2	LARGEUR DU MATERIEL ROULANT	8
3.3	LONGUEUR DES STATIONS	8
3.4	DISPOSITIFS DE SECOURS	8
3.5	TYPLOGIE DE LA STATION	9
3.6	IMPLANTATION DE LA SALLE DES BILLETS	9
3.7	IMPLANTATION DES SORTIES	9
3.8	LOCAUX TECHNIQUES	10
4.	STATION ENTERREE REALISEE A CIEL OUVERT.....	11
4.1	DESCRIPTIF DE LA STATION	11
4.2	DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX	18
4.3	DELAIS DE REALISATION	18
4.4	ESTIMATION SOMMAIRE	18
5.	STATION ENTERREE REALISEE EN SOUTERRAIN.....	19

5.1	DESCRIPTIF DE LA STATION	19
5.2	DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX	27
5.3	DELAIS DE REALISATION	27
5.4	ESTIMATION SOMMAIRE	27
6.	ANIMATIONS 3D	28
7.	ANNEXE (CALCULS D'EVACUATION)	29
7.1	EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION A FAIBLE PROFONDEUR	29
7.2	EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION SOUTERRAINE	32
7.3	EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION SOUTERRAINE (VARIANTE).....	35

1. INTRODUCTION

Ce document constitue la suite du rapport de la phase 2 de l'étude « Arc express – Études de systèmes de transport » réalisée par le groupement SETEC TPI - XELIS pour le compte du Syndicat des Transports d'Île-de-France.

Ce rapport traite uniquement des stations type d'Arc Express.

Le rapport de la phase 1 « Typologie des systèmes existants, en service ou en développement » a clairement orienté le système de transport vers un métro automatique enterré.

Le premier rapport de la phase 2 « Détermination de 3 systèmes cible » a permis de confirmer, suite aux rencontres avec les constructeurs, qu'un matériel roulant de 2,40m et 2,80m de largeur permet de répondre aux besoins d'Arc Express avec une fréquentation attendue de 20.000 passagers par sens à l'heure de pointe.

L'étude menée dans le présent rapport présente donc la station type d'Arc Express réalisée selon deux modes opératoires :

- station enterrée réalisée à ciel ouvert ;
- station enterrée réalisée en souterrain.

L'implantation d'une station en surface à hauteur de voirie et en aérien sur viaduc n'a pas été étudiée car peu ou pas adaptée au projet d'Arc Express. L'étude menée en parallèle par le groupement sur le tracé de la ligne et l'implantation des stations a confirmé ce choix. En accord avec le STIF, il a donc été décidé de réaliser un rendu plus qualitatif en 3 dimensions avec animations, des deux stations type enterrées afin de « compenser » le moindre nombre de typologie étudié.

2. REGLEMENTATION

2.1 REGLEMENTATION RELATIVE A LA SECURITE

Les établissements recevant du public sont répartis en différents types et en différentes catégories selon la nature de leur exploitation. Ils sont soumis à des dispositions générales communes et à des dispositions particulières qui leur sont propres.

Les deux principales réglementations auxquelles les stations d'Arc Express doivent répondre sont :

- l'arrêté du 25 juin 1980 modifié portant approbation des dispositions générales du règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public ;
- l'arrêté du 24 décembre 2007 portant approbation des règles de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les gares.

Le premier arrêté permet de classer les établissements recevant du public en plusieurs types. Les stations ou gares du projet Arc Express font partie des établissements spéciaux de type GA – gare accessible au public.

Les gares sont ensuite classées en différentes catégories conformément aux dispositions de l'article R. 123-19 du code de la construction et de l'habitation. Ce classement est fonction de l'effectif théorique du public et du personnel. L'effectif du public est déterminé la déclaration du maître d'ouvrage en fonction des surfaces de stationnement et de transition des voyageurs.

Les catégories sont les suivantes :

- 1ère catégorie : au-dessus de 1500 personnes ;
- 2e catégorie : de 701 à 1500 personnes ;
- 3e catégorie : de 301 à 700 personnes ;
- 4e catégorie : 300 personnes et au-dessous, à l'exception des établissements compris dans la 5e catégorie ;
- 5e catégorie : établissements faisant l'objet de l'article R. 123-14 dans lesquels l'effectif du public n'atteint pas le chiffre minimum fixé par le règlement de sécurité pour chaque type d'exploitation.

Une distinction est aussi effectuée selon que la gare est entièrement souterraine, entièrement à l'air libre ou mixte.

L'arrêté du 24 décembre 2007 définit les dispositions applicables aux établissements de type GA selon leur catégorie et en particulier les dimensions des dégagements à respecter de telle sorte que l'évacuation du public vers une zone hors sinistre soit réalisée en moins de 10 minutes.

2.2 EVOLUTION DE LA SECURITE INCENDIE

Ces dernières années ont vu une évolution notable de la prise en considération des risques d'incendie et de panique, en particulier avec la création de la commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité (CCDSA).

On est petit à petit passé d'une conception dictée par des codes prescriptifs et une obligation de moyens, à une conception assistée par une Ingénierie de Sécurité Incendie (SI) certifiée, avec obligation de résultats.

Aucune norme ne définit cependant les critères à atteindre mais on transpose de plus en plus la réglementation des immeubles de grande hauteur (IGH) en sens inverse pour les gares enterrées.

2.3 REGLEMENTATION RELATIVE A L'ACCESSIBILITE

L'arrêté du 1^{er} août 2006 et celui du 21 mars 2007 fixent les dispositions relatives à l'accessibilité pour les personnes handicapées (Personnes à Mobilité Réduite ou Personnes à Besoins Spécifiques) des établissements et installations neuves et existantes recevant du public :

- cheminement accessible ;
- repérage et guidage ;
- largeur minimale des escaliers ;
- pente maximale ;
- réglementation des cheminements extérieurs ;
- ascenseurs ;
- guichets accessibles ;
- signalisation ;
- etc.

3. HYPOTHESES DE CONCEPTION

3.1 CAPACITE DE TRANSPORT

Le STIF a mené plusieurs études de trafic sur le projet d'Arc Express avec un logiciel informatique. Les premiers résultats présentés en Copil du 3 octobre 2008 étaient les suivants :

- Arc Sud-Est :
 - trafic dimensionnant quand le tracé sera prolongé vers Issy puis La Défense ;
 - 10.000 pphpd à l'ouverture ;
 - 20.000 pphpd après prolongement ;
 - au grand maximum 25.000 pphpd à long terme.
- Arc Nord-Ouest :
 - trafic dimensionnant sur la section dès la mise en service ;
 - 15.000 pphpd à l'ouverture ;
 - 20.000 pphpd ensuite.

3.2 LARGEUR DU MATERIEL ROULANT

Le rapport de la phase 2 « Détermination de 3 systèmes cible » a confirmé qu'un matériel roulant de 2,40m et 2,80m de largeur permet de répondre aux besoins d'Arc Express avec une fréquentation attendue de 20 à 30.000 passagers par sens à l'heure de pointe.

Ces deux largeurs de matériel roulant ont été confirmées lors du Copil du 3 octobre 2008.

3.3 LONGUEUR DES STATIONS

Sur la base de la capacité de transport attendue et de la largeur du matériel roulant, on en déduit la longueur de la rame de métro et donc la longueur de la station (voir le chapitre 4.2.3 du rapport de la phase 1 pour le détail) :

- 62m pour du matériel de 2,40m de largeur ;
- 54m pour du matériel de 2,80m de largeur.

3.4 DISPOSITIFS DE SECOURS

L'accès pompiers pour les secours est d'autant plus important que la station est profondément enterrée.

Selon l'article GA15 de l'arrêté du 24 décembre 2007 portant approbation des règles de sécurité contre les risques d'incendie et de panique dans les gares, « *Lorsque, exceptionnellement, des parties accessibles au public d'un établissement de type GA sont situées au-delà de 30 mètres au-dessous du niveau de référence, des mesures spécifiques peuvent être prescrites en aggravation du présent règlement.* »

Ces mesures peuvent être :

- Des escaliers supplémentaires,
- Un ascenseur supplémentaire

- Un puits de descente du matériel de secours (2x1m environ). Cet ascenseur peut être celui dédié aux personnes à mobilité réduite mais équipé d'un dispositif prioritaire pour les secours.

3.5 TYPOLOGIE DE LA STATION

L'étude d'insertion du tracé d'Arc Express, menée en parallèle de la présente étude, s'est orientée, pour des raisons purement économiques, vers un tunnel unique à deux voies. Les stations type sont donc essentiellement à quais latéraux.

La station à quai central, même si elle est techniquement réalisable, n'a pas été étudiée car elle demanderait des dispositions particulières pour passer de voies accolées dans le tunnel à des voies dissociées en station. Ce cas ne se présente pas dans le projet d'Arc Express.

3.6 IMPLANTATION DE LA SALLE DES BILLETS

La salle de vente des billets peut être implantée de différentes manières :

- Au niveau du sol (niveau 0) avec les quais au niveau -1 ;
- Au niveau -1 avec les quais au niveau -2 (ou supérieure pour les stations plus profondes).

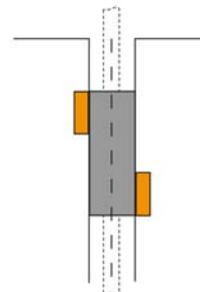
Nous avons opté pour une implantation de la salle des billets au niveau -1 pour plusieurs raisons :

- Cette disposition est le cas le plus classique et permet de ne pas encombrer le domaine public au niveau du sol par la réalisation d'un bâtiment annexe ou la mise en place d'appareils de vente des billets ;
- Cela concentre la fonction d'achat des billets et permet d'optimiser le matériel de billettique ;
- Le tunnel est généralement positionné à plus de 10m de profondeur de manière à pouvoir échapper aux fondations ou aux caves des immeubles. Cela permet aisément d'intégrer la salle des billets dans les niveaux intermédiaires.

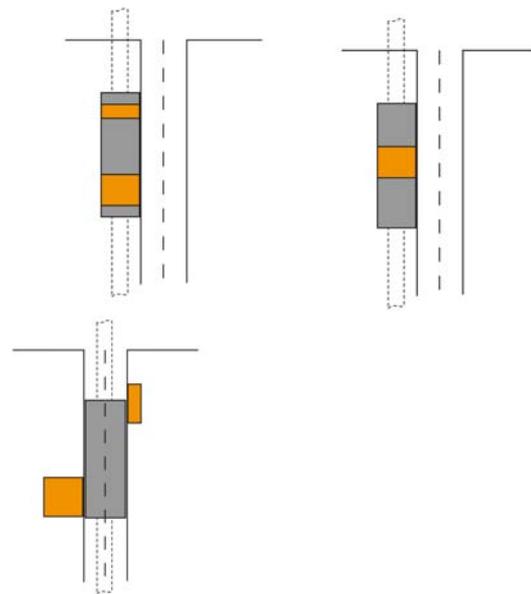
3.7 IMPLANTATION DES SORTIES

En fonction de l'implantation du tunnel (sous le domaine public ou sous le domaine privé), les sorties des stations d'Arc Express peuvent être positionnées de différentes manières :

- De part et d'autre de la station sous le domaine public.
C'est le cas classique des stations de métro « anciennes » pour lesquelles la station de métro est réalisée sous la voirie et les accès desservent les différents trottoirs.



- Dans l'emprise de la station sous le domaine privé.
Cette solution peut être envisagée dans le cas d'une valorisation foncière avec sortie du métro dans un centre commercial ou administratif par exemple.
- Station sous la voirie avec l'un des accès et la salle billetterie dans le domaine privé (mixte des deux solutions précédentes).



Dans la suite du rapport, le cas le plus classique a été représenté (1^{er} cas). L'implantation des sorties sera bien entendu à étudier au cas par cas en fonction du contexte urbain.

Pour rappel, les accès en surface sont au minimum de 2 dans le cas des stations souterraines pour des raisons de sécurité et d'évacuation des voyageurs en cas d'incendie.

3.8 LOCAUX TECHNIQUES

Les locaux techniques et locaux d'exploitation en stations comportent en général :

- des locaux destinés à l'exploitant : locaux nettoyages, ;
- des locaux techniques abritant les équipements liés au système (alimentation électrique, automatismes, télé mesures et télé transmissions...) ;
- des locaux techniques abritant les équipements non liés au système (ventilation/désenfumage, détection incendie, exhaure des eaux...).

Le dimensionnement de ces locaux est spécifique à chaque projet. Il tient compte de la conception d'ensemble du projet (et notamment, en matière ventilation /désenfumage), de la typologie de la station, de la spécificité du système et des réglementations locales notamment en matière de sécurité et de lutte contre l'incendie.

4. STATION ENTERREE REALISEE A CIEL OUVERT

Quand la station est à faible profondeur (quai à moins de 16m de profondeur) et lorsque les emprises le permettent, il est possible de la réaliser à ciel ouvert.

4.1 DESCRIPTIF DE LA STATION

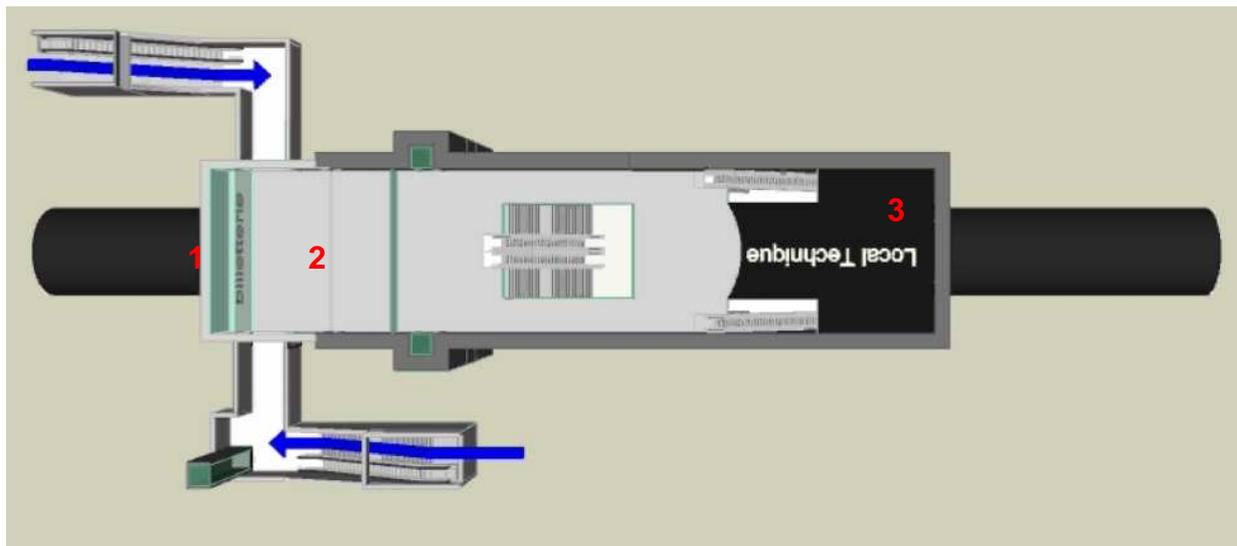
Voir plan référencé 003-23815-S-P-EP2-003-C.

La station comporte deux zones distinctes :

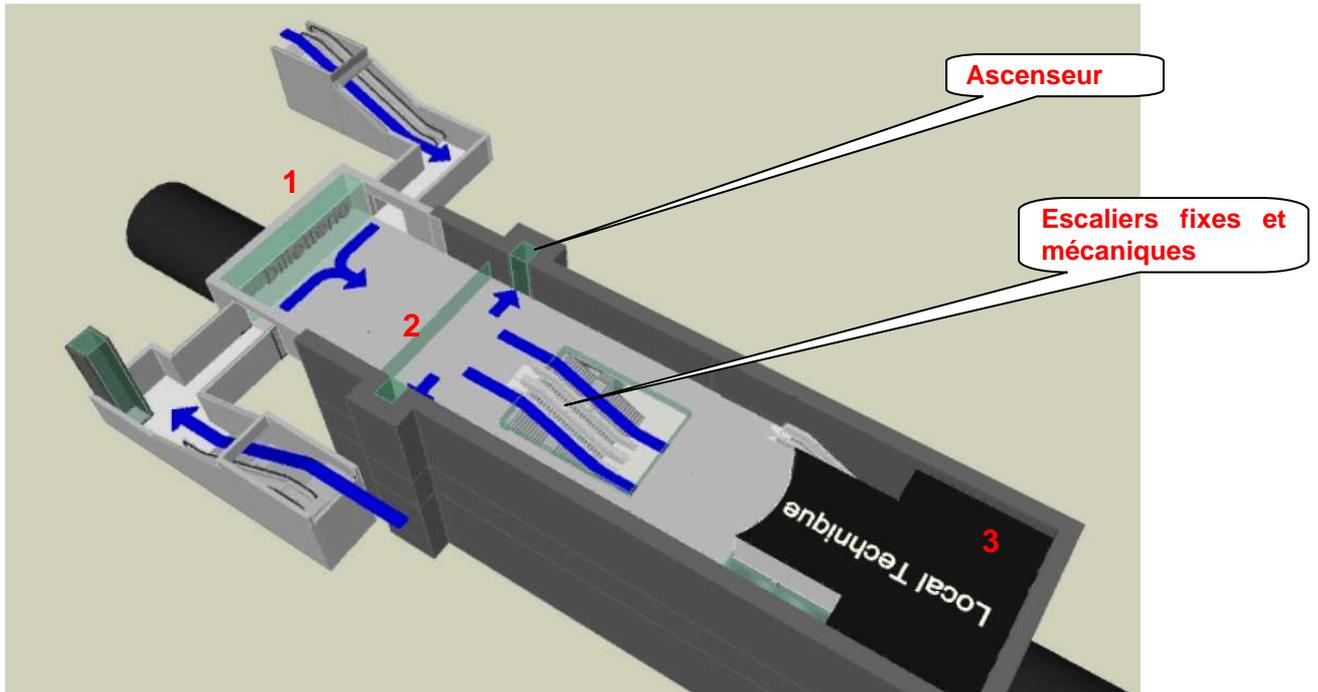
- les zones publiques où transitent et stationnent les voyageurs ;
- les locaux techniques et locaux d'exploitation.

La station est organisée sur deux ou trois niveaux selon la profondeur des quais.

- le niveau -1 accueille la salle de vente des billets (1) zone hors contrôle, la ligne de contrôle des titres de transports (2) qui peut consister soit en un péage ouvert soit en un péage fermé (cas le plus courant) et les locaux techniques (3).



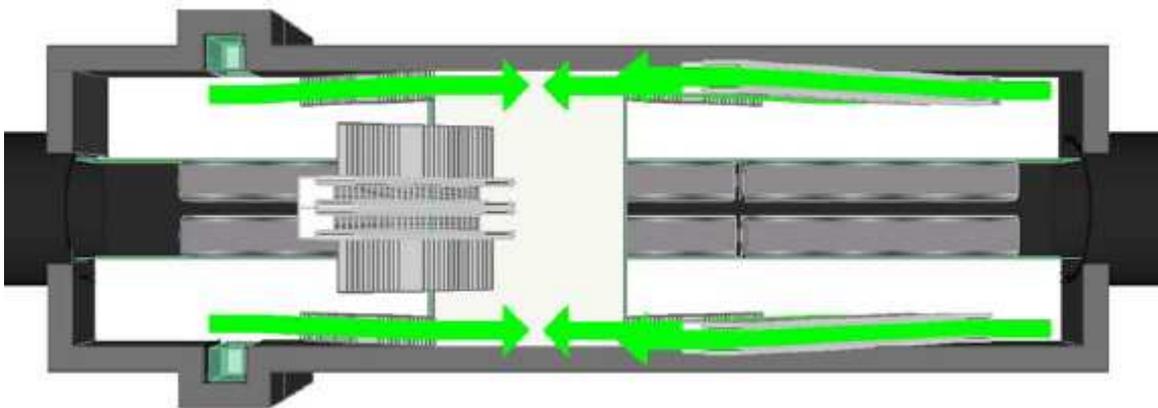
Les accès depuis l'extérieurs se composent d'au moins deux escaliers fixes et d'un ascenseur.



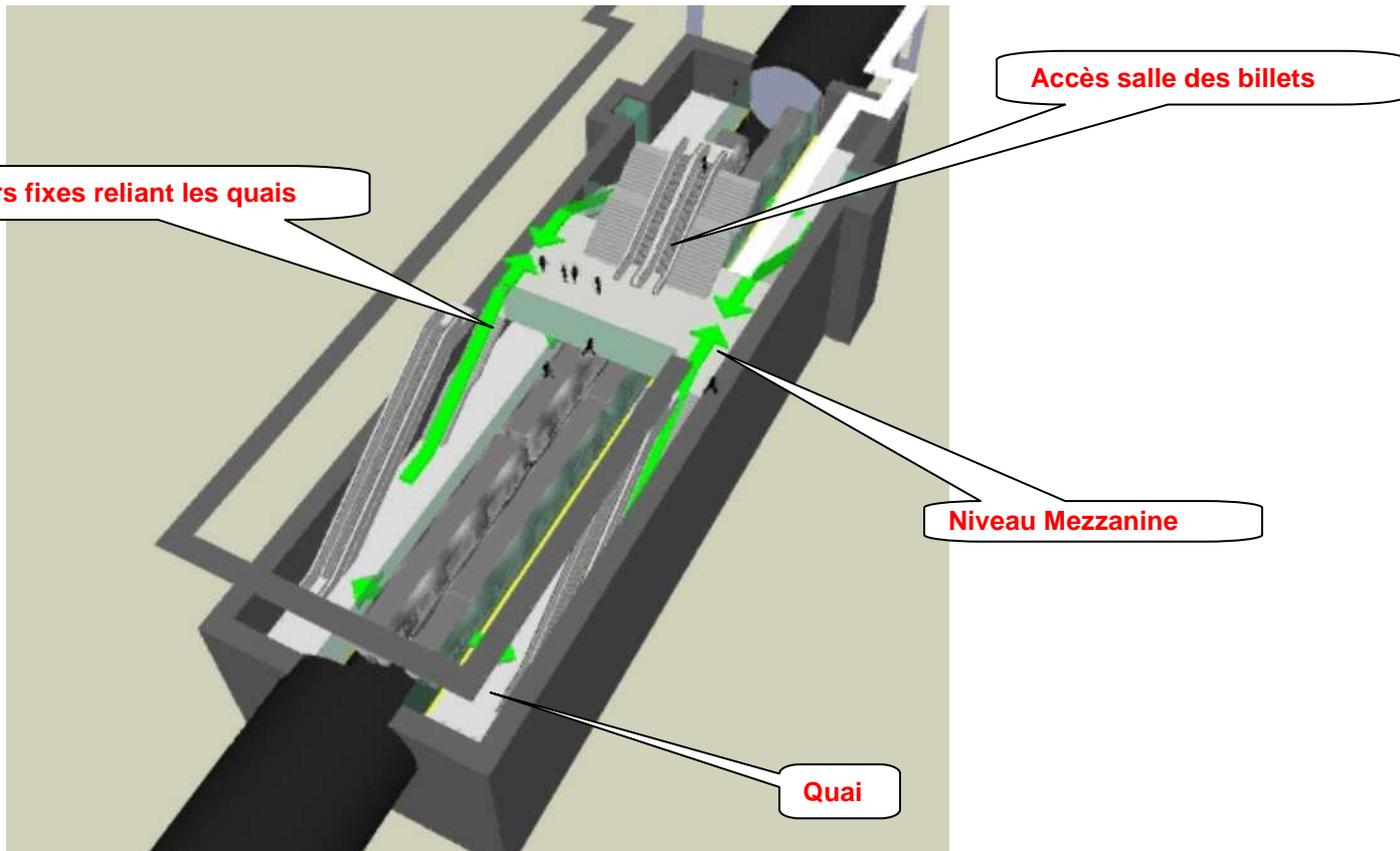
NB : les flèches bleues indiquent une circulation dans le sens « entrant » en direction des quais. Les flèches vertes, une circulation dans le sens « sortant ».

Au-delà de la ligne de contrôle, deux escaliers fixes, deux escaliers mécaniques (un dans le sens de la montée, l'autre dans le sens de la descente) relient les niveaux -1 et -2. Deux ascenseurs permettent d'accéder directement aux quais.

- Le niveau -2 est un niveau intermédiaire (mezzanine) entre la salle des billets et les quais. Il peut recevoir des locaux techniques complémentaires en cas de besoin. Ces locaux techniques complémentaires figurent sur le plan technique joint mais n'ont pas été représentés dans la simulation en 3D (voir le dernier point du chapitre).

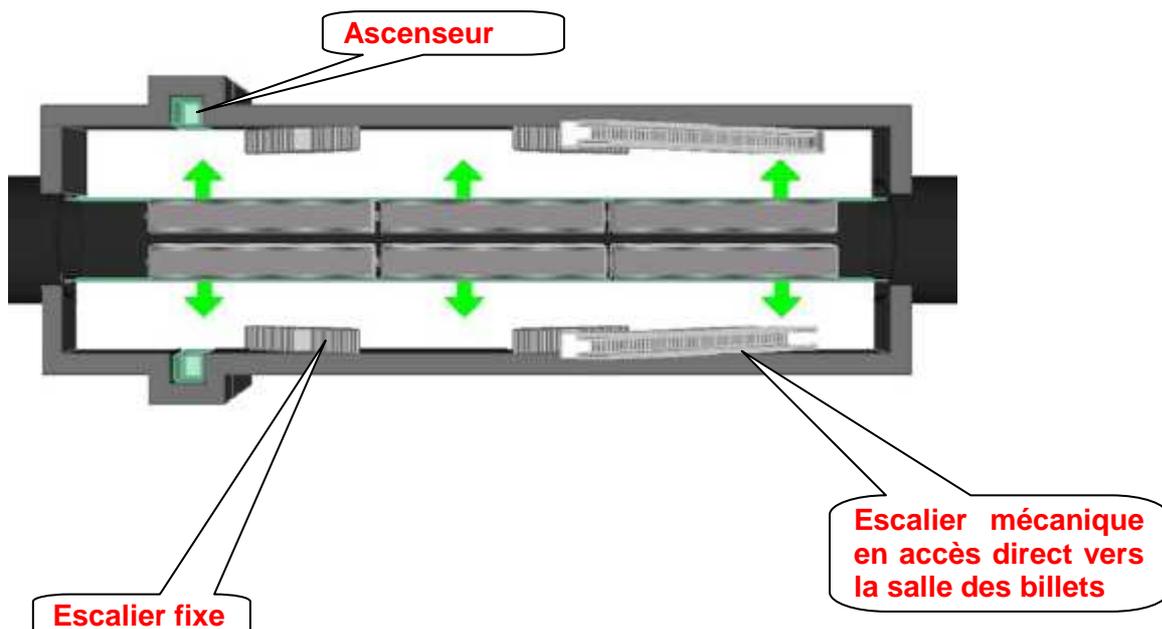


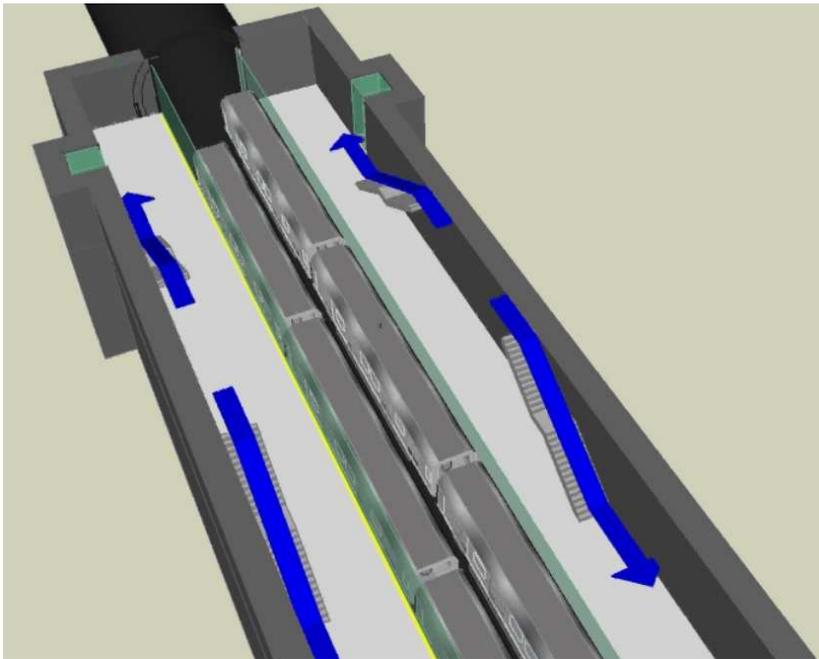
La mezzanine est reliée réglementairement à chacun des quais par deux escaliers fixes.



Au niveau de la mezzanine, les flux venant de chacun des quais sont mixés.

- Les quais de la station sont situés au niveau -3. Depuis chaque quai, le voyageur dispose de deux escaliers fixes (montée/descente), d'un escalier mécanique dans le sens de la montée reliant directement la salle des billets et d'un ascenseur.

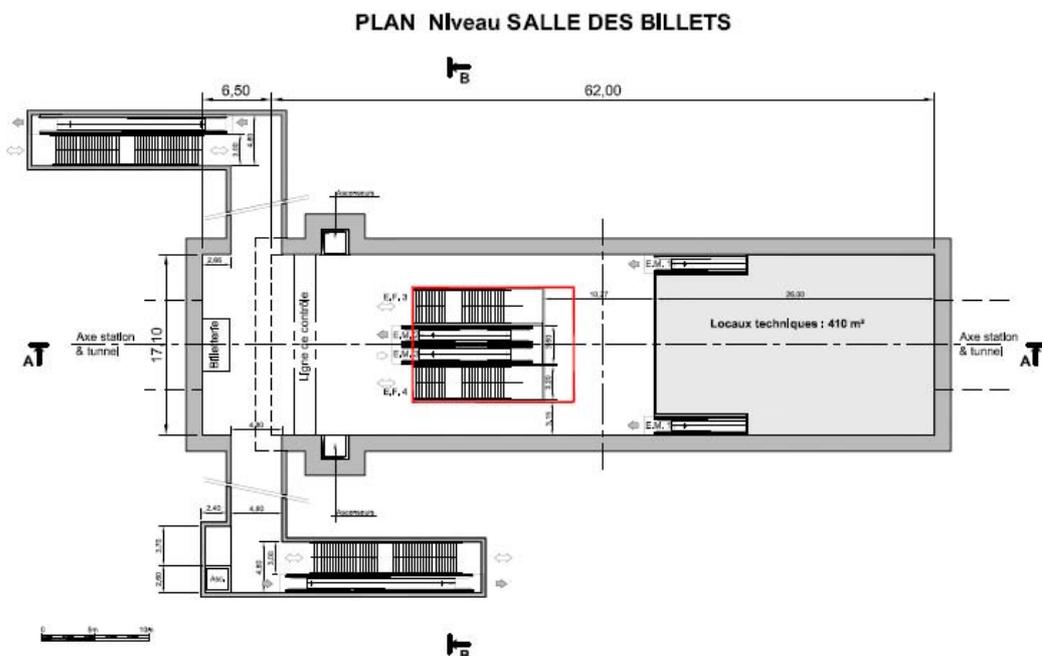


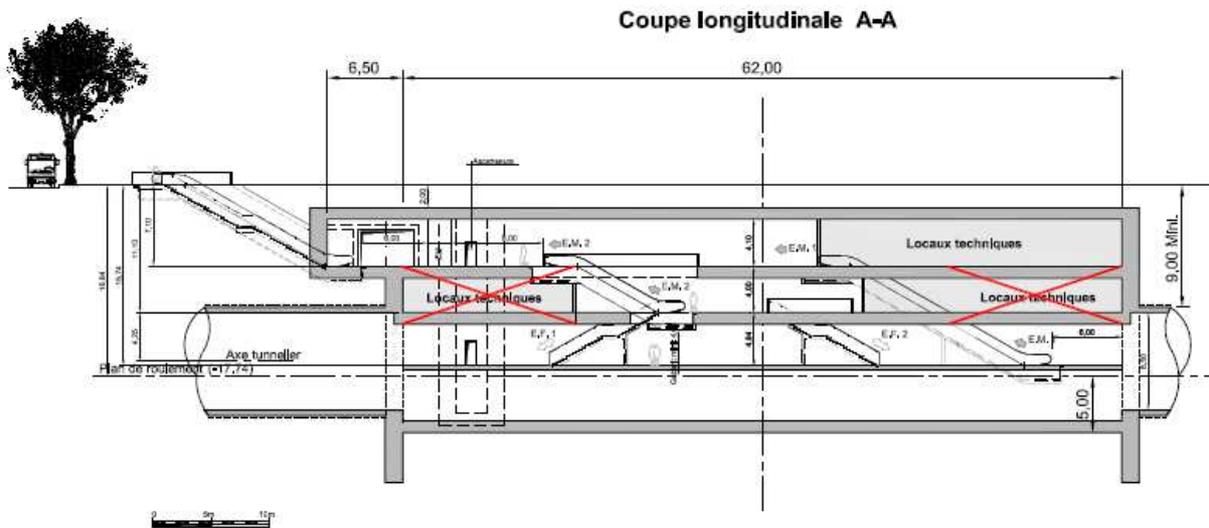


- Différences entre les plans techniques et la simulation 3D

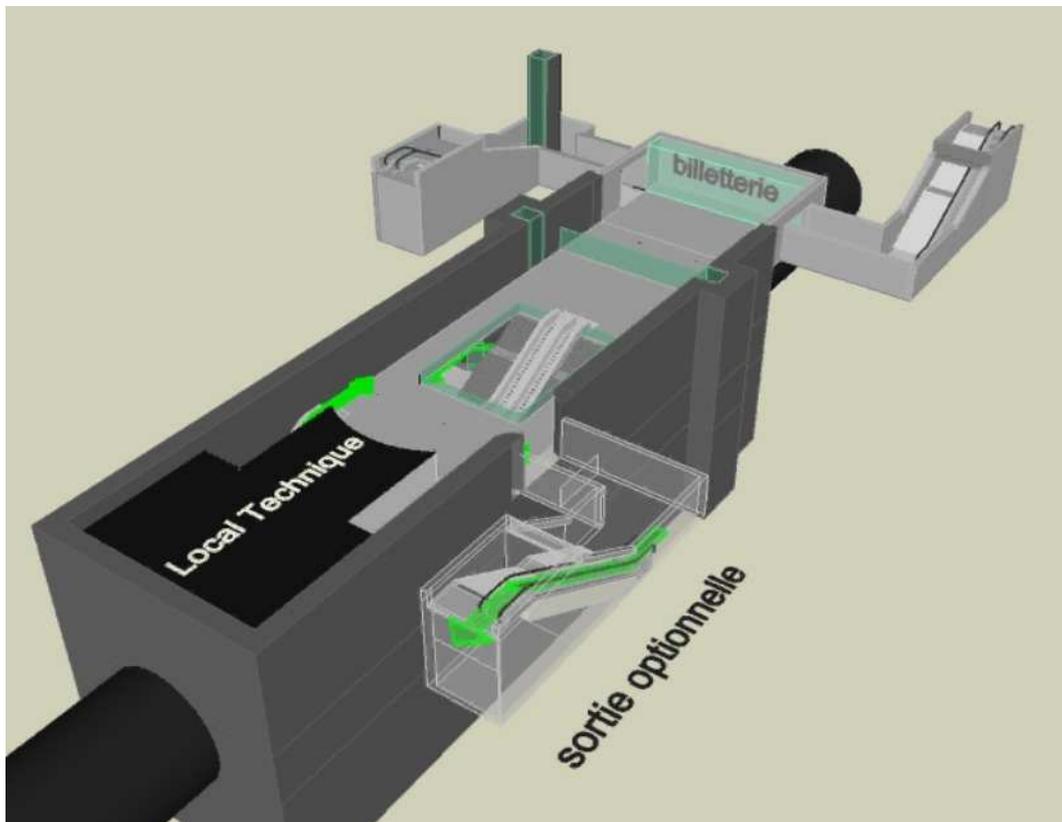
Le plan joint au présent dossier présente les vues en plan des différents niveaux ainsi que des coupes. Il serait judicieux d'associer ultérieurement un architecte afin d'améliorer le confort spatial et le cheminement de l'utilisateur.

A titre d'exemple, une communication visuelle de la mezzanine avec les quais peut être réalisée en supprimant les locaux techniques du niveau mezzanine. De même, la trémie des escaliers mécaniques est agrandie (en rouge dans le schéma ci-dessous).

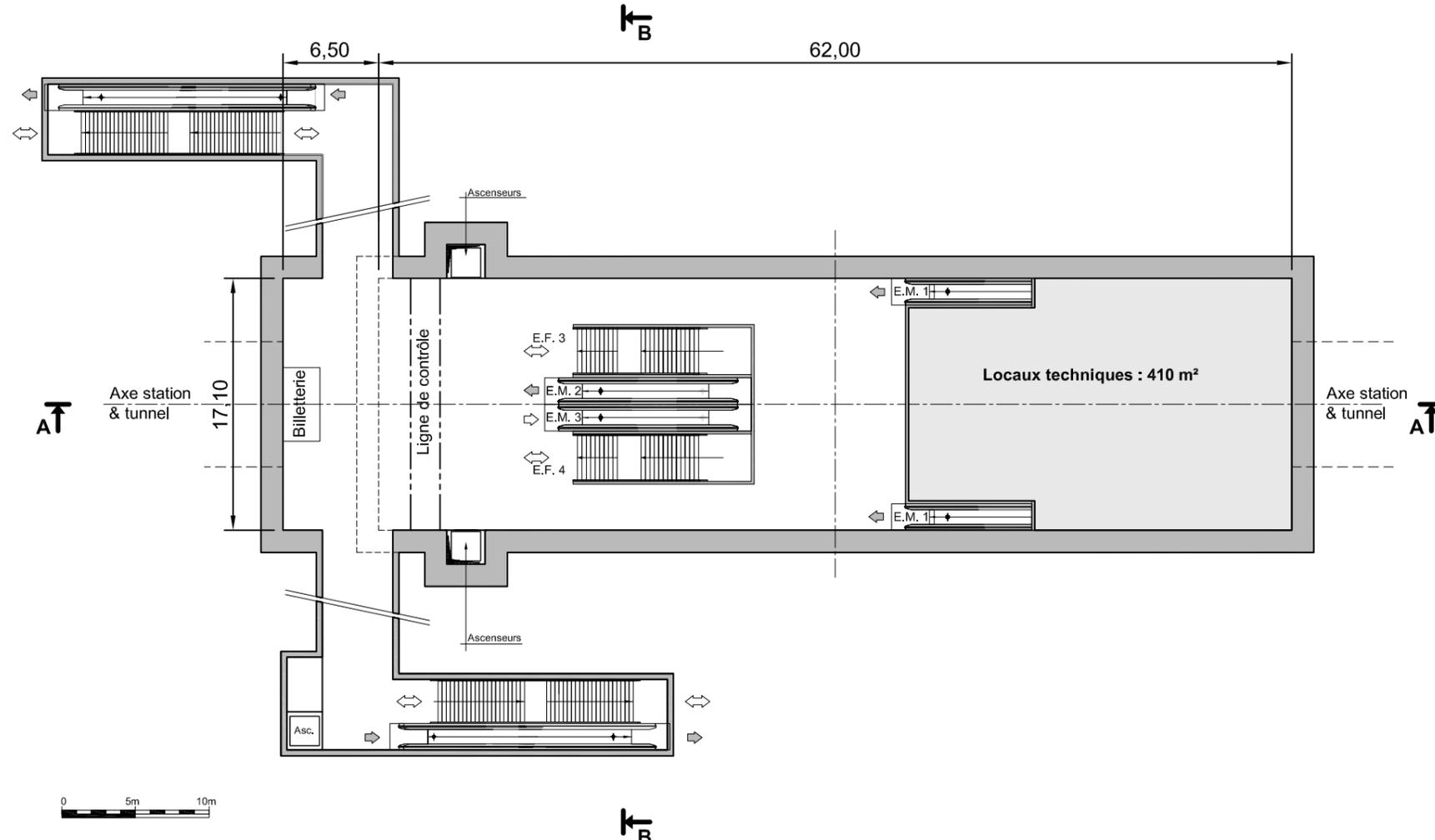




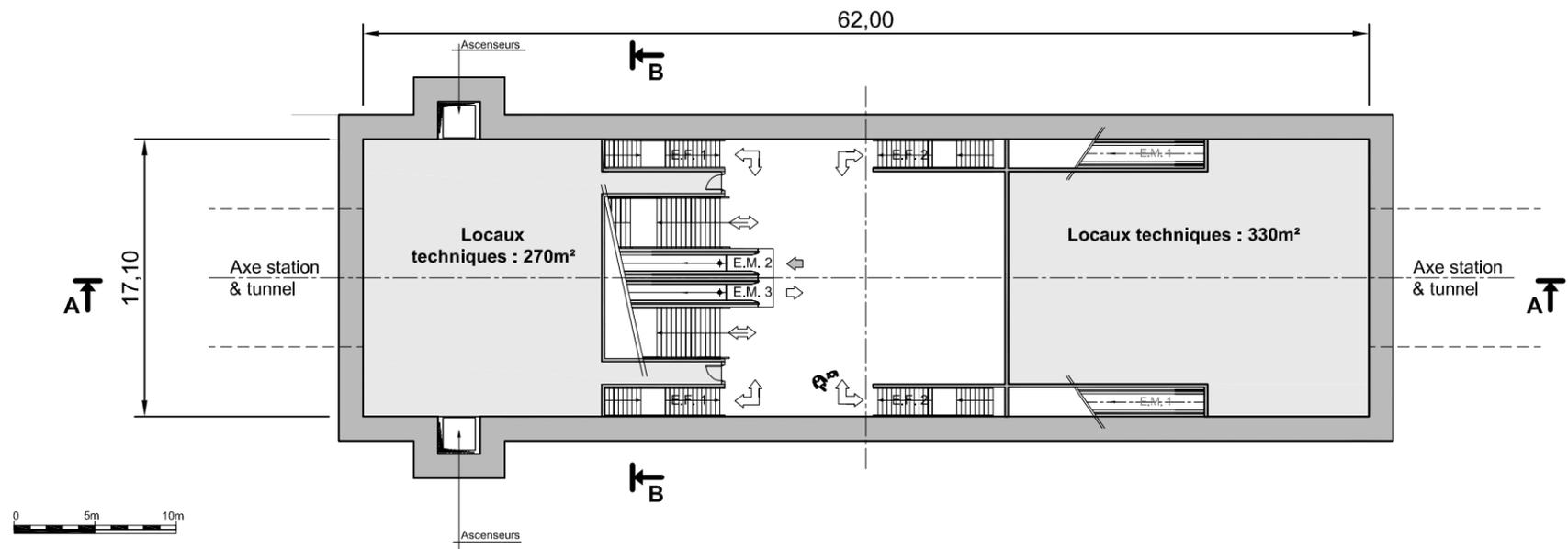
- En cas de besoin, une sortie supplémentaire peut être créée soit pour réduire les distances avant la sortie soit pour desservir une autre partie de l'espace public. Cette disposition nécessite néanmoins une ligne de contrôle et une « salle des billets » spécifiques. Elle n'a pas été prise en compte dans les estimations qui figurent dans les chapitres suivants.



PLAN Niveau SALLE DES BILLETS (-7.10)

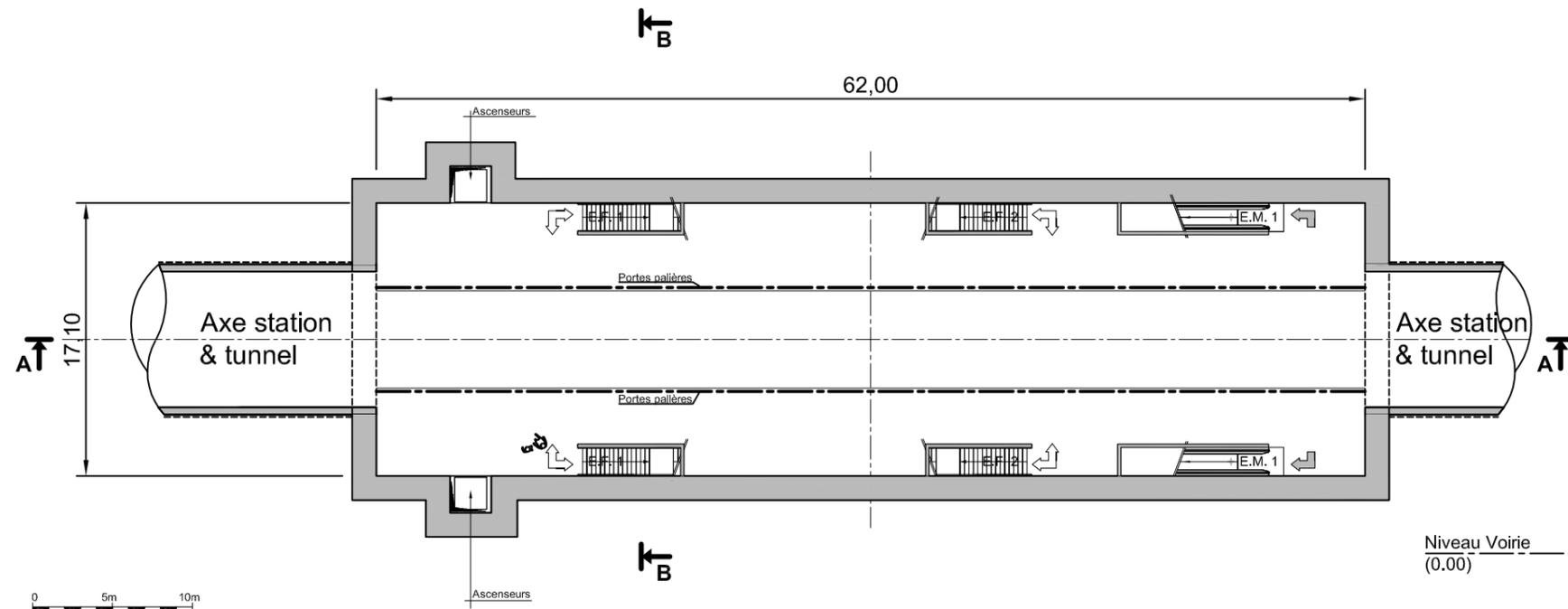


PLAN Niveau MEZZANINE (-11.10)

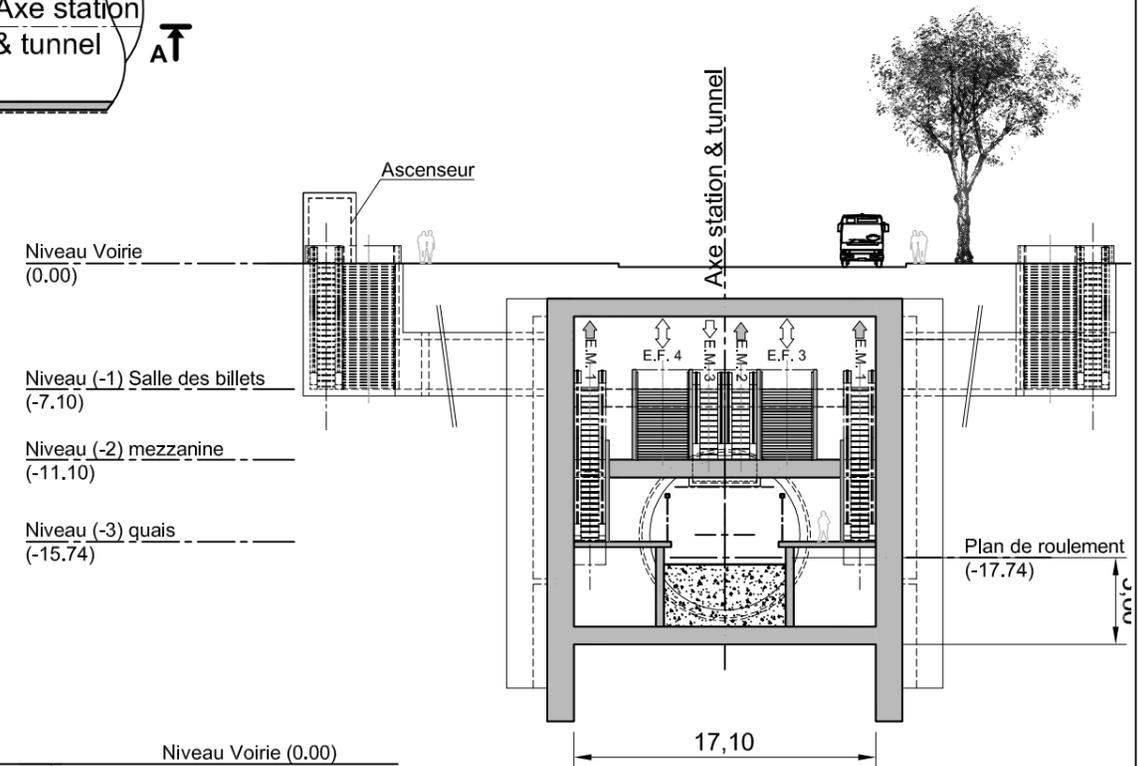


- ↔ Entrants / Sortants
- ➡ Sortants
- ↖ Entrants

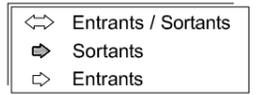
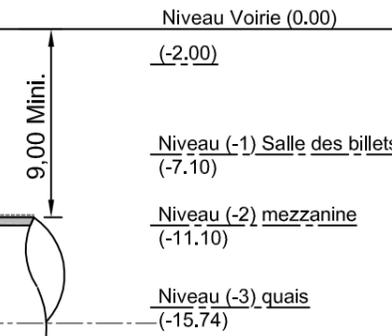
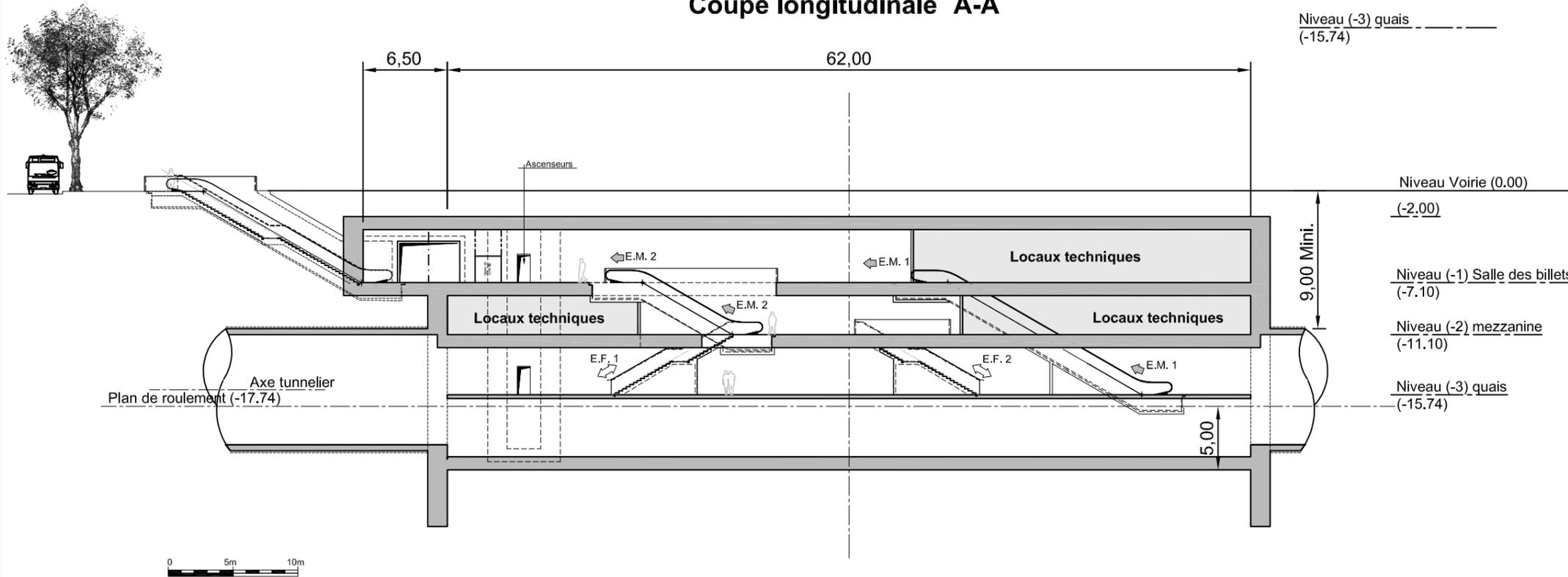
PLAN Niveau QUAI (-15.74)



Coupe transversale B-B



Coupe longitudinale A-A



4.2 DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

Cette solution nécessite de disposer des emprises importantes supérieures à la taille au sol de la station. Elle impose au préalable de libérer totalement les emprises au sol (démolition des éventuels bâtiments existants, déviation de la voirie routière, etc.) et en sous sol (réseaux concessionnaires).

Les travaux sont réalisés en plusieurs phases :

- Phase 1 : réalisation des murs de soutènement de la station (méthode suivant géologie) ;
- Phase 2 : excavation de la station (éventuellement en taupe) ;
- Phase 3 : réalisation du gros œuvre de la station en remontant, à l'exception de la dalle du niveau -2 qui est interceptée par le tunnelier ;
- Phase 4 : après passage du tunnelier en station, fin du gros œuvre (réalisation de la dalle citée ci-dessus) ;
- Phase 5 : équipements et finitions.

Avantages :

- Technique éprouvée et peu sensible aux aléas ;
- rapidité si phasage non complexe en raison de l'environnement ;
- valorisation foncière éventuellement possible.

Inconvénients :

- Foncier important à libérer ;
- Place disponible pour les travaux ;
- Nécessité de dévoyer l'ensemble des réseaux concessionnaires au préalable ;
- Forte excavation.

4.3 DELAIS DE REALISATION

Les délais de réalisation d'une telle station pour le génie civil, une fois que les emprises ont été libérées, sont estimés en première approche entre 12 et 24 mois avant le passage du tunnelier en station et de 6 à 12 mois après passage du tunnelier en station. Ce délai varie en fonction de la profondeur et de la nature des terrains.

Il faut ensuite considérer un délai de 15 mois pour les équipements de la station.

4.4 ESTIMATION SOMMAIRE

La mise en œuvre de cette station type est estimée entre 20 et 30 M€ hors équipements liés au système de transport en fonction des difficultés de réalisation, de la nature des terrains, etc. et hors acquisitions foncières, frais de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre.

5. STATION ENTERREE REALISEE EN SOUTERRAIN

Quand la station est à forte profondeur ou lorsque les emprises disponibles au sol sont plus faibles, la station est réalisée en sous-oeuvre.

5.1 DESCRIPTIF DE LA STATION

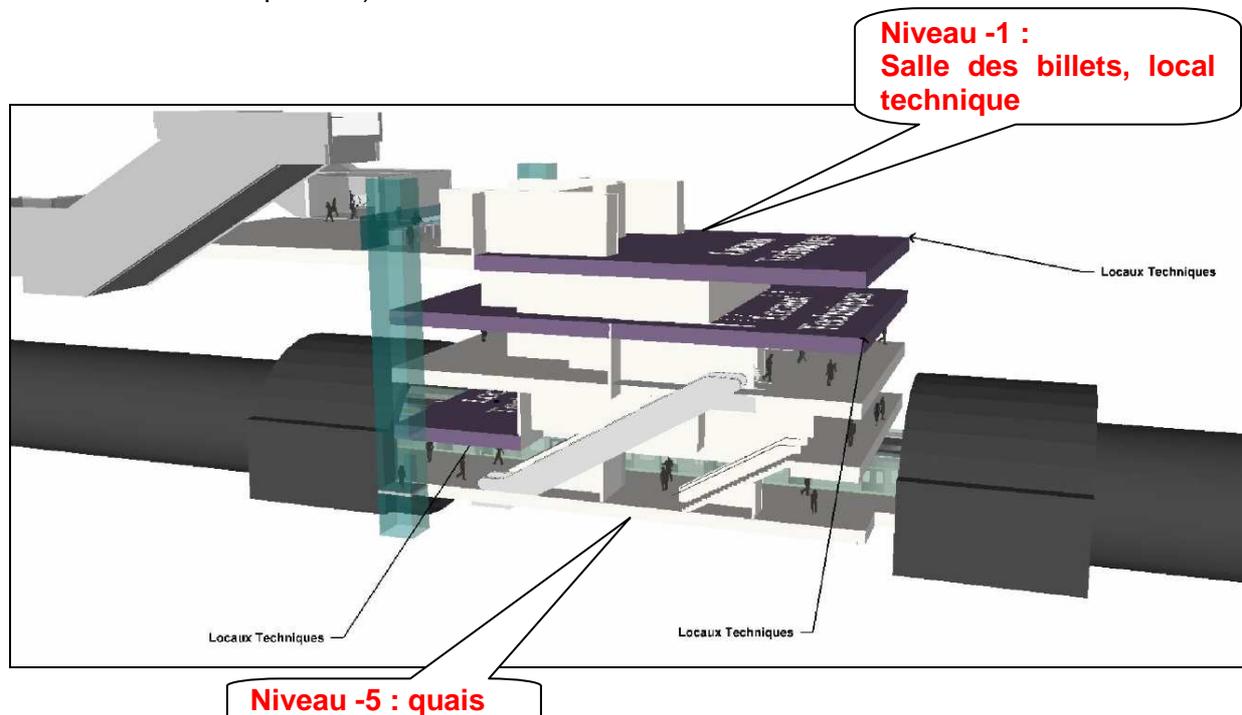
Voir plan référencé 003-23815-S-T-EP-004-C.

La station comporte toujours les deux zones distinctes :

- les zones publiques où transitent et stationnent les voyageurs ;
- les locaux techniques et locaux d'exploitation.

Elle est organisée sur plusieurs niveaux selon la profondeur des quais. Dans le cas présent, nous avons considéré les quais à plus de 24m de profondeur et une station comportant au total 5 niveaux.

- le niveau -1 accueille la salle de vente des billets (1) zone hors contrôle, la ligne de contrôle des titres de transports (2) et les locaux techniques (3).
- Le niveau -5 constitue les quais.
- Des niveaux intermédiaires relient la salle de vente des billets aux quais (3 niveaux dans le cas présent).



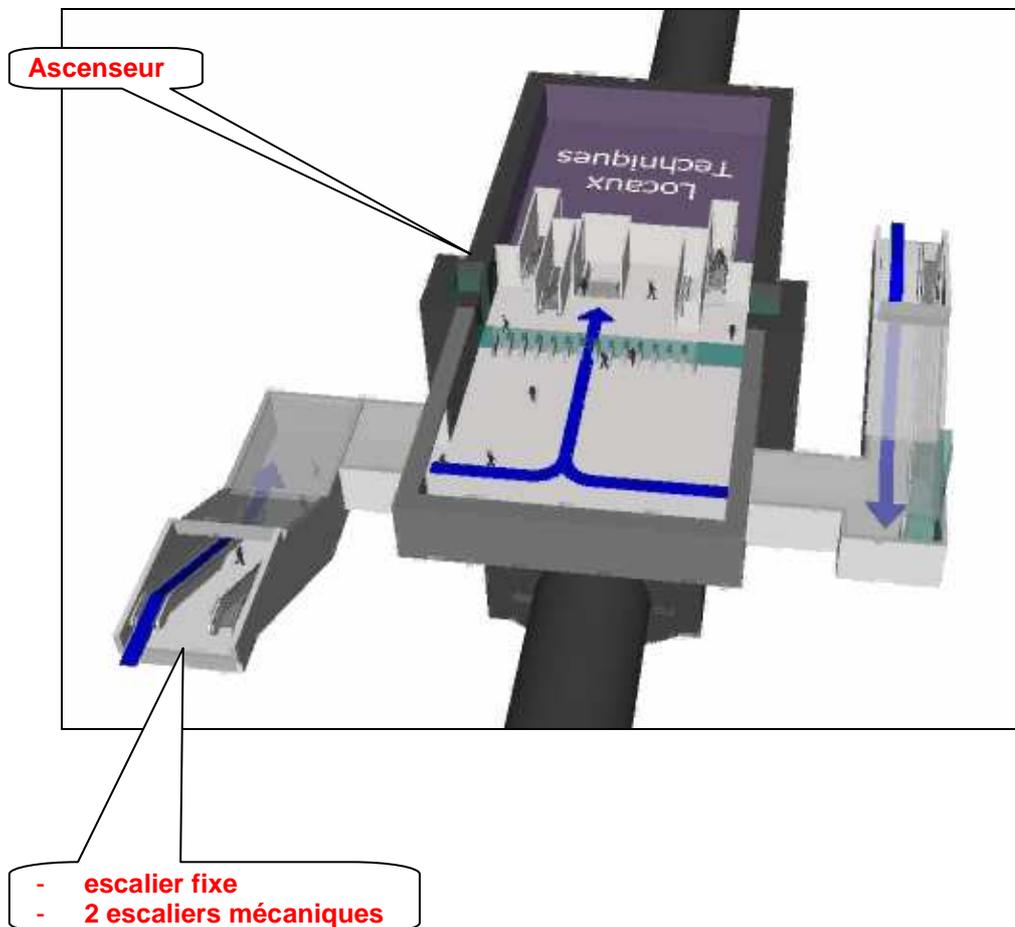
Une attention particulière doit être apportée à l'accessibilité de la station au sens large. Il est nécessaire de minimiser les temps de déplacement de l'utilisateur entre la salle de vente et les quais, que ce soit dans le sens de la montée et dans celui de la descente. Cet objectif répond aussi à la nécessité de pouvoir évacuer la station en moins de 10 minutes.

Nous n'avons pas opté pour la desserte des quais uniquement par des ascenseurs (cas du métro de Barcelone) car la profondeur des stations d'Arc Express ne le justifiait pas.

Accès

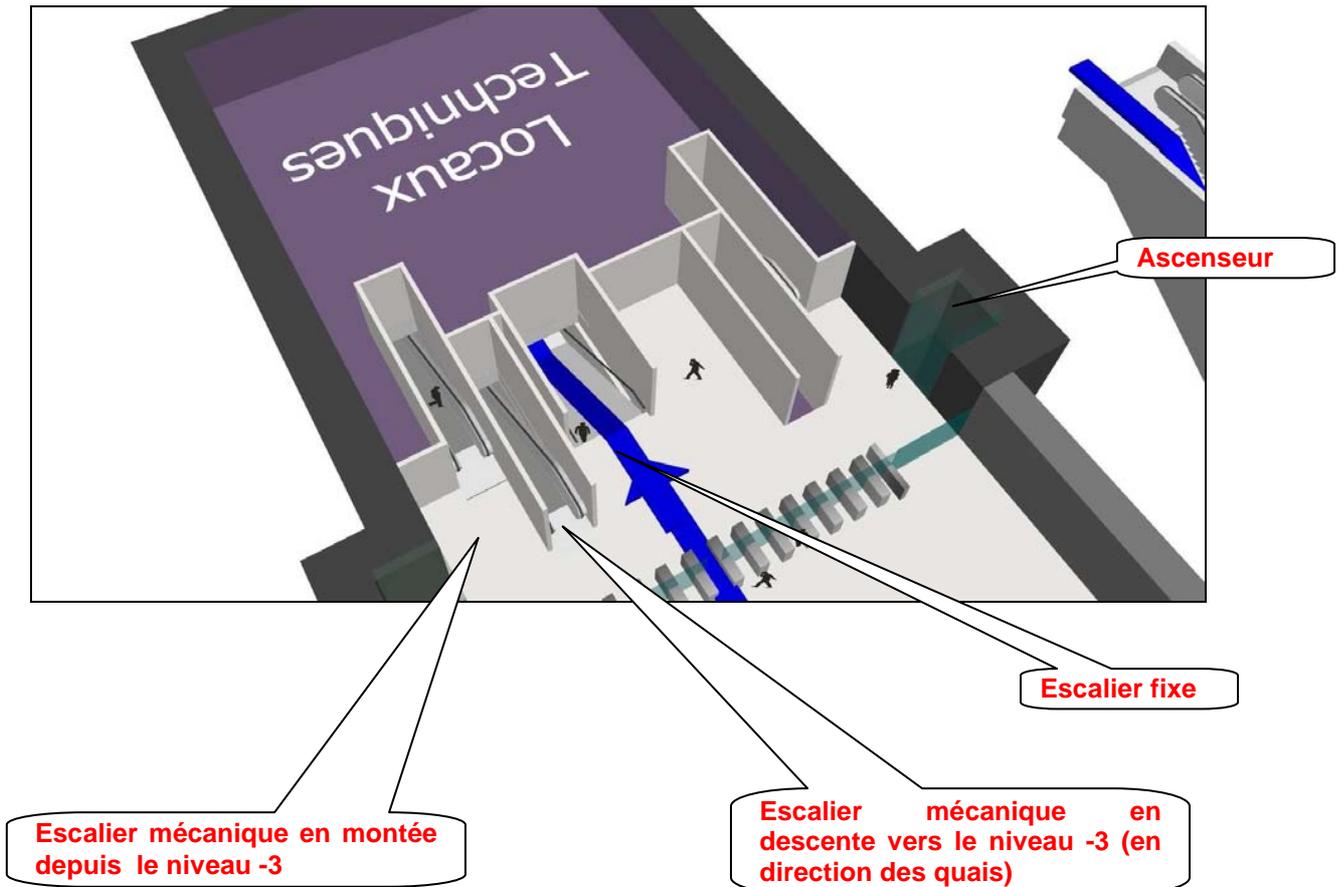
- Depuis l'extérieur

Sens descente vers la salle des billets	Sens montée vers l'extérieur
Deux escaliers fixes	
Un escalier mécanique	
Un ascenseur	



- Depuis la salle de vente des billets (niveau -1)

Sens descente vers les quais	Sens montée vers l'extérieur
Un escalier fixe vers le niveau -2 (EF5)	Deux escaliers fixes
Deux escaliers mécaniques vers le niveau -3 (EM2)	Un escalier mécanique
Deux ascenseurs	Un ascenseur

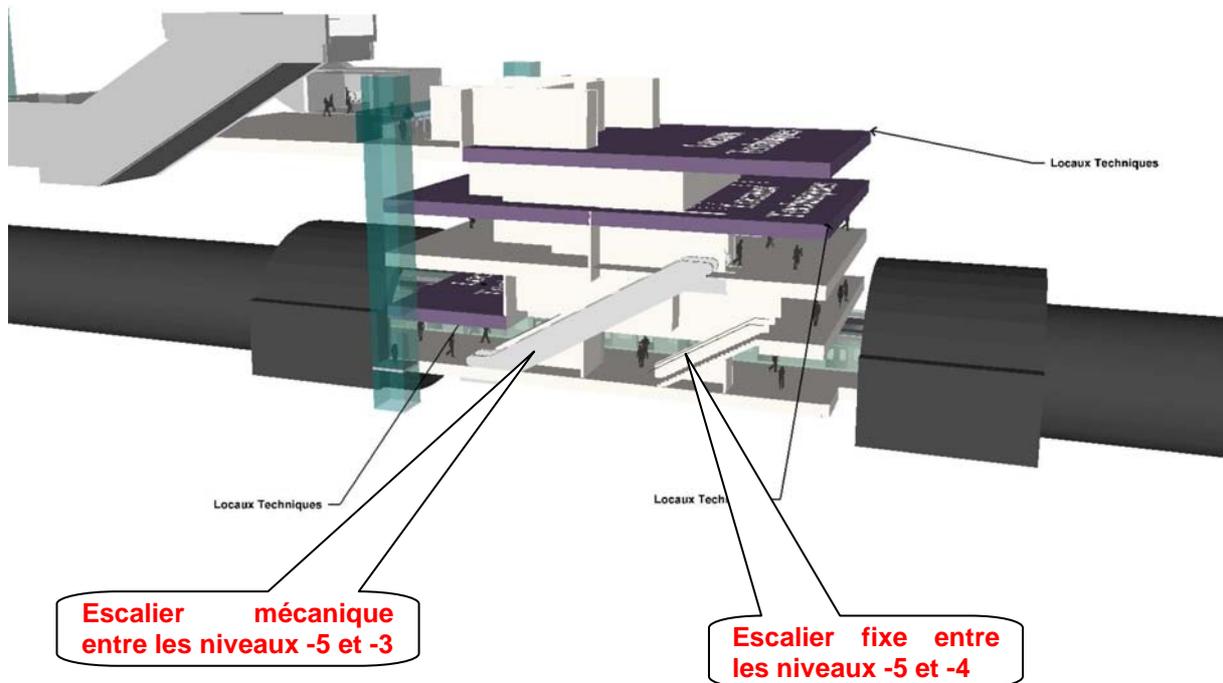


- Depuis le niveau intermédiaire -2

Sens descente vers les quais	Sens montée vers l'extérieur
Un escalier fixe vers le niveau -3 (EF4)	Un escalier fixe (EF5)
Deux ascenseurs	Deux ascenseurs

- Depuis le niveau intermédiaire -3

Sens descente vers les quais	Sens montée vers l'extérieur
Un escalier fixe vers le niveau -4 (EF3)	Un escalier fixe (EF4)
Deux ascenseurs	Deux escaliers mécaniques vers la salle des billets (EM3)
	Deux ascenseurs



- Depuis le niveau intermédiaire -4

Sens descente vers les quais	Sens montée vers l'extérieur
Deux escaliers fixes (EF1 et 2) pour chacun des quais	Un escalier fixe (EF3)
Deux ascenseurs	Deux ascenseurs

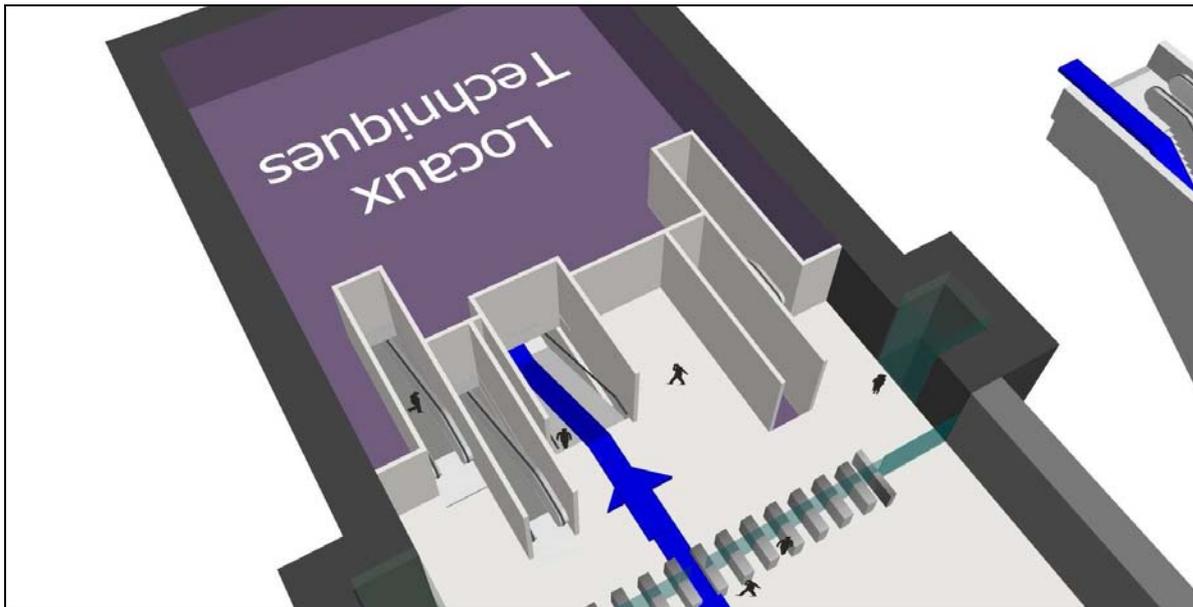
- Depuis chaque quai (niveau -5)

Sens descente	Sens montée vers l'extérieur
	Deux escaliers fixes (EF1 et 2)
	Un escalier mécanique (EM1) vers le niveau -3
	Deux ascenseurs

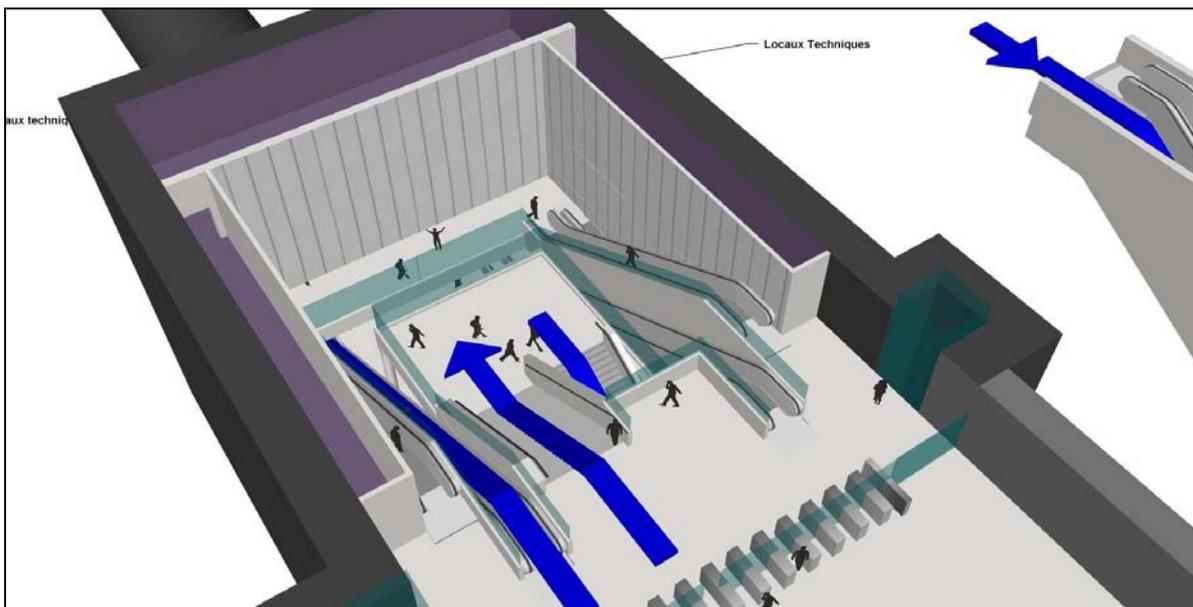
- Différences entre les plans techniques et la simulation 3D

Comme pour la station réalisée à ciel ouvert, il serait judicieux d'associer ultérieurement un architecte afin d'améliorer le confort spatial et le cheminement de l'utilisateur.

A titre d'exemple, une communication visuelle entre le niveau -1 et le niveau -3 pourrait être recherchée en diminuant la superficie des locaux techniques. Un juste compromis devra ainsi être trouvé entre les besoins en terme de locaux techniques et l'amélioration du confort spatial.

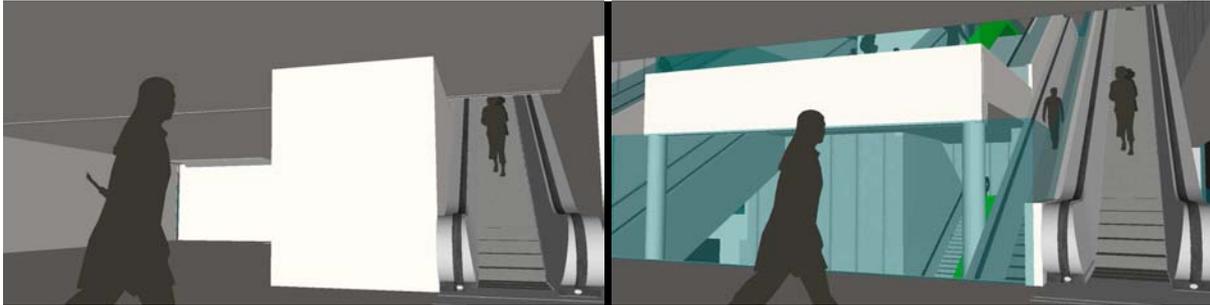
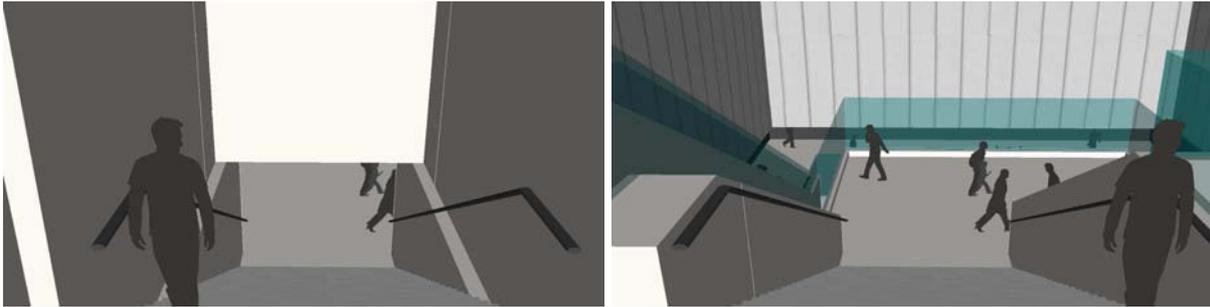


Projet avec superficie maximale des locaux techniques

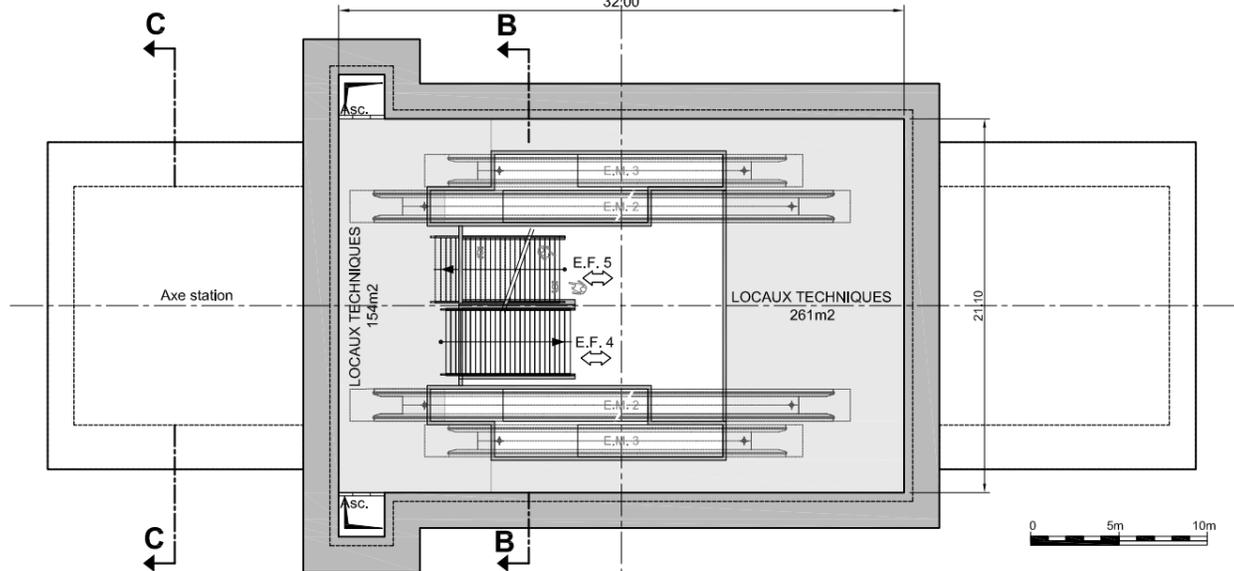


Projet avec ouverture communication visuelle entre les niveaux -1, -2 et -3.

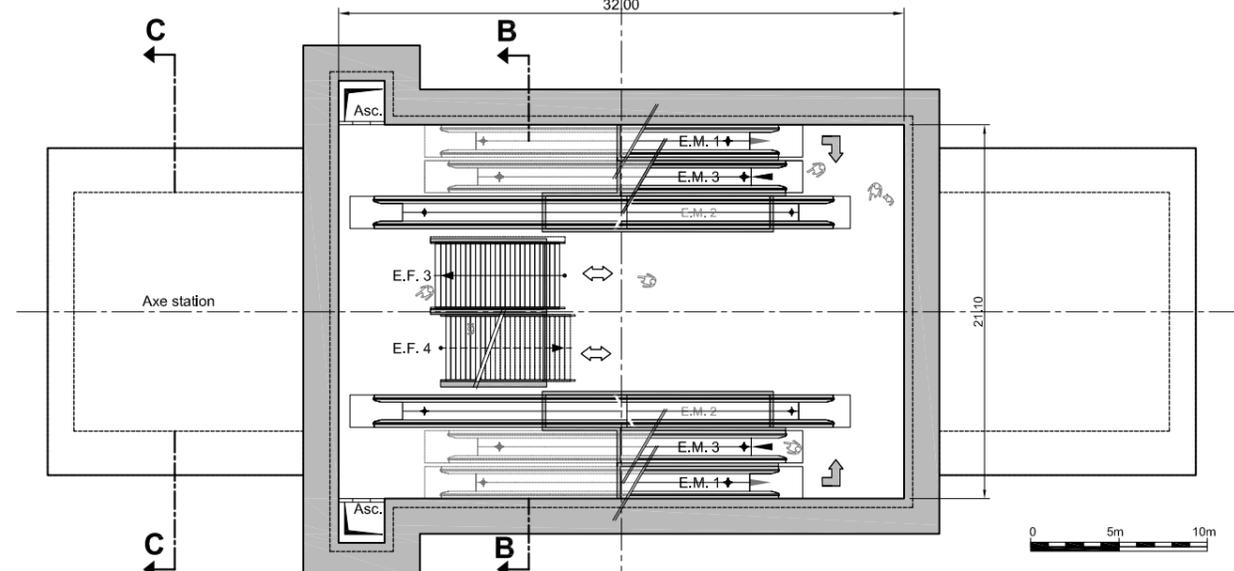
Dans ce dernier projet, les couloirs d'accès aux locaux techniques servent de lierne et renforcent ainsi la structure.



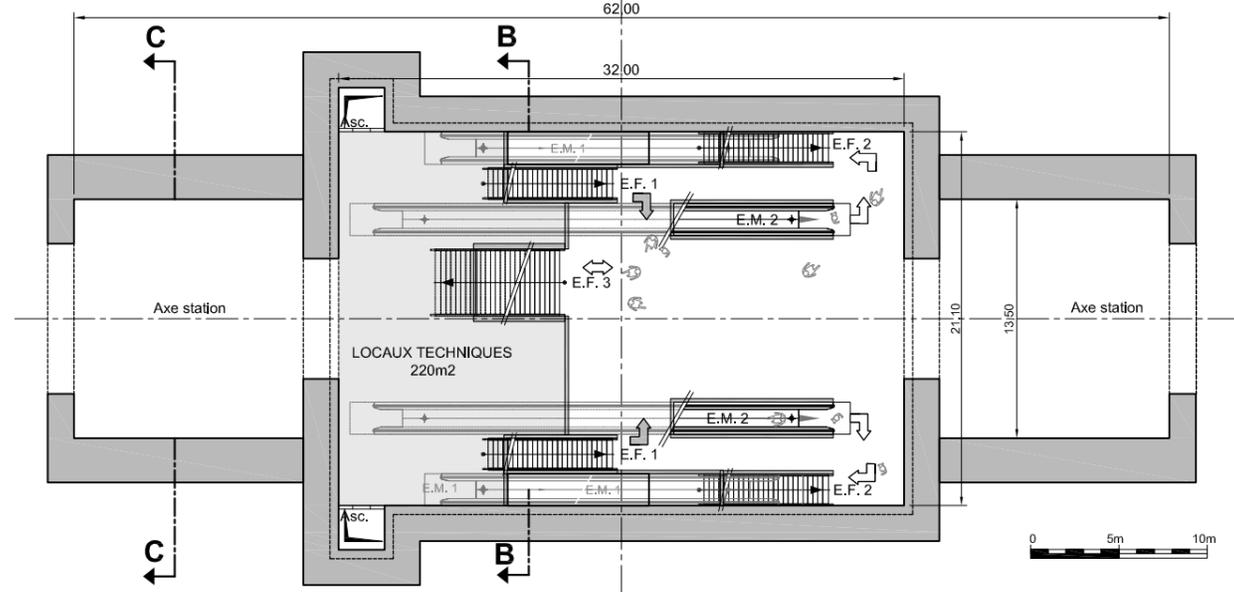
PLAN NIVEAU INTERMEDIAIRE (-12.10)



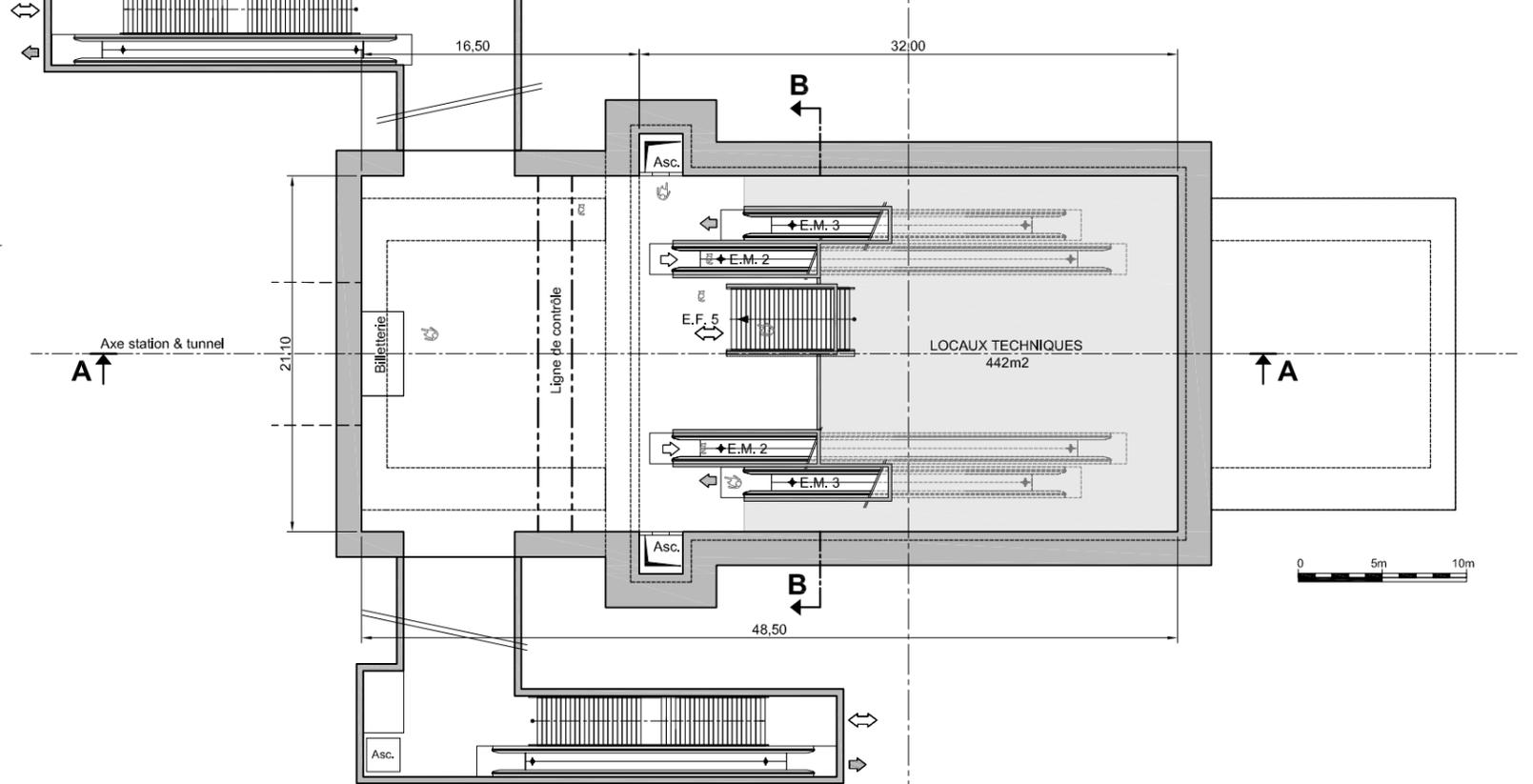
PLAN NIVEAU INTERMEDIAIRE (-16.10)



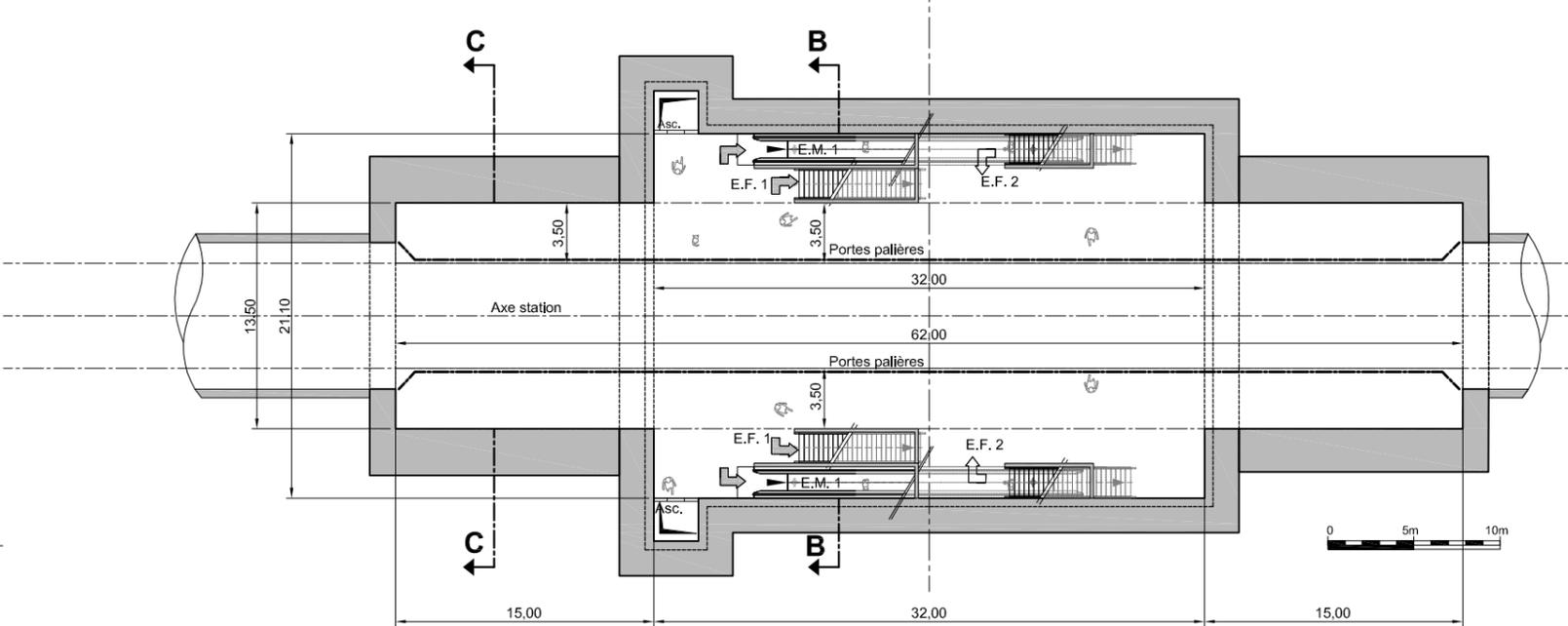
PLAN NIVEAU INTERMEDIAIRE (-20.10)

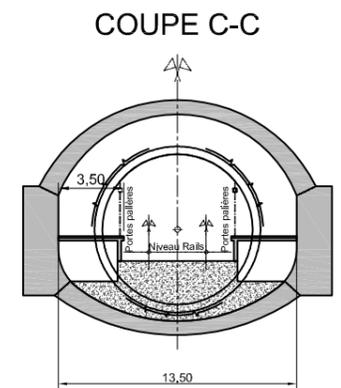
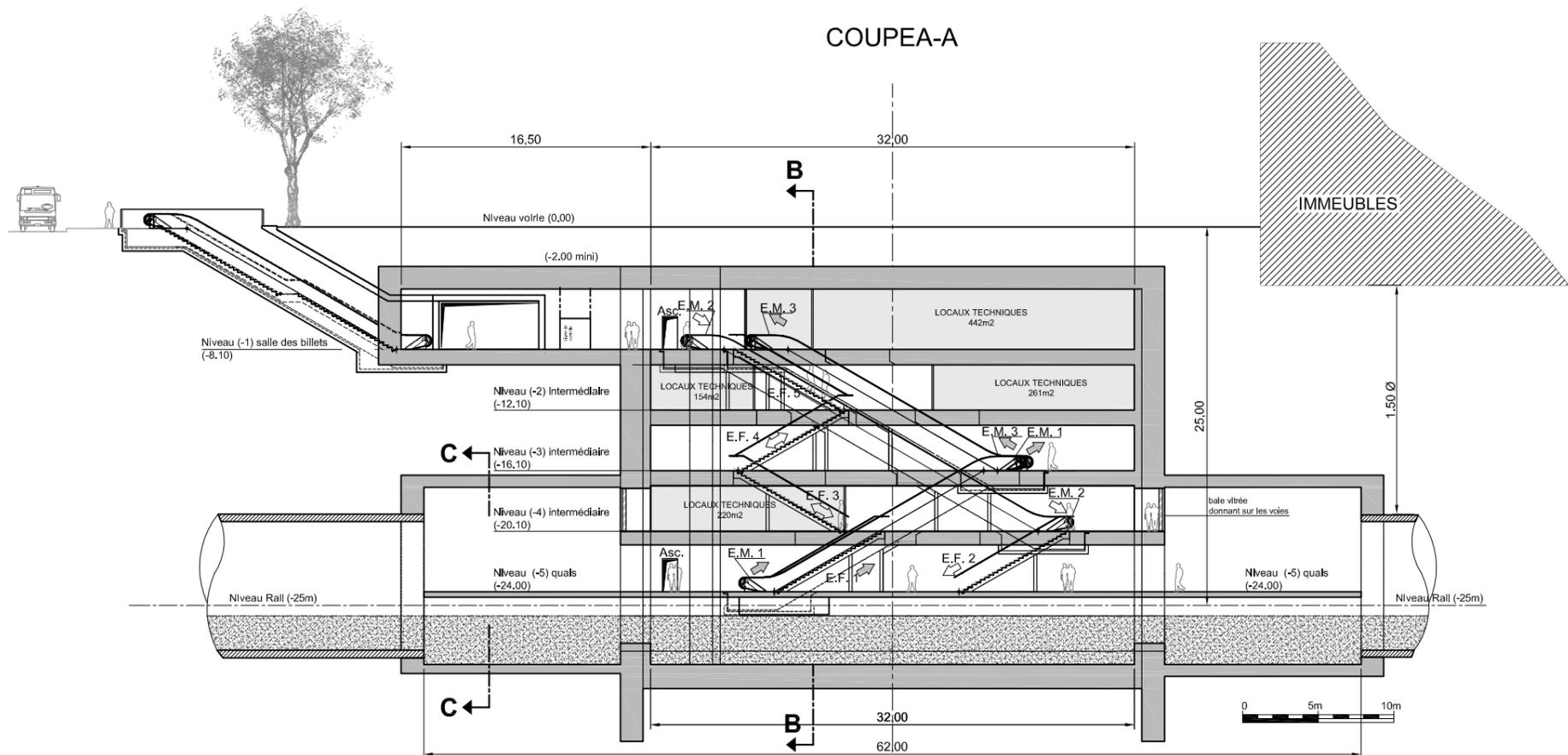
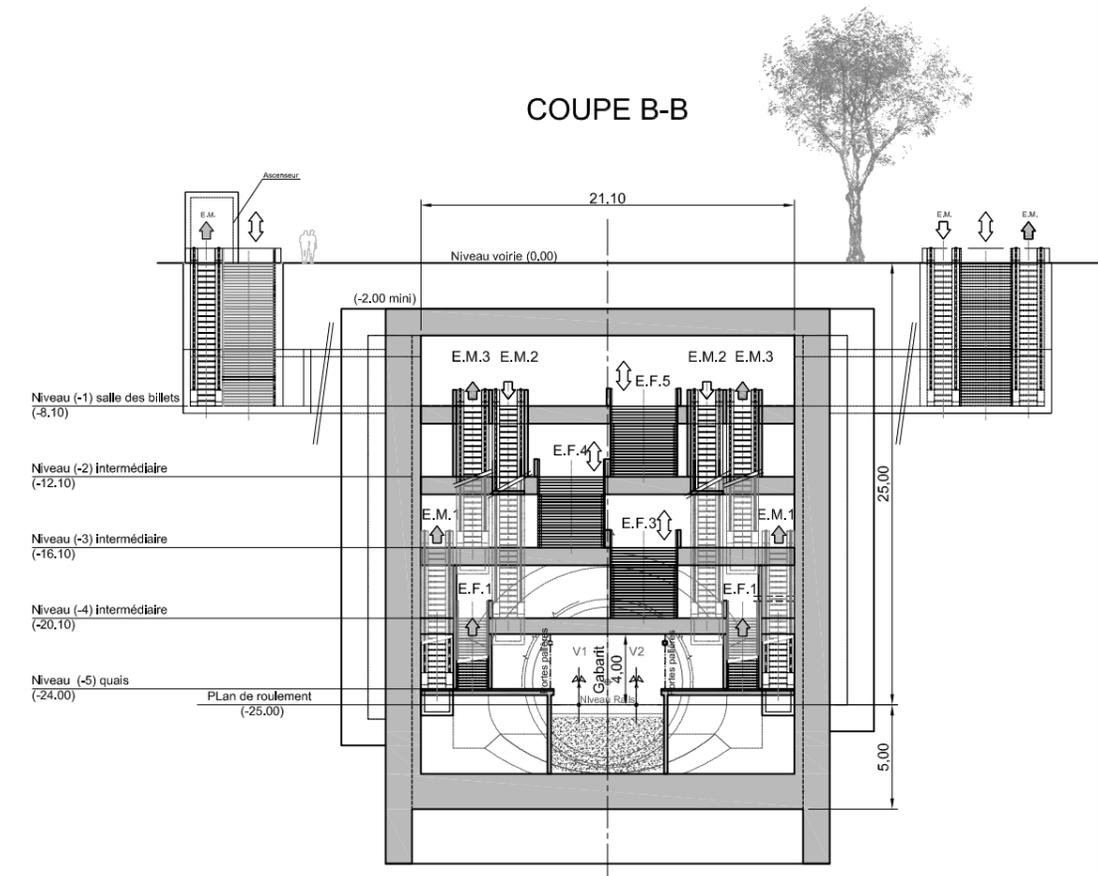
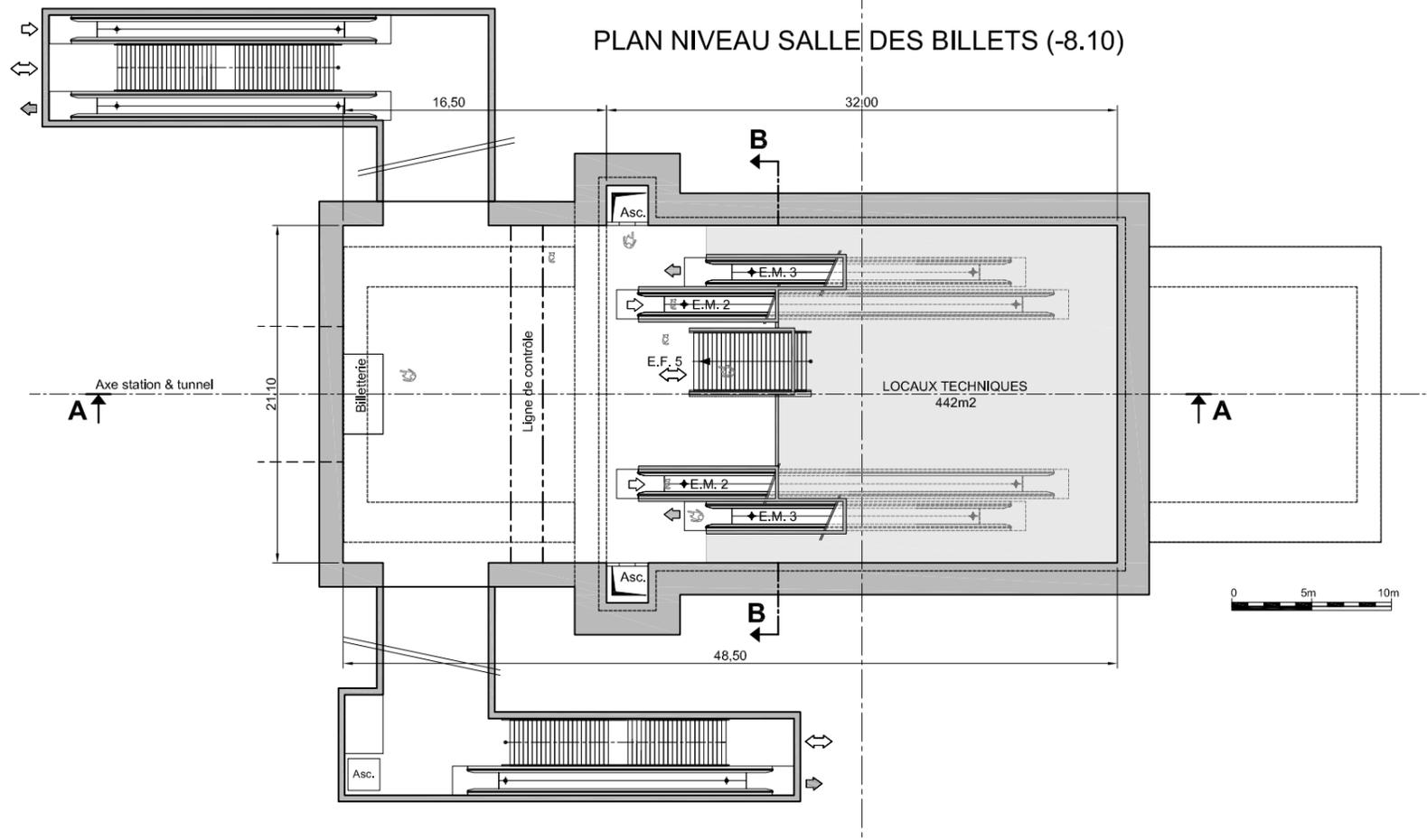


PLAN NIVEAU SALLE DES BILLETS (-8.10)



PLAN NIVEAU QUAIS (-24.00)





- ↔ Entrants / Sortants
- ➡ Sortants
- ⬅ Entrants

5.2 DESCRIPTIF SOMMAIRE DES TRAVAUX

Cette solution nécessite de minimiser les emprises nécessaires pour la réalisation de la station. Dans un premier temps, seul un puits d'accès est réalisé, la station est ensuite réalisée en souterrain depuis ce puits.

En effet, les quais mesurent plus de 60m de longueur mais le puits d'accès (en phase travaux qui permettra ensuite d'y incorporer l'ensemble des fonctionnalités de la station) peut se limiter à environ 32m de longueur.

Comme pour la station réalisée à ciel ouvert, cette méthode de travail impose de libérer au préalable les emprises au sol (démolition des éventuels bâtiments existants, déviation de la voirie routière, etc.) et en sous sol (réseaux concessionnaires) au droit du puits. La taille du puits est cependant beaucoup plus faible que l'emprise de la station.

Les travaux sont réalisés en plusieurs phases :

- Phase 1 : réalisation des murs de soutènement du puits d'accès (méthode selon géologie) ;
- Phase 2 : excavation de ce puits en taube ;
- Phase 3 : travaux en souterrain du reste de la station ;
- Phase 4 : réalisation du gros œuvre des différents niveaux et des sorties ;
- Phase 5 : équipements et finitions.

Avantages :

- Foncier nécessaire moins important ;
- Impacte et nuisance en surface moindre ;

Inconvénients :

- Technique plus sensible aux aléas ;
- Durée et coût des travaux plus importants ;

5.3 DELAIS DE REALISATION

Les délais de réalisation sont estimés, une fois que les emprises ont été libérées, entre 24 et 36 mois avant passage du tunnelier en station et de 6 à 12 mois après passage du tunnelier. Ce délai varie en fonction de la profondeur et de la nature des terrains.

Un délai supplémentaire de 15 mois doit être pris en compte pour l'équipement de la station.

5.4 ESTIMATION SOMMAIRE

La mise en œuvre de cette station type est estimée entre 25 et 35 M€ hors équipements liés au système de transport et hors acquisitions foncières, frais de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre.

6. ANIMATIONS 3D

Les stations type présentées dans le présent rapport ont été montées en 3 dimensions. Des animations ont été réalisées et sont transmises sur le CD-rom joint.

7. ANNEXE (CALCULS D'EVACUATION)

7.1 EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION A FAIBLE PROFONDEUR

7.1.1 *Hypothèse*

Normalement l'effectif théorique du public à évacuer dans la station est déclaré par le maître d'ouvrage. Cette donnée permet de calculer le temps nécessaire pour évacuer les personnes présentes dans la station et celle issues des rames de métro. L'effectif des personnes présentes dans la station n'étant pas disponible pour le moment, nous avons calculé le temps nécessaire à l'évacuation de 2 rames présentes en station.

Les hypothèses à prendre en compte :

- L'effectif pris en compte (présence en simultané) : 2 rames pleines présentes à quai soit $2 \times 450 \text{ voy} = 900 \text{ voyageurs}$.

Les dégagements pris en compte pour le calcul de la durée d'évacuation sont :

- Au niveau de chaque quai (niveau -3)
 - 2 escaliers fixes ;
 - 1 escalier mécanique à l'arrêt ;
- Au niveau mezzanine (niveau -2)
 - 2 escaliers fixes ;
 - 1 escalier mécanique à l'arrêt (l'autre n'étant pas pris en compte dans le calcul d'évacuation de la station).

Le temps total de mise en sécurité prend en compte l'accès des voyageurs à une zone hors sinistre (TP : temps de parcours), le temps d'attente pour que la circulation se désengorge (TA : temps d'attente) et le temps de montée (TM : temps de montée) avant d'être considérés comme protégés dans une zone « hors sinistre ».

7.1.2 *Temps de parcours : TP*

- Au niveau du quai
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui se trouve à mi-chemin de la plus grande distance entre deux sorties de secours, soit dans le cas présent à mi-chemin des 30m qui séparent le pied des deux escaliers fixes.
 - Distance à parcourir : 15 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours TP1 : **11s**
- Au niveau mezzanine
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui se trouve le plus éloigné de l'escalier (fixe ou mécanique) menant au niveau mezzanine
 - Distance à parcourir : 13 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours TP2 : **10s**

- Au niveau salle des billets
 - Depuis l'escalier mécanique venant du quai
 - Distance à parcourir : 60 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours TP3 : **43s**
 - Depuis l'escalier mécanique venant de la mezzanine
 - Distance à parcourir : 45 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours TP4 : **32s**

Temps de parcours total :

- Via la mezzanine : $TP1+TP2+TP4 = 11+10+32 = 53$ secondes
- Sans passer par la mezzanine : $TP1+TP3 = 11+43 =$ **54 secondes**

7.1.3 Temps d'attente : TA

Dégagement du quai vers le niveau mezzanine :

- 2 escaliers fixes sur chacun des quais de 1,80m de largeur
 - distance linéaire : 2x1,80=3,20m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voyageurs/minute/mètre de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn par quai**

Dégagement de la Mezzanine vers la salle des billets

- 2 escaliers fixes de 3,20m de largeur
 - distance linéaire : 6,40m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voyageurs/minute/mètre de largeur
 - débit escaliers fixes : 384 v/mn
- 1 seul escalier mécanique (sur les 2 existants) de 1,00m à l'arrêt¹
 - distance linéaire : 1,00m
 - débit escaliers mécanique à l'arrêt à la montée : 50 voy/mn/u
 - débit escaliers fixes : 50 v/mn
- Total débit sorties : **434 v/mn**

Le débit au niveau mezzanine est supérieur au débit des escaliers fixes des 2 quais \Rightarrow pas de blocage.

Dégagement du quai vers la salle des billets (par quai)

- 1 escalier mécanique de 1,00m à l'arrêt sur chacun des quais
 - unité : 1 u
 - débit escaliers mécanique à l'arrêt à la montée : 50 voy/mn/u
 - débit escaliers fixes : **50 v/mn**
- Total débit sortie par quai : $216+50 = 266$ v/mn
- Total voyageurs à évacuer : 450 voyageurs
- Total temps d'attente TA1 : **1 minute 42 secondes**

¹ Sur les deux escaliers mécaniques, on considère que l'un des deux peut être en entretien (donc non utilisable) et que l'autre est à l'arrêt (considéré comme un escalier « fixe » mais avec un débit moindre du fait de la hauteur des marches).

7.1.4 *Temps de montée : TM*

Du quai vers la salle des billets :

- Distance verticale : 8,64 m
- Distance horizontale : 14,965m (angle de 30°)
- Vitesse escalier : 0,60 m/s
- Temps de montée : **25 secondes**

De la salle des billets vers la voirie :

- Distance verticale : 7,10 m
- Distance horizontale : 12,30m (angle de 30°)
- Vitesse escalier : 0,60 m/s
- Temps de montée : **20 secondes**

Total temps de montée TM : 25+20 = 45s

7.1.5 *Temps total de mise hors sinistre*

TP+TA+TM = 54s + 1 mn 42 s + 45 s = **3 minutes et 21 seconde**.²

👉 OK

L'aménagement pris en compte permet d'évacuer 900 personnes issues des rames du métro en environ 3 minutes. La station a donc une bonne capacité en usagers présents dans la station au moment de l'évacuation.

² On considère que le temps de passage de la ligne de contrôle est inférieur ou égal aux temps d'attente sur le quai, la mezzanine ou salle des billets.

7.2 EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION SOUTERRAINE

Les hypothèses à prendre en compte :

- L'effectif pris en compte (présence en simultané) : 2 rames présentes à quai soit 2 x 450 voy = 900 voyageurs.

Les issues de secours sont constituées de :

- Au niveau de chaque quai (niveau -5)
 - 2 escaliers fixes de 1,80m de largeur vers le niveau -4 ;
 - 1 escalier mécanique vers le niveau -3 ;
- Au niveau -4 (-20,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers le niveau -3 ;
- Au niveau -3 (-16,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers le niveau -2 ;
 - 1 escalier mécanique vers la salle des billets (-1) ;
- Au niveau -2 (-12,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers la salle des billets ;

Le temps total de mise en sécurité prend en compte l'accès des voyageurs à une zone hors sinistre (TP : temps de parcours), le temps d'attente pour que la circulation se désengorge (TA : temps d'attente) et le temps de montée de l'escalier (TM : temps de montée) avant d'être considérés comme protégés dans une zone « hors sinistre ».

Dans ce chapitre, on considère que les escaliers mécaniques ne sont pas en maintenance et qu'ils sont donc utilisables comme sortie de secours. Ils sont cependant considérés à l'arrêt.

7.2.1 Temps de parcours : TP

- Au niveau du quai (-5)

Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui se trouve à mi-chemin de la plus grande distance entre deux sorties de secours, soit dans le cas présent à mi-chemin des 26,60m qui séparent l'escalier fixe n°2 à l'extrémité de la station.

 - Distance à parcourir : 13,4 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **10s**
- Au niveau -4

Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°2 et rejoint l'escalier fixe n°3

 - Distance à parcourir : 25 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **18s**
- Au niveau -3

On suppose que les personnes qui évacuent la station par l'escalier mécanique n°1 continuent par l'escalier mécanique n°3. Le calcul est effectué pour le voyageur venant de l'escalier fixe n°3 et utilise ensuite l'escalier fixe n°4.

 - Distance à parcourir : 7 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s

- Temps de parcours : **5s**
- Au niveau -2
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°4 et rejoint l'escalier fixe n°5.
 - Distance à parcourir : 7 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **5s**
- Au niveau salle des billets (-1)
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°5 et rejoint la sortie la plus éloignée.
 - Distance à parcourir : 55 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **40s**

Temps de parcours total :

- Via la mezzanine : $10+18+5+5+40 = 78 \text{ s} = \underline{\underline{1 \text{ minute } 18 \text{ secondes}}}$

7.2.2 Temps d'attente : TA

Par quai :

Dégagement du quai (niveau -5) vers le niveau -4 :

- 2 escaliers fixes sur chacun des quais de 1,80m de largeur
 - distance linéaire : $2 \times 1,80 = 3,60\text{m}$
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voyageurs/minute/mètre de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn par quai**

Dégagement du quai (niveau -5) vers le niveau -3 :

- 1 escalier mécanique de 1,00m à l'arrêt sur chacun des quais
 - débit escalier mécanique à l'arrêt à la montée : 50 voy/mn/u
 - débit escalier mécanique : **50 v/mn par quai**

Pour l'ensemble de la station :

Dégagement du niveau -4 vers le niveau -3 :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,60m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Dégagement du niveau -3 vers le niveau -2 :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,60m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Le débit entre ces deux niveaux est identique à celui du niveau inférieur \Rightarrow pas de blocage.

Dégagement du niveau -3 vers la salle des billets (niveau -1) :

- 2 escaliers mécaniques de 1,00m à l'arrêt
 - unité : 2 u
 - débit escaliers mécanique à l'arrêt à la montée : 50 voy/mn/u
 - débit escaliers fixes : **100 v/mn**

Le débit entre ces deux niveaux est identique à celui du niveau inférieur ⇒ pas de blocage.

Dégagement du niveau -2 vers la salle des billets (niveau -1) :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,60m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Le débit entre ces deux niveaux est identique à celui du niveau inférieur ⇒ pas de blocage.

Par quai

- Total débit sortie quai : 266 v/mn
- Total voyageurs à évacuer : 450 voyageurs
- Total temps d'attente TA1 : **1 minute 41 secondes**

Tableau récapitulatif

De	Vers	Escaliers fixes	Escaliers mécaniques	Personnes	Temps d'attente
Quai (-5)	Niveau int. -4 ou -3	216	50	450	1' 41''
Niveau int. -4	Niveau int. -3	216	-	363*	1' 41''
Niveau int. -3	Niveau int. -2	216	100	-	-
Niveau int. -2	Salle billet (-1)	216	-	-	-
				TA =	3' 22''

* $2 \times 216 = 432$ voyageurs par minute arrivent des 2 quais. Le niveau -4 ne peut évacuer par l'escalier fixe que 216 voyageurs par minute d'où, au bout des 1' 41'' du temps d'attente TA1, un nombre de voyageurs en attente sur le niveau -4 de $(432 - 216) \times 1,68 = 363$ personnes

7.2.3 Temps de montée : TM

- Distance linéaire : 27,71 m
- Vitesse escalier : 0,60 m/s
- Temps de montée : **46 secondes**

7.2.4 Temps total de mise hors sinistre

TP+TA+TM = 1 mn 18 + 3 mn 22 s + 46s = **5 minutes et 6 secondes.**

☞ OK

L'aménagement pris en compte permet d'évacuer 900 personnes issues des rames du métro en un peu plus de 5 minutes. La station a donc une bonne capacité en usagers présents dans la station au moment de l'évacuation.

7.3 EVACUATION DES PASSAGERS D'UNE STATION SOUTERRAINE (VARIANTE)

Dans ce chapitre, on considère que les escaliers mécaniques sont en maintenance et qu'ils ne sont donc pas utilisables comme sortie de secours (escaliers mécaniques EM1 et EM3 sur le plan).

Les hypothèses à prendre en compte :

- L'effectif pris en compte (présence en simultané) : 2 rames présentes à quai soit 2 x 450 voy = 900 voyageurs.

Les issues de secours sont constituées de :

- Au niveau de chaque quai (-5)
 - 2 escaliers fixes de 1,80m de largeur vers le niveau -4 ;
- Au niveau -4 (-20,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers le niveau -3 ;
- Au niveau -3 (-16,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers le niveau -2 ;
- Au niveau intermédiaire -2 (-12,10m)
 - 1 escalier fixe de 3,60m de largeur vers la salle des billets (-1) ;

Le temps total de mise en sécurité prend en compte l'accès des voyageurs à une zone hors sinistre (TP : temps de parcours), le temps d'attente pour que la circulation se désengorge (TA : temps d'attente) et le temps de montée de l'escalier (TM : temps de montée) avant d'être considérés comme protégés dans une zone « hors sinistre ».

7.3.1 Temps de parcours : TP

- Au niveau du quai
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui se trouve à mi-chemin de la plus grande distance entre deux sorties de secours, soit dans le cas présent à mi-chemin des 26,60m qui séparent l'escalier fixe n°2 à l'extrémité de la station.
 - Distance à parcourir : 13,4 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **10s**
- Au niveau -4
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°2 et rejoint l'escalier fixe n°3
 - Distance à parcourir : 25 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **18s**
- Au niveau -3
Le calcul est effectué pour le voyageur venant de l'escalier fixe n°3 et utilise ensuite l'escalier fixe n°4.
 - Distance à parcourir : 7 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **5s**
- Au niveau -2
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°4 et rejoint l'escalier fixe n°5.

- Distance à parcourir : 7 m
- Vitesse en palier : 1,40 m/s
- Temps de parcours : **5s**
- Au niveau salle des billets (-1)
Le calcul est effectué pour le voyageur le moins favorablement placé, à savoir celui qui provient de l'escalier fixe n°5 et rejoint la sortie la plus éloignée.
 - Distance à parcourir : 55 m
 - Vitesse en palier : 1,40 m/s
 - Temps de parcours : **40s**

Temps de parcours total :

- Via la mezzanine : $10+18+5+5+40 = 78 \text{ s} = 1 \text{ minute } 18 \text{ secondes}$

7.3.2 Temps d'attente : TA

Par quai :

Dégagement du quai vers le niveau -4 :

- 2 escaliers fixes sur chacun des quais de 1,80m de largeur
 - distance linéaire : 3,60m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voyageurs/minute/mètre de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Dégagement du quai vers le niveau -3 :

- 1 escalier mécanique sur chacun des quais
 - **aucun débit. Considéré comme inutilisable (maintenance)**

Pour l'ensemble de la station :

Dégagement du niveau -4 vers le niveau -3 :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,60m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Dégagement du niveau -3 vers le niveau -2 :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,6m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Le débit entre ces deux niveaux est identique à celui du niveau inférieur \Rightarrow pas de blocage.

Dégagement du niveau -2 vers la salle des billets (-1) :

- escaliers mécaniques
 - **aucun débit. Considéré comme inutilisable (maintenance)**

Dégagement du niveau -2 vers la salle des billets (-1) :

- 1 escalier fixe de 3,60m de largeur
 - distance linéaire : 3,6m
 - débit escaliers fixes à la montée : 60 voy/mn/m de largeur
 - débit escaliers fixes : **216 v/mn**

Le débit entre ces deux niveaux est identique à celui du niveau inférieur ⇒ pas de blocage.

- Total débit sortie quai : 216 v/mn
- Total personnes à évacuer : 450 personnes
- Total temps d'attente TA1 : **2 minute et 5 secondes**

Tableau récapitulatif

De	Vers	Escaliers fixes	Escaliers mécaniques	Personnes	Temps d'attente
Quai	Niveau int. 3	216	-	450	2' 05"
Niveau int. 3	Niveau int. 2	216	-	450	2' 05"
Niveau int. 2	Niveau int. 1	216	-	-	-
Niveau int. 1	Salle billet	216	-	-	-
				TA =	4' 10"

* $2 \times 216 = 432$ voyageurs par minute arrivent des 2 quais. Le niveau -4 ne peut évacuer par l'escalier fixe que 216 voyageurs par minute d'où, au bout des 2' 05" du temps d'attente TA1, un nombre de voyageurs en attente sur le niveau -4 de $(432 - 216) \times 2,08 = 450$ personnes.

7.3.3 Temps de montée : TM

- Distance linéaire : 27,71 m
- Vitesse escalier : 0,60 m/s
- Temps de montée : **46 secondes**

7.3.4 Temps total de mise hors sinistre

TP+TA+TM = 1 mn 18s + 4 mn 10s + 46s = **6 minutes et 14 secondes.**

↩ OK