

Service cantonal des transports

Ligne ferroviaire TransN n°222 La Chaux-de-Fonds – Les Ponts-de-Martel

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux- de-Fonds

Rapport technique d'avant-projet

155228 / doc n°151 | Version 2 | 26.01.2024

Index des révisions

Version	Date	Révisions
0	17.01.2023	Version initiale
1	20.11.2023	Description et comparaison de la variante n°1b (ascenseurs avec palier intermédiaire) Consolidation du rapport en fin de phase AVP intégrant la documentation des demandes et décisions des CoTec et CoPil de l'année 2023
2	26.01.2024	Mise à jour du rapport selon les remarques MO

Impressum

Collaborateur(s) ayant participé à l'étude :

- D. JOAN, responsable de projet, auteur du rapport
- R. PEREIRA, ingénieur de projet

Table des matières

1.	Introduction.....	6
1.1.	Contexte et objectifs généraux.....	6
1.2.	Objectifs spécifiques de la phase d'avant-projet	7
1.3.	Intégration des partenaires aux études d'avant-projet.....	8
1.4.	Examen préalable des CFF	8
2.	Conditions cadre de l'étude préliminaire	9
2.1.	Prise en compte des projets connexes	9
2.2.	Conditions-cadres techniques.....	9
2.2.1.	Tracé de référence	9
2.2.2.	Exigences spécifiques pour la variante n°1b (ascenseur)	10
2.2.3.	Exigences spécifiques pour la variante n°3 (passage inférieur)	10
2.2.4.	Synergie avec les routes cantonales pour la gestion des eaux du ruissellement	11
3.	Descriptif fonctionnel succinct.....	12
3.1.	Aménagements indépendants des variantes	12
3.2.	Particularités de la variante n°1b (ascenseur).....	12
3.3.	Particularités de la variante n°3 (passage inférieur) :.....	12
4.	Descriptif détaillé des installations projetées	13
4.1.	Halte Malakoff.....	13
4.1.1.	Documents de référence.....	13
4.1.2.	Exigences en matière d'accessibilité.....	13
4.1.3.	Description du quai, accès et équipement	13
4.1.4.	Accès externes (de/vers la halte).....	14
4.1.5.	Preuve de la sécurité	15
4.1.6.	Autres équipements multimodaux.....	15
4.2.	Passage inférieur.....	16
4.2.1.	Documents de référence.....	16
4.2.2.	Dimensions principales de l'ouvrage.....	16
4.3.	Voie ferrée	16
4.3.1.	Tracé ferroviaire	16
4.3.2.	Infrastructure et superstructure ferroviaire	16
4.4.	Drainage et évacuation des eaux.....	17
4.5.	Installations de ligne de contact.....	17
4.6.	Installations de retour de courant de traction et de mise à la terre	18
4.7.	Installations de basse-tension.....	18
4.8.	Installations de sécurité	19

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222
Rapport technique d'avant-projet

4.8.1.	Projet connexe – déploiement IS sur la ligne 222	19
5.	Planning et phases de travaux	20
5.1.	Planification intentionnelle des études et travaux.....	20
5.2.	Phases de travaux.....	20
5.2.1.	Variante n°1b - ascenseur	20
5.2.2.	Variante n°3 – passage inférieur.....	21
5.3.	Justification de la méthode de réalisation recommandée pour la construction du nouveau passage inférieur et des ouvrages adjacents	21
6.	Contexte géotechnique et pollution des sols	22
6.1.	Rapport géotechnique	22
6.2.	Pollution des sols.....	22
7.	Acquisition de terrain et de droits	23
7.1.	Documents de référence.....	23
7.2.	Emprises principales du projet.....	23
7.2.1.	Variante n°1b (ascenseur)	23
7.2.2.	Variante n°3 (passage inférieur)	23
8.	Coûts du projet	24
8.1.	Coût de la variante n°1b	24
8.1.1.	Devis général.....	24
8.1.2.	Comparaison des coûts de l'étude préliminaire et d'avant-projet	24
8.1.3.	Points ouverts et pistes d'amélioration.....	25
8.1.4.	Réalisation différée du passage inférieur (2 ^{ème} étape).....	25
8.1.5.	Répartition du financement	26
8.2.	Coût de la variante n°3	26
8.2.1.	Devis général.....	26
8.2.2.	Comparaison des coûts de l'étude préliminaire et d'avant-projet	27
8.2.3.	Surcoûts de la variante avec une rampe à 6%.....	27
8.2.4.	Points ouverts et pistes d'amélioration.....	27
8.2.5.	Répartition du financement	28
9.	Analyse des risques spécifiques du projet.....	29
10.	Points importants à traiter avant le dépôt du dossier en procédure PAP	30
	Annexes au rapport d'avant-projet	31

Liste des figures

Fig. 1 – Localisation de la future halte Malakoff	6
Fig. 2 – Esquisse de la variante rampe à 10% en comparaison de la variante à 6%	11
Fig. 3 – Cabine d'ascenseur type – vue en plan (extrait documentation technique Schindler)	14
Fig. 4 – Répartition du financement variante n°1b « Ascenseur » avec palier intermédiaire .	26
Fig. 5 – Répartition du financement variante n°3 « passage inférieur » (rampe à 10%)	28

1. Introduction

1.1. Contexte et objectifs généraux

La future halte Malakoff se situe au sud-est de la Ville de La Chaux-de-Fonds à proximité des quartiers de l'Orée-du-Bois et du Cerisier. Elle a vocation à être desservie par la ligne ferroviaire TransN à voie métrique n°222 reliant La Chaux-de-Fonds aux Ponts-de-Martel par la vallée de la Sagne.



Fig. 1 – Localisation de la future halte Malakoff

Cette halte répond à plusieurs enjeux d'importance relatifs à la stratégie de mobilité à l'échelle non seulement urbaine en ville de La Chaux-de-Fonds mais également cantonale :

- Assurer un développement harmonieux entre l'urbanisation et mobilité, puisqu'elle concerne un secteur à potentiel de développement élevé de la Ville de La Chaux-de-Fonds, tant sur le plan de l'habitat que de l'emploi, avec notamment l'arrivée à relativement court terme de l'entreprise Viteos et des réserves de développement importantes à plus long terme.
- Contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques du Canton, grâce aux perspectives de report modal escompté.
- Concrétiser une des mesures du pilier « RER » de la stratégie Mobilité 2030 du Canton de Neuchâtel, largement approuvée (à plus de 84%) par la population en février 2016
- Contribuer à la pérennité de la ligne ferroviaire n°222 La Chaux-de-Fonds – La Sagne – Les Ponts-de-Martel et des investissements consentis pour le renouvellement du matériel roulant et la modernisation des installations d'accueil des voyageurs, dans la mesure où la réalisation de la halte permet d'agir favorablement sur le taux de couverture de cette ligne actuellement proche du seuil critique selon les critères de la Confédération pour la participation à la commande et au financement du transport régional de voyageurs (TRV).

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222 Rapport technique d'avant-projet

En ce sens, la réalisation de cette future halte s'inscrit parfaitement dans une logique d'amélioration de la couverture territoire cantonal par des moyens de transports publics structurants et non soumis aux aléas de la circulation routière.

À la suite du dépôt de la PAP permettant le renouvellement et la mise en conformité LHand de la halte du Reymond sur la ligne 222, un transfert de financement a été proposé à l'OFT pour permettre la réalisation d'une nouvelle halte au lieu-dit de Malakoff. L'OFT a validé le principe d'échange de projets et de financement via la CP21-24 selon son courrier du 15.02.2021. La halte du Reymond sera donc abandonnée. Le financement est néanmoins en option dans la CP21-24. Au terme de la phase d'étude préliminaire réalisée entre 2021 et 2022, la faisabilité et la pertinence de la nouvelle halte de Malakoff ont pu être démontrées.

Deux variantes de l'étude préliminaire ont développées dans le cadre du présent avant-projet :

- La variante n°1b, consistant en un accès à la halte depuis le trottoir longeant le Sud de la rue de l'Hôtel-de-Ville, avec mise en place d'ascenseur(s) pour la mobilité réduite. Cette variante a été optimisée de manière à permettre la réalisation différée d'un passage inférieur analogue à celui de la variante n°3.
- La variante n°3, consistant en un accès à la halte depuis la rue de l'Orée-du-Bois, par le biais d'un nouveau passage inférieur de mobilité douce au Sud du passage supérieur de Malakoff, avec mise en place d'une rampe pour la mobilité réduite. Cette variante a été optimisée de manière à favoriser une disposition compacte de la rampe d'accès (positionnement à l'arrière du quai).

L'objectif porte sur un démarrage des travaux courant 2026, pour et une mise en service à fin 2026, sous réserve d'obtention des crédits d'étude et de réalisation ainsi que de l'octroi des autorisations ad hoc.

1.2. Objectifs spécifiques de la phase d'avant-projet

Les objectifs généraux de la phase d'avant-projet sont les suivants :

- Bénéficier d'un cadrage consolidé des coûts prévisionnels du projet (études, réalisation, frais) et des mesures organisationnelles qui en découlent
- Poser les jalons nécessaires à la bonne planification des interruptions d'exploitation induites sur le réseau ferroviaire pendant la phase de réalisation.

Les objectifs techniques spécifiques en termes de coordination aux interfaces sont décrits comme suit :

- Coordination de l'interface avec le projet CFF de la nouvelle ligne directe entre Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds, notamment concernant :
 - la nécessité d'intégrer une possibilité de ripage ultérieur de la voie TransN (impact sur la position des installations fixes, telles que rampes d'accès au futur quai Malakoff, longueur du passage inférieur de mobilité douce, etc.).
 - les contraintes réciproques pour la réalisation du passage inférieur de mobilité douce, tant en phase de chantier (méthode de réalisation, impact sur

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222 Rapport technique d'avant-projet

l'exploitation ferroviaire) qu'en phase d'exploitation (position de la dalle, situation par rapport au profil en long de la future liaison directe NE – LCdF).

- Poursuite de la coordination avec l'exploitant TransN, en particulier en ce qui concerne les vérifications et le choix du concept horaire, en tenant compte des interfaces avec l'installation de sécurité qui doit équiper la ligne à futur.

1.3. Intégration des partenaires aux études d'avant-projet

La Ville de La Chaux-de-Fonds et les TransN ont été associés tout au long du développement des études d'avant-projet via les Comités techniques (CoTec) et les Comités de pilotage (CoPil),

1.4. Examen préalable des CFF

Les CFF ont été consultés en début d'année 2023 sur la base du dossier d'avant-projet version 0 correspondant au développement de la variante n°3 (pour rappel, réalisation d'un PI concomitamment à la réalisation de la halte, pour une mise en service simultanée), muni des pièces suivantes :

- le présent rapport technique (doc. n°151) dans sa version initiale du 17.01.2023 avec ses annexes ;
- les plans généraux (doc. n°101 à 105) ;
- les pièces relatives au PI (doc n°152 à 154) à savoir la convention d'utilisation, la base de projet, et la note de calcul (prédimensionnement).

Dans ce cadre l'examen préalable a permis dans un premier temps de procéder à l'examen et à la validation de principe par les CFF de la méthodologie de réalisation recommandée pour la variante n°3, puis de valider dans un second temps le cadrage financier pour les moyens de substitution à mettre en œuvre lors d'interruption d'exploitation de la ligne CFF sur 16 jours.

2. Conditions cadre de l'étude préliminaire

2.1. Prise en compte des projets connexes

Les projets connexes suivants sont pris en considération pour l'étude préliminaire :

- TransN :
 - Suppression de la halte du Reymond (2025)
 - Élaboration des concepts d'offre et d'exploitation pour l'horaire 23-24.
- Canton de Neuchâtel :
 - Reconstruction du PI routier de Malakoff (réalisé en 2021)
 - Contournement routier H18 (mise en service ~2028)
 - Futur projet connexe du centre cantonal d'entretien des routes des montagnes (CERM)
- Ville de La Chaux-de-Fonds :
 - Développement du quartier de l'Orée du Bois (nouveau siège VITEOS, plan de mobilité, aménagements routiers).

2.2. Conditions-cadres techniques

2.2.1. Tracé de référence

- Pour l'avant-projet, le tracé de référence des voies CFF et TransN correspond au tracé actuel (= état de référence après mise en service du PS Malakoff en 2021), indépendamment de ripages éventuels qui seraient déterminés par l'étude de projet connexe en cours pour la future liaison directe Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds.

Remarque : lors des échanges préalables avec la CFF dans le courant de l'été 2022, il a été convenu à titre conservatoire (eu égard des études d'avant-projet en cours pour le futur tracé direct Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds) que l'implantation du futur quai de la halte de Malakoff puisse supporter un ripage de la voie TransN de quelques dizaines de centimètres vers le sud sans remise en cause de la position des ouvrages d'accès au futur quai, et donc sans incidence sur les emprises. Le projet AVP prévoit ainsi une marge d'environ 60 centimètres.

⇒ *Le cas échéant, la position effective souhaitée de la voie TransN pour les besoins du projet CFF devra être figée au démarrage de la phase d'étude ultérieure du projet de la halte Malakoff (= projet d'ouvrage / PAP) afin de permettre le développement d'un projet de détail stable et pérenne. Il conviendra en effet de prévenir par tous les moyens le risque de devoir déposer et reconstruire le futur nez de quai quelques années après sa possible mise en service.*

Les frais induits par une éventuelle modification anticipée du tracé de la voie TransN pour les besoins du projet CFF de liaison directe Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds ne rentrent pas en compte dans le calcul des coûts du projet de la halte Malakoff.

L'auteur de l'avant-projet a pris en compte cette contrainte en proposant une réserve de gabarit à l'arrière du quai projeté pour le positionnement des rampes et escalier d'accès au quai. Cette réserve de gabarit tient compte du point fixe constitué par le PS ferroviaire de Malakoff, où il est admis que le tracé de la voie TransN ne pourra pas être déplacé.

2.2.2. Exigences spécifiques pour la variante n°1b (ascenseur)

Le CoPil du 31.03.2023 a demandé d'étudier un avant-projet de la variante n°1b qui permettrait de réaliser la nouvelle halte au plus vite compatible avec une réalisation différée du passage inférieur prévu dans la variante n°3, dans l'idée que ce dernier pourrait être plus facilement construit dans le cadre d'une interruption de la ligne CFF planifiée pour les besoins des travaux de raccordement de la future ligne directe La Chaux-de-Fonds – Neuchâtel au tracé ferroviaire existant, à l'horizon 2035.

Le CoPil du 15.08.2023 a demandé une optimisation de la variante consistant en l'ajout d'un palier intermédiaire à l'ascenseur, de manière à pouvoir renoncer à l'aménagement ultérieur d'une rampe en cas de réalisation différée du PI de la variante n°3.

L'avant-projet de la variante n°1b figuré dans le présent dossier intègre ces deux exigences.

2.2.3. Exigences spécifiques pour la variante n°3 (passage inférieur)

Compte tenu d'engagements pris par TransN vis-à-vis des associations représentant les personnes à mobilité réduite, c'est la sous-variante n°3.1 de l'étude préliminaire avec rampes d'accès de pente maximale limitée à 6% (rampe non couverte) qui a été retenue comme base pour le développement de l'avant-projet. La déclivité de 6% va au-delà du standard imposé par les directives fédérales (rampes maximales non-couvertes de 10% pour des accès voyageurs présentant des différences de hauteur supérieures à 1.50 m).

Il s'agit d'une condition-cadre technique qui avait été initialement confirmée par le mandant de l'étude d'avant-projet (Service cantonal des transports) ainsi que le futur exploitant (TransN) à l'occasion d'une séance de coordination technique avec l'auteur de projet (sd ingénierie) le 21 décembre 2022. Cette disposition devait également permettre d'améliorer la sécurité des futurs utilisateurs en période hivernale.

Toutefois, le comité technique (CoTec) a procédé ultérieurement à un réexamen de cette condition-cadre, et s'est prononcé en faveur de rampes non-couvertes de 10%. Cette

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222
Rapport technique d'avant-projet

optimisation vise à limiter le volume de déblais générés par le chantier, améliorer l'intégration du projet dans son environnement et réduire la longueur du chemin d'accès au quai sans obstacles. Elle permet de plus de réduire les coûts de réalisation, tout en respectant les normes de conception issues des directives fédérales régissant l'accès au train.

⇒ Il est important de noter que l'avant-projet de la variante n°3 figuré dans le présent dossier illustre la situation initialement prévue avec la limite de rampe à 6%. La **modification de la déclivité de la rampe d'accès à l'arrière du quai (max. 10% de pente)** n'a été esquissée que sommairement à ce stade de l'étude, et devra être intégrée comme **condition-cadre** en cas de développement futur du projet d'ouvrage (phase SIA 32) basé sur cette variante.

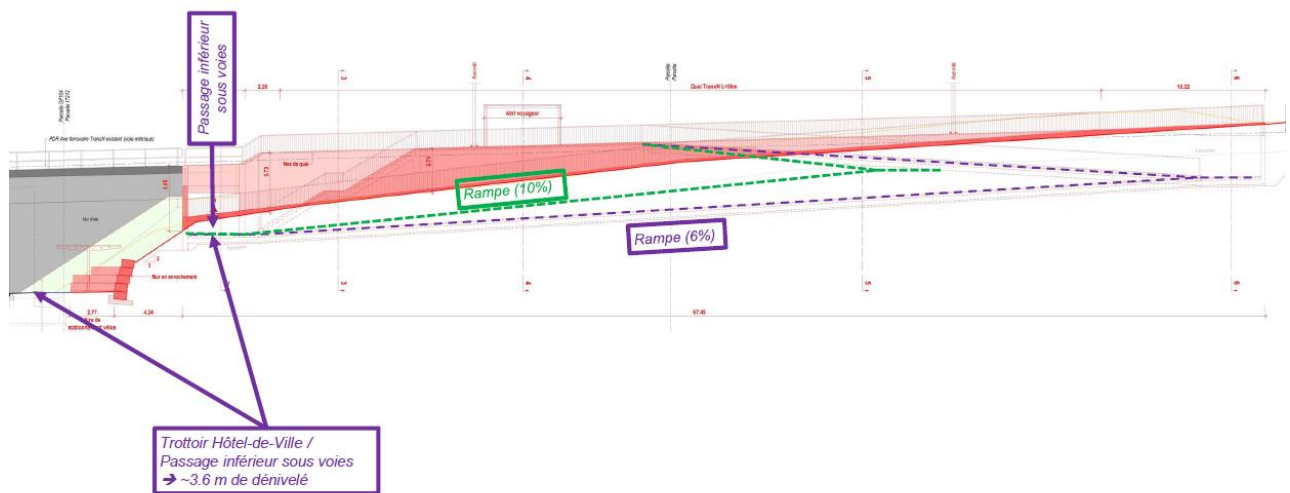


Fig. 2 – Esquisse de la variante rampe à 10% en comparaison de la variante à 6%

2.2.4. Synergie avec les routes cantonales pour la gestion des eaux du ruissellement

Dans le cadre d'une séance de pilotage technique du projet connexe du contournement est de La Chaux-de-Fonds (route principale H18), le SPCH a donné son accord de principe pour l'envoi des eaux de ruissellement des futures installations de la halte Malakoff (quai + accès) dans le nouveau collecteur cantonal réalisé sous la rue de l'Hôtel-de-Ville, sans rétention préalable, sachant que les eaux de ce collecteur transiteront à terme vers un bassin de rétention à ciel ouvert aux Grandes-Crosettes.

3. Descriptif fonctionnel succinct

3.1. Aménagements indépendants des variantes

Le projet prévoit la réalisation :

- D'un nouveau quai de longueur $L = 50$ m le long de la voie TransN 222, côté sud (c'est-à-dire le long du centre équestre). Le quai est muni d'un abri et des autres équipements ad hoc à destination de la clientèle TransN.
- D'une aire de stationnement pour les vélos à proximité de l'accès à la nouvelle halte.

3.2. Particularités de la variante n°1b (ascenseur)

- Installation d'ascenseurs afin de rendre la gare plus compacte et d'éviter la nécessité d'aménager de longues rampes en raison de la dénivellation importante entre la rue de l'Hôtel-de-Ville et le futur quai. Les ascenseurs sont connectés au quai via un nouveau chemin de liaison surélevé d'une longueur d'environ 17 m.
- Aménagement d'un palier intermédiaire pour assurer la compatibilité avec l'éventuelle construction différée d'un passage inférieur (voir variante n°3 ci-après).

3.3. Particularités de la variante n°3 (passage inférieur) :

- Réalisation passage inférieur sous les voies CFF et TransN, permettant un accès facilité, attractif, direct et de plain-pied depuis la rue de l'Orée-du-Bois, mais aussi depuis la rue de l'Hôtel-de-Ville (via l'escalier adjacent au mur d'aile nord-est du PS Malakoff, ou via la rampe d'accès existante depuis le carrefour Hôtel-de-Ville / Orée-du-Bois).
- Aménagement des voies d'accès entre les voies publiques et le nouveau quai, via le nouveau passage inférieur.

4. Descriptif détaillé des installations projetées

4.1. Halte Malakoff

4.1.1. Documents de référence

Variante n°1b

On se référera aux documents suivants :

- Plan de situation, réf. plan n° 155228/111 ;
- Profils en travers caractéristiques, réf. plan n° 155228/112 ;
- Elévation du futur quai et de son accès – Elévation E1, réf. plan n° 155228/113.

Variante n°3

On se référera aux documents suivants :

- Plan de situation, réf. plan n° 155228/101 ;
- Profils en travers caractéristiques (3-3 à 9-9), réf. plan n° 155228/103 ;
- Elévation du futur quai et de son accès – Elévation E1, réf. plan n° 155228/104 ;

4.1.2. Exigences en matière d'accessibilité

Les Dispositions d'Exécution de l'Ordonnance sur les Chemins de Fer (DE-OCF) font référence à la norme SN 521 500/SIA 500 « Constructions sans obstacles » pour le respect de la Loi sur l'égalité pour les handicapés (LHand).

Ces exigences sont pleinement respectées quelque soit la variante considérée (*cf. chapitre conditions-cadres techniques au §2.2 du présent rapport*), avec en particulier les mesures suivantes :

- Variante n°1b, accessibilité par ascenseur(s) pour la mobilité réduite
- Variante n°3 – accessibilité par rampes non-couvertes de pente maximale 10% pour la mobilité réduite

4.1.3. Description du quai, accès et équipement

Pour satisfaire aux objectifs d'accessibilité au train, le projet prévoit de munir le nouveau quai, d'une bordure de hauteur 35 cm au-dessus du plan de roulement.

Le quai extérieur présente les dimensions caractéristiques suivantes :

- Longueur totale L=50 m.
- Largeur totale minimale de 2.84 m (zone de danger comprise) sur toute la longueur, soit 2.31 m de zone sûre, avec un bord construit positionné à 1.47 m + *surlargeur [e]* de l'axe de la voie.

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222
Rapport technique d'avant-projet

L'équipement de quai intégré aux devis des variantes d'avant-projet comprend les installations analogues à celles prévues dans le cadre de la modernisation des haltes de la ligne TransN 222 (abri voyageur standard, borne d'information pour les voyageurs, installation pour demande d'arrêt, éclairage, poubelles).

Le CoTec du 18.10.2023 ayant souligné que le potentiel de la halte Malakoff est sensiblement plus élevé que celui des autres haltes de la ligne, il conviendra de bien préciser en phase ultérieure le niveau de confort visé pour l'accueil des voyageurs (abri, marquise éventuelle).

⇒ *La surface effective de l'abri voyageurs et l'adjonction éventuelle d'une marquise en plus de l'abri constituent des points ouverts à préciser lors du développement du projet d'ouvrage, indépendamment de la variante considérée.*

4.1.4. Accès externes (de/vers la halte)

Variante n°1b - ascenseur

L'accessibilité de/vers la halte s'appuie sur les éléments d'aménagement suivants :

- Minimum 1 à maximum 2 ascenseurs, dont les dimensions doivent satisfaire aux exigences de la mobilité réduite :
 - Dimensions minimales intérieures de la cabine : 1.10 x 2.10 m, avec porte de largeur de porte min. 0.80 m et de préférence 0.90 m.
 - Surface de manœuvre à chaque palier de 1.40 x 1.40 m au minimum.

A titre indicatif, les plans d'avant-projet ont été réalisés sur la base des dimensions d'un ascenseur double de type Schindler 3000 (capacité 13 personnes, sans superstructure en toiture) ou équivalent.

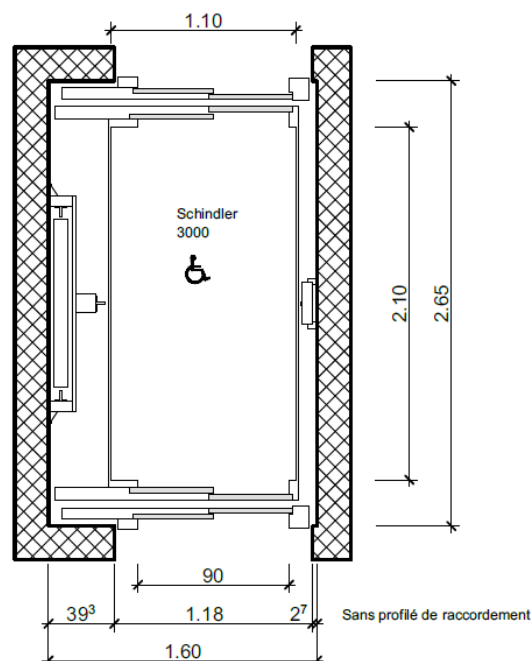


Fig. 3 – Cabine d'ascenseur type – vue en plan (extrait documentation technique Schindler)

Variante n°3 – passage inférieur

L'accessibilité de/vers la halte s'appuie sur les éléments d'aménagement suivants :

- Une rampe d'accès au quai de largeur 2.50 m et de pente longitudinale inférieure ou égale à 10%, raccordant le débouché sud du nouveau passage inférieur à l'arrière du nouveau quai.
- Une volée d'escaliers de largeur 2.00 m, avec un palier intermédiaire, permettant un accès plus direct au quai depuis le débouché sud du nouveau passage inférieur.
- Un accès remanié de largeur 2.50 m depuis le débouché nord du nouveau passage inférieur, en direction de la rue de l'Orée-du-Bois, avec une pente longitudinale de 6% (mais inférieure à 10% en tout cas).
- Un passage pour piétons avec zones d'approches conformes sur la rue de l'Orée-du-Bois permettant de rejoindre le trottoir existant depuis l'accès à la halte.
- *En option, la Ville de La Chaux-de-Fonds envisage l'aménagement complémentaire d'un escalier dans le prolongement d'un trottoir à réaliser en bordure du Sud de la rue de l'Orée-du-Bois, afin d'améliorer l'accessibilité de la future halte pour le quartier du Cerisier.*

⇒ *Cet aménagement optionnel est intégré dans le devis estimatif du projet, isolément des autres travaux. La confirmation de cet aménagement dans le cahier des charges du projet devra être confirmée au démarrage de la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP), en fonction des possibilités de financement.*

4.1.5. Preuve de la sécurité

La preuve de sécurité des voyageurs sur le quai et ses accès, établie selon les dispositions de l'UTP « Aide à la planification des installations ouvertes au public », sur la base du scénario déterminant pour l'affluence prévisionnelle de la halte en situation d'hyperpointe du trafic (elle-même basée sur l'étude de potentiel effectuée en phase d'étude préliminaire), est présentée en **annexe 01** du présent rapport. Elle se rapporte à la variante n°3 avec passage inférieur.

4.1.6. Autres équipements multimodaux

Conformément au cahier des charges du projet, un emplacement pour le stationnement des vélos est prévu dans le cadre des aménagements extérieurs, en bordure est de la rue de l'Hôtel-de-Ville au sud du PS Malakoff, c'est-à-dire en relation directe avec les itinéraires cyclables jalonnés préexistants (itinéraire national « La Suisse à Vélo ») et les futurs aménagements cyclables le long de la rue de l'Hôtel-de-Ville amorcés dès 2021 dans le cadre de la requalification partielle de l'axe routier sous le PS Malakoff.

L'emplacement, dimensionné pour le stationnement d'une dizaine de vélos, est muni d'un abri avec arceaux.

4.2. Passage inférieur

4.2.1. Documents de référence

On se référera aux documents d'avant-projet suivants :

- Plan du passage inférieur (situation et profils caractéristiques), réf. plan n°155228/102.
- Nouvelle halte ferroviaire de Malakoff - Passage inférieur – Convention d'utilisation, réf. doc. n°155228/152.
- Nouvelle halte ferroviaire de Malakoff - Passage inférieur – Base de projet, réf. doc. n°155228/153.
- Nouvelle halte ferroviaire de Malakoff - Passage inférieur – Note de calcul (prédimensionnement), réf. doc. n°155228/154.

4.2.2. Dimensions principales de l'ouvrage

Les dimensions principales de l'ouvrage à réaliser sont les suivantes. Elles sont définies conformément aux dispositions réglementaires fédérales, qui s'appuient sur les spécifications de la norme VSS 40246a « *Traversée à l'usage des piétons et des deux roues légers – Passages inférieurs* » :

Nouveau passage inférieur :

- Gabarit d'espace libre intérieur minimal : L x H = 3.20 x 2.65 m
- Longueur : 11.0 m
- Epaisseur radier : 0.35 m
- Epaisseur murs latéraux : 0.35 m
- Epaisseur dalle : variable de 0.45 à 0.41 m (pente en toit à 2%)
- Epaisseur parapets : 0.45 m

La capacité du tunnel au regard de la situation de risque D est dûment vérifiée.

4.3. Voie ferrée

4.3.1. Tracé ferroviaire

Le projet de halte ne modifie pas le tracé de la voie ferrée TransN, ni celui de la voie ferrée CFF adjacente. *Voir également condition-cadre au § 2.2.1.*

4.3.2. Infrastructure et superstructure ferroviaire

Dans le cadre de la réalisation du nouveau passage inférieur permettant l'accès au futur quai, une longueur de voie d'environ 16 mètres devra être déposée sur chacune des deux voies

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222 Rapport technique d'avant-projet

TransN respectivement CFF pour permettre d'excaver le profil nécessaire à la construction de l'ouvrage.

Le ballast et l'infrastructure de la voie seront renouvelés après remblayage du nouvel ouvrage réalisé, conformément aux dispositions des DE-OCF et du règlement R RTE 21110.

La hauteur minimale de 50 cm sous traverse par rapport à la surface de la dalle du passage inférieur (étanchéité non comprise) demandée par les CFF dans le cadre des discussions préalables (juillet 2022) est respectée. Une marge additionnelle de 9 cm est prise en compte pour autoriser un abaissement du profil en long de la voie CFF immédiatement après le PS Malakoff considéré comme un point fixe, dans le cadre d'un tracé correspondant à la future liaison directe, conformément à la demande. Le calcul de cette marge considère l'application du rayon vertical convexe minimal admissible après la culée sud du PS Malakoff, et tient également compte d'un possible déport horizontal de l'axe CFF.

Lors de la réalisation du nouveau quai TransN, le ballast en tête de traverse sera déposé sur une longueur de 50 mètres, mis en dépôt latéral, puis remis en place à l'issue des travaux de pose des nez de quai.

Avant la remise en circulation des trains, des opérations de bourrage mécanique seront effectuées à l'emplacement des panneaux de voies remis en place.

Dans le cas de la voie TransN, le bourrage et reprofilage du ballast le long du nouveau quai TransN sera effectué par la même occasion.

4.4. Drainage et évacuation des eaux

Le projet ne modifie pas les conditions de drainage et évacuation des eaux de la voie ferrée TransN, ni celui de la voie ferrée CFF adjacente.

Les nouveaux ouvrages réalisés dans le cadre du projet disposent de système de drains conformément aux recommandations de l'étude géotechnique d'avant-projet.

Les nouvelles surfaces imperméables constituées par le quai ferroviaire et ses ouvrages d'accès (rampes, passage inférieur, chemins d'accès) disposent de systèmes de récolte longitudinaux ou transversaux en surface (cunettes à grille) raccordés à un système de collecteurs dont l'exutoire se situe au sud du PS Malakoff sous la rue de l'Hôtel-de-Ville. *Voir également condition-cadre au § 2.2.4.*

4.5. Installations de ligne de contact

La réalisation du nouveau quai nécessite le déplacement de deux supports de la ligne de contact à courant continu 1'500 V alimentant la voie TransN. Ces socles, numérotés 101P et 102, se trouvent effectivement en conflit avec le dégagement minimal devant obstacle nécessaire dans la zone sûre du quai.

Les nouveaux socles de remplacement se situent aux mêmes emplacements kilométriques que les deux socles existants, en retrait d'environ 2.50 m dans le profil transversal à la voie. Les 2 supports (potences) concernés de la ligne de contact TransN devront par conséquent

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222
Rapport technique d'avant-projet

être remplacés pour tenir compte du porte-à-faux plus important. La position du fil de contact n'est en revanche pas modifiée par le projet.

La caténaire TransN devra par conséquent être déplacée des anciens vers les nouveaux supports dans le cadre des travaux réalisés hors exploitation ferroviaire et avec ligne de contact déclenchée, et ce avant remise en service du trafic ferroviaire sur la voie TransN.

4.6. Installations de retour de courant de traction et de mise à la terre

Le concept indicatif de mise à la terre suivant est proposé au stade de l'avant-projet :

- Les structures porteuses seront reliées au circuit de retour de traction TransN (CRT TransN ou « terre rail TransN »)
- Le mur d'aile du nouveau PI, adjacent au mur d'aile de la culée sud du PS Malakoff côté voie TransN sera électriquement isolé de ce dernier. En effet, les structures porteuses du PS Malakoff sont reliées au circuit de retour de traction CFF (CRT TransN ou « terre rail CFF »).
- Les nouveaux garde-corps à proximité du PS Malakoff (culée sud, côté voie TransN), seront isolés électriquement pour éviter un risque de contact simultané entre le CRT CFF et le CRT TransN). En effet, les gardes-corps du PS Malakoff sont reliées au circuit de retour de traction CFF (CRT TransN ou « terre rail CFF »).
- Afin de protéger les armatures contre la corrosion due aux courants vagabonds, des barres collectrices longitudinales et transversales seront mises en place dans les différents ouvrages.

⇒ *Le concept consolidé de mise à la terre sera à établir dans le cadre de la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP).*

4.7. Installations de basse-tension

Une alimentation électrique sera déployée depuis l'accès adjacent à la rue de l'Orée-du-Bois jusqu'au nouveau quai, le long de son chemin d'accès, afin d'alimenter les nouvelles installations en éclairage ainsi qu'en courant faible (distributeur automatique de titres de transports, système d'information aux voyageurs).

4.8. Installations de sécurité

4.8.1. Projet connexe – déploiement IS sur la ligne 222

On notera que la ligne 222 fait l'objet d'un programme de déploiement des installations de sécurité durant les prochaines années. Dans ce cadre, un nouveau satellite doit être réalisé à proximité de la halte du Reymond (COBA/CDF). Cette position est indicative. Elle vise à se trouver à distance de max. 3'000 de l'AV108 de la gare de La Chaux-de-Fonds (+/- km 0.000) et de la halte de la Corbatière (km 4.996) qui doit être munie à terme de signaux de gare (horizon 2025).

Par ailleurs, des réflexions préliminaires sont en cours pour déterminer les potentiels de relèvement des vitesses entre La Chaux-de-Fonds et La Sagne dans l'optique de permettre un cadencement à la demi-heure entre ces deux gares.

Concernant la future halte Malakoff, son équipement avec des signaux de gare a été identifié dans le cadre de l'étude préliminaire comme pertinent dans l'hypothèse d'une exploitation sous forme de navette à la demi-heure entre La Chaux-de-Fonds et Malakoff en complément de la trame horaire actuelle, mais elle ne fait pas partie du présent projet et ne constitue pas une condition *sine qua non* à la réalisation et l'exploitation de la halte à futur.

⇒ *Les mesures de génie civil à intégrer au projet de la halte pour les besoins du projet connexe de déploiement des installations de sécurité de la ligne 222 seront à détailler en phase ultérieure (projet d'ouvrage / PAP).*

5. Planning et phases de travaux

5.1. Planification intentionnelle des études et travaux

Les dates-clés pour la planification intentionnelle des études et travaux sont résumées comme suit sous réserve d'un démarrage de la phase de projet d'ouvrage début 2024 :

- | | |
|---|--------------------------------------|
| • Elaboration du projet d'ouvrage / PAP : | 1 ^{er} semestre 2024 |
| • Dépôt du dossier v0 PAP à l'OFT : | juillet 2024 |
| • Dépôt du dossier PAP consolidé à l'OFT : | octobre 2024 |
| • Procédure PAP – 18 mois : | octobre 2024 à mars 2026 |
| • Enquête publique : | fin 2024 / début 2025 |
| • Obtention de la DAP : | avril 2026 |
| • Échéance du délai de recours : | mai 2026 |
| • Démarrage des travaux : | juin 2026 |
| • Travaux avec interruption exploitation CFF | fin juillet/début août 2026 (2 sem.) |
| • Travaux avec interruption exploitation TransN | fin juillet/mi-août 2026 (3 sem.) |
| • Achèvement des travaux | novembre 2026 |
| • Mise en service | au changement horaire déc. 2026 |

5.2. Phases de travaux

5.2.1. Variante n°1b - ascenseur

La réalisation des travaux d'aménagement de la halte et de son accès peut se dérouler en quasi-totalité sous exploitation ferroviaire sous réserve de mesures de sécurité adéquates à proximité des éléments sous tension (lignes aériennes).

Pour la pose des bordures de quai et les quelques travaux d'aménagement de la surface du quai ne pouvant être réalisés derrière une clôture de protection une interruption de circulation ferroviaire de la ligne TransN n°222 La Chaux-de-Fonds – La Sagne est nécessaire pour une durée de 2 semaines maximum. Une alternative à l'interruption du trafic ferroviaire consiste à réaliser ces travaux de nuit, ce qui a pour conséquence un allongement de la durée d'exécution et la mise en œuvre d'un monitoring en continu de la stabilité de la voie.

La solution avec interruption ponctuelle de l'exploitation est considérée comme préférable pour la prévention des nuisances de chantier à proximité des zones d'habitations, la qualité et les conditions d'exécution. De plus, une substitution routière limitée dans le temps sur la ligne n°222 demeure une solution relativement économique et socialement acceptable en comparaison des nuisances, surcoûts et risques engendrés par des phases de travaux de nuit avec rétablissement du trafic en journée.

L'exploitation de la ligne CFF n'est jamais affectée pendant les travaux relatifs à cette variante.

5.2.2. Variante n°3 – passage inférieur

La réalisation du passage inférieur et d'une partie des ouvrages d'accès au quai nécessite une coupure d'exploitation :

- De la ligne CFF entre La Chaux-de-Fonds et les Hauts-Geneveys à raison de 2 semaines en tout, y compris week-end précédant la semaine 1 et week-end finissant la semaine 2, soit 16 jours calendaires d'interruption du trafic ferroviaire sur ce segment).
- De la ligne TransN n°222 entre La Chaux-de-Fonds et La Sagne à raison de 3 semaines en tout dont 2 simultanément à la fermeture précitée de la ligne CFF, soit 23 jours calendaires d'interruption du trafic ferroviaire.

Le déroulé prévisionnel des principales phases de travaux de la variante n°3 est présenté en **annexe 02** du présent rapport.

5.3. Justification de la méthode de réalisation recommandée pour la construction du nouveau passage inférieur et des ouvrages adjacents

L'analyse des variantes de réalisation figure en **annexe 03** du présent rapport.

Cette analyse conduit l'auteur de projet à :

- déconseiller les familles de variantes avec réalisation du nouveau tunnel sous exploitation ferroviaire reposant sur le recours aux ponts provisoires ferroviaires, en raison du rapport coût-utilité-risques (aussi bien techniques que pour l'exploitation) défavorable.
- recommander la famille de variante avec réalisation du nouveau tunnel hors exploitation ferroviaire, avec une préférence pour la solution coulée en place.

6. Contexte géotechnique et pollution des sols

6.1. Rapport géotechnique

Le rapport géotechnique préalable est présenté en **annexe 04** du présent rapport. Ce rapport a pour objectif de déterminer la position du toit rocheux ainsi que la nature des terrains meubles, en vue de préciser les contraintes géotechniques pouvant influencer sur les choix liés au développement d'une variante de projet parmi les 3 familles de variantes étudiées.

Le rapport contient une première partie descriptive, documentant les observations précédentes (sondages carottés + observation des fouilles lors des travaux de réalisation du projet connexe PI routier de Malakoff en 2021) et les observations spécifiquement effectuées pour cette étude à fin 2021 au moyen de sondages à la pelle mécanique.

Une deuxième partie fournit l'analyse du géologue sur la situation et les recommandations pour la suite des études et l'exécution des travaux.

6.2. Pollution des sols

Le rapport d'analyse de pollution des sols, en particulier la couverture végétale et matériaux de remblais où les nouvelles installations de quais et d'accès sont susceptibles d'être aménagées en fonction des variantes, est présenté en **annexe 06** du présent rapport.

Ce diagnostic a pour objectif d'identifier si des dispositions particulières ou des risques de surcoûts pour la gestion de matériaux pollués sont à attendre dans le cadre de futurs travaux.

La conclusion est que les déblais d'excavation produits par le chantier sont de type B (anciennement DCMI) selon la classification OLED en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2016 pour les filières de valorisation et d'élimination, c'est-à-dire faiblement ou peu pollués. Ces matériaux doivent être en priorité valorisés et recyclés, et lorsque ce n'est pas possible, acheminés en décharge contrôlée de type B pour matériaux inertes.

⇒ *Le devis estimatif du projet prend comme hypothèse une évacuation de tous les déblais faiblement pollués et l'apport de matériaux de remblayage sains. Un des enjeux importants dans la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP) sera de proposer une dérogation au retraitement de ces matériaux en décharge contrôlée de type B, au profit d'une réutilisation in situ comme matériau de remblayage, dans la mesure où la pollution des sols (présence d'arsenic) est vraisemblablement d'origine géogène. Il s'agit là d'une mesure qui permettrait une économie substantielle sur les coûts de réalisation (moins de coûts de transports en décharge et de matériaux d'apport, moins de taxe de décharge) et contribuerait à limiter l'impact environnemental des travaux (diminution du nombre de mouvements de camions durant le chantier, recours limité aux matériaux d'apport produits en carrière).*

7. Acquisition de terrain et de droits

7.1. Documents de référence

On se référera au document suivant valable uniquement pour la variante n°3 présentée avec une rampe à 6% :

- plan des emprises définitives et temporaires du dossier d'avant-projet, réf. plan n°155228/105.

7.2. Emprises principales du projet

7.2.1. Variante n°1b (ascenseur)

Pour la réalisation de la variante n°1b, on notera que les emprises définitives nécessaires au sud des voies CFF/TransN (c'est-à-dire côté Reymond) sont globalement comparables à celles requises pour la réalisation de la variante n°3, et que les surfaces d'emprises provisoires sont quant à elles nettement inférieures.

Au nord des voies CFF/TransN (c'est-à-dire côté route de l'Orée-du-Bois), à court terme, la variante n°1b ne mobilise pas d'emprises. Des emprises comparables à celles de la variante n°3 deviennent toutefois nécessaires en temps opportun en cas de réalisation différée du PI en complément de cette variante.

7.2.2. Variante n°3 (passage inférieur)

Pour la réalisation de la variante n°3, le projet requiert l'acquisition définitive de 171 m² sur la parcelle n°17212 du cadastre de La Chaux-de-Fonds (propriétaire : W. Gerber), située au sud des voies ferrées, et étant la seule concernée indépendamment de la variante de rampe d'accès au quai choisie (pente de 6% ou 10%).

Des emprises temporaires sont également nécessaires sur ce même bien-fonds ainsi que sur un bien-fonds du même propriétaire privé, situé au nord des voies ferrées. Ces emprises temporaires totalisent une surface cumulée de 602 m² pour la variante à 10%.

D'autres emprises temporaires sont enfin sollicitées sur des parcelles du domaine ferroviaire commun aux deux lignes CFF et TransN, propriété des Chemins de fer fédéraux suisses, ainsi que du domaine public cantonal et communal.

Sur ces surfaces, des changements d'affectation au niveau de la couverture des sols sont induits essentiellement par la création du quai et des différents ouvrages d'accès prévus.

Pour la réalisation de la variante n°3 avec rampe d'accès au quai portée à 6%, l'emprise provisoire sera augmentée au sud des voies CFF/TransN (c'est-à-dire côté Reymond) sur les bien-fonds n°17212 (W. Gerber) ainsi que n°15585 (CFF).

8. Coûts du projet

8.1. Coût de la variante n°1b

8.1.1. Devis général

Le coût brut de réalisation des travaux est estimé à 0.96 Mio CHF HT. Ce montant est estimé sur des bases de prix 2017 à 2022 pour des travaux comparables. Il est compris dans ce montant :

- la réalisation d'un double ascenseur avec cage extérieure en béton ;
- la réalisation d'une plateforme pour installer un abri vélos – *demande du cahier des charges*;
- l'évacuation de tous les déblais et l'apport de matériaux de remblayage sains (voir chapitre 6.2).
- les mesures conservatoires nécessaires pour permettre la réalisation ultérieure d'un passage inférieur analogue à celui étudié pour la variante n°3. Ces mesures comprennent notamment la création d'un palier intermédiaire au niveau des ascenseurs.

A ces montants s'ajoutent :

- les honoraires (ingénieur civil, spécialiste environnement, géotechnicien, etc.), qui peuvent être estimés à env. 0.19 Mio CHF HT (env. 20 % du coût de construction) ;
- l'acquisition et l'utilisation de terrains tiers estimées à 0.06 Mio CHF HT ;
- d'autres postes de coûts identifiés (bus de remplacements pendant la période d'interruption du trafic ferroviaire des lignes CFF et TransN, ligne de contact, installations électriques, équipements de quai, etc.) pour un montant estimé à 0.59 Mio CHF HT ;
- les provisions et réserves du Maître d'ouvrage (10 % du montant des travaux et des autres postes de coûts identifiés) estimées à 0.16 Mio CHF HT.

Le devis général du projet ($\pm 20\%$) peut donc être estimé à environ **1.96 Mio HT**. Le détail du devis estimatif de l'avant-projet variante n°1b est présenté en **annexe 07**.

8.1.2. Comparaison des coûts de l'étude préliminaire et d'avant-projet

La fourchette supérieure de la précision du devis de l'étude préliminaire ($\pm 30\%$) s'élève à environ 1.34 Mio CHF HT.

Les différences d'un montant de 0.62 Mio CHF HT qui opposent les études préliminaires et les présentes études de l'avant-projet proviennent essentiellement des adaptations induites par les diverses demandes issues des CoPil du 31.03.2023 et du 15.08.2023 et CoTec intermédiaires, fondées principalement sur la capacité de l'aménagement à permettre l'aménagement ultérieur du nouveau passage inférieur de la variante n°3. Cette contrainte forte a nécessité de réorganiser le schéma d'accessibilité au quai en cohérence avec un potentiel PI futur, de prévoir un palier intermédiaire pour les ascenseurs, et de procéder à la

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222 Rapport technique d'avant-projet

réorganisation du palier de départ sur la rue de l'Hôtel-de-Ville incluant la zone de stationnement des vélos.

D'autres postes de coûts précisés au stade de l'avant-projet, tels que l'ajout d'une provision pour coût de substitution de la ligne TransN par bus, ont également contribué à réviser le devis estimatif global à la hausse.

8.1.3. Points ouverts et pistes d'amélioration

Selon les éléments présentés au CoPil du 23.10.2023, les pistes d'améliorations suivantes ont été évoquées par rapport aux plans figurant dans le dossier d'avant-projet en cas de développement de cette variante dans la phase de projet d'ouvrage :

- Ascenseur simple ou double : le devis de base considère l'hypothèse d'un ascenseur double selon le postulat d'une forme de redondance de l'installation permettant l'accessibilité au quai pour la mobilité réduite.

L'économie générée par la réalisation d'un ascenseur unique aux dimensions standard minimales au lieu d'un ascenseur double se chiffre à env. 0.13 Mio CHF HT. Ce potentiel d'économie doit être mise en perspective d'un risque accru pour la garantie d'accessibilité en cas de dérangement ou de maintenance de l'installation, et le risque de devoir dédoubler à terme l'installation sans bénéficier de l'effet de synergie pour un ascenseur double au niveau de la conception, de la réalisation et de la fourniture de l'équipement.

Une hypothèse avancée est de réaliser l'enveloppe permettant d'accueillir 2 cages d'ascenseurs, et d'en mettre un seul en service en 1^{ère} étape.

- Le mur de soutènement à l'arrière de l'abri vélo sera si possible adouci pour éviter des angles vifs au niveau des ouvrages.
- L'élargissement de l'escalier à 2,50 m au lieu des 2,00 m minimaux prévus semblerait judicieux, notamment dans cette variante où le recours à l'escalier sera probablement plus important en l'absence de rampe.
- La possibilité d'augmenter les surfaces abritées (abri fermé, marquise) et donc la capacité d'accueil dans des bonnes conditions de confort devra être examinée (indépendamment de la variante).

Un surcoût de l'ordre de 0.10 Mio CHF est à mettre en perspective des améliorations éventuelles précitées.

8.1.4. Réalisation différée du passage inférieur (2^{ème} étape)

Selon les éléments présentés au CoPil du 23.10.2023, dans l'hypothèse de la variante avec ascenseurs, une réalisation différée du passage inférieur en 2^{ème} étape (à l'horizon des travaux de la ligne directe CFF La Chaux-de-Fonds – Neuchâtel) occasionne un coût estimé à env. 1.07 Mio CHF HT (dont 0.71 Mio CHF de travaux de construction) en admettant une parfaite synergie avec l'interruption occasionnée par le raccordement du tracé de la ligne directe (admis sans coût d'interruption à charge du projet de nouveau passage inférieur).

8.1.5. Répartition du financement

Le coût de référence retenu pour cette variante (ascenseur double, sans la 2^{ème} étape) s'établit à **2.0 Mio CHF TTC** (+/-20%).

Le principe de répartition financière défini est le suivant :

Source de financement	Répartition en MCHF
Transfert OFT (halte Reymond) en option CP	0.8
Mesure projet d'agglomération	0.2
Financement complémentaire Ville	0.5
Financement complémentaire Canton	0.5
Coûts +/-20% TTC	2.0*

* +0.1 MCHF pour prévoir améliorations montrées précédemment

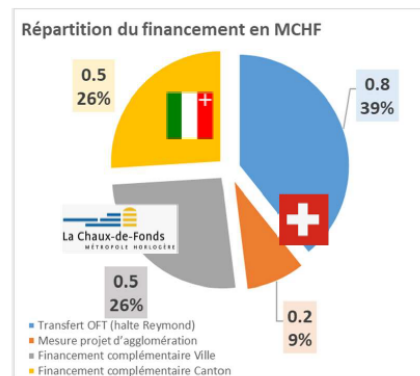


Fig. 4 – Répartition du financement variante n°1b « Ascenseur » avec palier intermédiaire

8.2. Coût de la variante n°3

8.2.1. Devis général

Le coût brut de réalisation des travaux est estimé à 1.72 Mio CHF HT (y inclus rampe d'accès au quai avec limitation de pente à 10%). Ce montant est estimé sur des bases de prix 2017 à 2022 pour des travaux comparables. Il est compris dans ce montant :

- les travaux TechFer (démontage et montage des voies ferroviaires) ;
- la construction optionnelle d'un accès supplémentaire (escalier) et un trottoir sud le long de la Route de l'Orée-du-Bois – *demande communale* ;
- la réalisation d'une plateforme pour installer un abri vélos – *demande du cahier des charges* ;
- l'évacuation de tous les déblais et l'apport de matériaux de remblayage sains (voir chapitre 6.2).

A ces montants s'ajoutent :

- les honoraires (ingénieur civil, spécialiste environnement, géotechnicien, etc.), qui peuvent être estimés à env. 0.34 Mio CHF HT (env. 20 % du coût de construction) ;
- l'acquisition et l'utilisation de terrains tiers estimées à 0.07 Mio CHF HT ;
- d'autres postes de coûts identifiés (bus de remplacements pendant la période d'interruption du trafic ferroviaire des lignes CFF et TransN, ligne de contact, installations électriques, équipements de quai, etc.) pour un montant estimé à 0.68 Mio CHF HT ;
- les provisions et réserves du Maîtres d'ouvrage (10 % du montant des travaux et des autres postes de coûts identifiés) estimées à 0.24 Mio CHF HT.

Le devis général du projet ($\pm 20\%$) peut donc être estimé à environ **3.05 Mio HT**. Le détail du devis estimatif de l'avant-projet variante n°3 est présenté en **annexe 07**.

8.2.2. Comparaison des coûts de l'étude préliminaire et d'avant-projet

La fourchette supérieure de la précision du devis de l'étude préliminaire ($\pm 30\%$) s'élève à environ 2.07 Mio CHF HT.

Les différences d'un montant d'environ 1.00 Mio CHF HT qui opposent les études préliminaires et les présentes études de l'avant-projet sont les suivantes :

- La construction d'un accès supplémentaire (escalier) et un trottoir sud le long de la Route de l'Orée-du-Bois : 0.20 Mio CHF HT ;
- La réalisation d'un mur enrochement pour la plateforme de l'abri vélos : 0.04 Mio CHF HT ;
- La modification des supports de lignes de contact (y c. déclenchement de la ligne) : 0.09 Mio CHF HT liée au rapprochement du quai en direction du PS Malakoff ;
- La plus-value (proportionnelle au surcoût de réalisation) liée aux contraintes de certains travaux en équipes et en horaires de nuit : 0.12 Mio CHF HT ;
- Les surcoûts (honoraires et frais, des provisions et réserves du Maître d'ouvrage, des installations de chantier, etc.) engendrés par l'augmentation des coûts de travaux (c'est-à-dire en proportion du surcoût de réalisation) : 0.47 Mio CHF HT ;
- Autres postes de coûts précisés au stade de l'avant-projet (éclairage, équipements de quai, abri voyageurs, etc.) : 0.06 Mio CHF HT.

8.2.3. Surcoûts de la variante avec une rampe à 6%

Les surcoûts de la rampe d'accès de pente longitudinale 6 % est d'environ 0.65 Mio CHF HT :

- Environ 1'600 m³ d'excavation et des matériaux à évacuer supplémentaires : 0.20 Mio CHF HT ;
- Environ 35 m de rampe ajoutée, avec des hauteurs d'ouvrage plus conséquentes, qui représente environ 51 m³ d'ouvrage supplémentaire : 0.35 Mio CHF (béton, coffrage, étanchéité, enrobé, etc.) ;
- L'augmentation de la hauteur et de la longueur de l'ouvrage, cette variante prévoit 70 m de main-courante et 160 m de garde-corps supplémentaires : 0.10 Mio CHF HT

8.2.4. Points ouverts et pistes d'amélioration

- L'élargissement de l'escalier à 2,50 m au lieu des 2,00 m minimaux prévus devra être examiné.

Réalisation d'une nouvelle halte « Malakoff » à La Chaux-de-Fonds sur la ligne TransN 222
Rapport technique d'avant-projet

- Le prolongement de l'escalier depuis le palier situé au sud du PI jusqu'à la rue de l'Hôtel-de-Ville constitue une amélioration potentielle pour renforcer l'accrochage au Sud de la rue de l'Hôtel-de-Ville et au secteur du Reymond.
- La possibilité d'augmenter les surfaces abritées (abri fermé, marquise) et donc la capacité d'accueil dans des bonnes conditions de confort devra être examinée (indépendamment de la variante).

8.2.5. Répartition du financement

Le coût de référence retenu pour cette variante s'établit à **3.2 Mio CHF TTC (+/-20%)** et tient compte de l'optimisation induite par le passage de la déclivité de la rampe d'accès au quai à 10%.

Le principe de répartition financière défini est le suivant :

Source de financement	Répartition en MCHF
Transfert OFT (halte Reymond) en option CP	0.8
Mesure projet d'agglomération	0.2
Financement complémentaire Ville	1.5
Financement complémentaire Canton	0.7
Coûts +/-20% TTC	3.2*

* Diminution des coûts vs. Copil de mars 2023 (3.2 MCHF TTC vs 3.9 MCHF TTC): Estimation avec rampes à 10% (vs. 6%): - 0.7 MCHF TTC

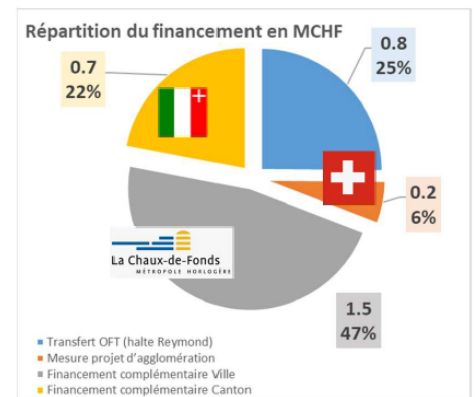


Fig. 5 – Répartition du financement variante n°3 « passage inférieur » (rampe à 10%)

9. Analyse des risques spécifiques du projet

L'analyse des risques spécifiques du projet, dans l'état correspondant à l'étude préliminaire, est déclinée en **annexe 08** du présent rapport.

Les risques principaux identifiés au stade de l'étude préliminaire concernent l'interface avec les CFF SA, notamment les difficultés liées aux travaux sous exploitation de la ligne Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds, et les possibles évolutions du projet en phases ultérieures.

La coordination avec TransN SA pour les aspects relevant de la relation entre concept d'exploitation souhaité et installation de sécurité future prévue pour la ligne n°222 sont également relevés comme un facteur de sensibilité important de l'analyse des risques.

Enfin, la mise en œuvre d'une offre globale en transports publics coordonnée et complémentaire dans le secteur de l'Orée-du-Bois et du Cerisier, conjointement à la qualité d'accès proposée pour la future halte Malakoff, sont identifiés comme des facteurs de succès déterminants pour la fréquentation de cette dernière.

10. Points importants à traiter avant le dépôt du dossier en procédure PAP

Tracé de référence (confirmation des besoins CFF par rapport au projet connexe de liaison directe)

- ⇒ La position effective souhaitée de la voie TransN pour les besoins du projet CFF devra être figée au démarrage de la phase d'étude ultérieure du projet de la halte Malakoff (= projet d'ouvrage / PAP) afin de permettre le développement d'un projet de détail stable et pérenne. Il conviendra en effet de prévenir par tous les moyens le risque de devoir déposer et reconstruire le futur nez de quai quelques années après sa possible mise en service.

Confirmation de la variante retenue

- ⇒ Le choix entre la variante n°1b (compatible avec PI) ou 3 devra être formellement validé avant le démarrage de la phase 32.

Déclivité de la rampe d'accès au quai

Il est important de noter que l'avant-projet de la variante n°3 figuré dans le présent dossier illustre la situation initialement prévue avec la limite de rampe à 6%. La **modification de la déclivité de la rampe d'accès à l'arrière du quai (max. 10% de pente)** n'a été esquissée que sommairement à ce stade de l'étude, et devra être intégrée comme **condition-cadre** en cas de développement futur du projet d'ouvrage (phase SIA 32) basé sur cette variante.

Niveau de confort visé pour l'accueil des voyageurs

- ⇒ La surface effective de l'abri voyageurs et l'adjonction éventuelle d'une marquise en plus de l'abri constituent des points ouverts à préciser lors du développement du projet d'ouvrage, indépendamment de la variante considérée.

Accès externes (de/vers la halte)

- ⇒ L'aménagement optionnel d'un accès supplémentaire par le haut de la rue de l'Orée-du-Bois (par escalier + nouveau trottoir), en complément de la rampe à 6% prévue au Nord des voies ferrées, est intégré dans le devis estimatif du projet, isolément des autres travaux. La confirmation de cet aménagement dans le cahier des charges du projet devra être confirmée au démarrage de la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP), en fonction des possibilités de financement.

Installations de retour de courant de traction et de mise à la terre

- ⇒ Le concept consolidé de mise à la terre sera à établir dans le cadre de la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP).

Installations de sécurité

⇒ Les mesures de génie civil à intégrer au projet de la halte pour les besoins du projet connexe de déploiement des installations de sécurité de la ligne 222 seront à détailler en phase ultérieure (projet d'ouvrage / PAP).

Pollution des sols

⇒ Le devis estimatif du projet prend comme hypothèse une évacuation de tous les déblais faiblement pollués et l'apport de matériaux de remblayage sains. Un des enjeux importants dans la phase ultérieure du projet (projet d'ouvrage / PAP) sera de proposer une dérogation au retraitement de ces matériaux en décharge contrôlée de type B, au profit d'une réutilisation in situ comme matériau de remblayage, dans la mesure où la pollution des sols (présence d'arsenic) est vraisemblablement d'origine géogène. Il s'agit là d'une mesure qui permettrait une économie substantielle sur les coûts de réalisation (moins de coûts de transports en décharge et de matériaux d'apport, moins de taxe de décharge) et contribuerait à limiter l'impact environnemental des travaux (diminution du nombre de mouvements de camions durant le chantier, recours limité aux matériaux d'apport produits en carrière).

Annexes au rapport d'avant-projet

- **Annexe 01** : Prédimensionnement des installations de quai et accès au quai de la future halte Malakoff (selon configuration de la variante n°3), *ingénierie neuchâtel sa*, 17.01.2023
- **Annexe 02** : Déroulé des phases principales de travaux pour la variante n°3, *sd ingénierie sa*, 17.01.2023
- **Annexe 03** : Analyse des variantes de réalisation pour le passage inférieur, *sd ingénierie sa*, 17.01.2023
- **Annexe 04** : Rapport géotechnique Halte Malakoff, ligne 222 – Avant-projet, *De Cérenville Géotechnique*, 24.12.2021
- **Annexe 05** : Rapport géotechnique H18 – Evitement Est de La Chaux-de-Fonds - Ouvrages d'art (Sud), *De Cérenville Géotechnique*, 12.03.2020
- **Annexe 06** : Caractérisation de l'état de pollution des matériaux, *biol conseils sa*, 22.11.2021
- **Annexe 07** : Devis estimatif des variantes, composé des pièces suivantes :
 - Devis estimatif pour la variante n°1b (2 ascenseurs + palier intermédiaires), *sd ingénierie neuchâtel sa*, 10.10.2023
 - Devis estimatif pour la variante n°3 (rampe 6%), *sd ingénierie neuchâtel sa*, 16.01.2023
 - Devis estimatif pour la variante n°3 (rampe 10%), *sd ingénierie neuchâtel sa*, 26.01.2023
- **Annexe 08** : Gestion du risque projet en phase d'avant-projet *sd ingénierie neuchâtel sa*, 17.01.2023