

Projet de développement des métros m2-m3

Cahier des charges

16 juillet 2021

Prestations de services d'ingénierie en Building Information Modeling (BIM) en assistance à la maîtrise d'ouvrage

Phases SIA 32 à 53

Table des matières

1.	Glossaire	3
2.	Documents de référence	4
2.1.	Dossier d'appel d'offres	4
2.2.	Etudes fournies avec l'appel d'offre	4
2.3.	Autres documents applicables	4
3.	Contexte	5
3.1.	Un canton en pleine croissance	5
3.2.	Les développements de l'offre ferroviaire	5
3.3.	Le Projet d'agglomération Lausanne-Morges	5
3.4.	Les axes forts de transports publics	6
4.	Le Projet de développement des métros m2-m3	8
4.1.	Introduction	8
4.2.	Les opérations	8
4.3.	Le détail des opérations	10
4.4.	Financement du projet	18
4.5.	Organisation du projet	18
5.	Description des prestations	23
5.1.	Description générale des prestations	23
5.2.	Description détaillée des prestations	26
6.	Attribution du marché	29
6.1.	Mode de rémunération	29
6.2.	Documents applicables	29
6.3.	Obligations des contractants	29

1. Glossaire

Abréviation	Description
AFTPU	Axes-forts de transports publics urbains (volet du PALM)
BAMO	Bureau d'assistance à la maîtrise d'ouvrage
BHNS	Bus à haut niveau de service
CBTC	Communication based train control
CFF	Chemins de fer fédéraux
COPIL	Comité de pilotage technique
COPROJ	Comité de projet politique
DGMR	Direction générale de la mobilité et des routes de l'Etat de Vaud
DIRH	Département des infrastructures et ressources humaines de l'Etat de Vaud
EMPD	Enoncé des motifs et projet(s) de décret
FDQ	Façade de quai
GAT	Garage atelier
GoA	Grade of Automation
HT/BT	Haute tension/Basse tension
LEB	Chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher
MO	Maître de l'ouvrage, maîtrise de l'ouvrage
MR	Matériel Roulant
OFT	Office fédéral des transports
PALM	Projet d'agglomération Lausanne-Morges
PAP	Procédure d'approbation des plans
PDCn	Plan directeur cantonal
PEM	Pôle d'échange multimodal
PO	Projet de l'ouvrage (phase partielle 32, selon SIA 112)
PPA	Plan partiel d'affectation
Projet m2-m3	Projet de développement des métros automatiques m2 et m3
RER	Réseau Express Régional
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SER	Suivi Environnemental en Réalisation
TIM	Transports individuels motorisés
tl	Transports publics de la région lausannoise SA
TP	Transports publics
UITP	Union internationale des transports publics

Le document M-SY00-00-0000-SYM-TA-001-00.02_Glossaire Système Métro est également fourni avec le présent appel d'offre.

2. Documents de référence

2.1. Dossier d'appel d'offres

Le dossier d'appel d'offres est composé des pièces principales suivantes :

Pièce 0	Les directives administratives de la procédure d'appel d'offres
Annexe A.	Le modèle de contrat pour prestations de mandataire
Annexe B.	Le présent cahier des charges
Annexe C.	Offre à remplir par le candidat (ce document est à compléter, à signer et à retourner avec les annexes requises)

2.2. Etudes fournies avec l'appel d'offre

Les études suivantes sont fournies dans le dossier d'appel d'offres. Elles constituent une représentation partielle de l'état actuel du projet et de ce fait sont provisoires. Elles sont fournies pour permettre au soumissionnaire de prendre connaissance des caractéristiques principales des ouvrages ainsi que des spécificités du projet.

- M-0000-00-0000-DIR-RN-XXX-XX-XX-BEP-0-3-compile : Plan d'exécution BIM (version de travail)
- M-MG10-02-0000-DIR-PL-001-06.01_INDEX-29.06.2021 : Planning Directeur Général Gantt
- M-0000-01-0000-ADP-PG-001-04.00-organigramme-equipe-projet_ChP
- M-SY00-00-0000-SYM-TA-001-00.02_Glossaire Système Métro
- M-GC00-33-0000-EBS-PG-002_01.00_SITUATION-GENERALE : Situation générale OP1
- 2A-e01_GEN_SIT-generale-v00.02 : Situation générale OP2

2.3. Autres documents applicables

Les prestations seront conformes aux prescriptions légales et aux directives des organes spécialisés de la Confédération, du Canton de Vaud, de la ville de Lausanne et des normes en vigueur, particulièrement en matière de :

- Règlementation spécifique aux chemins de fer
- Prévention des accidents et des maladies professionnelles
- Hygiène et santé des travailleurs
- Lois sur le travail

Le déploiement du BIM sur le projet s'appuie sur le Plan directeur BIM « Compréhension » de Bâtir Digital, disponible suivant le lien suivant : <https://bauen-digital.ch/assets/Downloads/fr/180722-BdCH-BIM-Workbook-Compréhension-web.pdf>

Cette liste n'est pas exhaustive.

3. Contexte

3.1. Un canton en pleine croissance

Le Canton de Vaud est en pleine croissance, et les projections prévoient une population en 2040 d'environ un million d'habitants. Le Plan directeur cantonal¹ (PDCn) se concentre sur la coordination des politiques sectorielles (notamment mobilité, urbanisation et environnement) et renforce la subsidiarité en faveur des planifications régionales. Le Projet d'agglomération Lausanne-Morges, comme instrument de planification régionale, s'inscrit dans cette politique.

Un des effets de la croissance de la population et de l'emploi dans le canton est l'augmentation, à tous les niveaux, de la demande de mobilité. Par exemple, le trafic du réseau des grandes lignes des CFF entre Lausanne et Genève est passé de 25'000 voyageurs par jour en 2000 à 60'000 voyageurs par jour en 2017. La fréquentation du Réseau express régional (RER) Vaud entre Lausanne et Renens a évolué de 12'000 voyageurs par jour en 2008 à 20'000 voyageurs par jour en 2017. Au niveau urbain depuis sa première année d'exploitation en 2009, le métro m2 a vu une croissance de 44% dans son utilisation – de 21'900'000 voyageurs en 2009 à 31'460'000 en 2018. Les projections de la demande future suivent ces mêmes tendances de croissance. De plus, dans les secteurs urbains et périurbains, le report modal du transport individuel motorisé (TIM) vers les transports publics (TP) sert à renforcer cette croissance.

3.2. Les développements de l'offre ferroviaire

Afin de répondre à cette demande future, des développements significatifs de l'offre ferroviaire sont planifiés dans la région.

Le projet Léman 2030, piloté par les CFF, a comme objectif de renforcer la capacité de transport dans l'arc lémanique. Les investissements réalisés permettront le doublement du nombre de places assises entre Lausanne et Genève et l'augmentation de la capacité de la Gare de Lausanne.

Le RER Vaud verra des extensions du réseau à la Vallée de Joux, vers Aigle, Orbe et la Broye ainsi que des fréquences au quart d'heure dans sa partie centrale.

3.3. Le Projet d'agglomération Lausanne-Morges

L'agglomération Lausanne-Morges, constituée en 2007 par une convention engageant la Confédération, le Canton et les Communes, œuvre pour faire face aux défis futurs liés à la mobilité, à l'augmentation du nombre d'habitants et de leur qualité de vie.

L'agglomération compte 26 communes et abrite 280'000 habitants (chiffres 2014, presque 40 % de la population du canton de Vaud) et 162'000 emplois (chiffres 2012, 50 % des emplois du canton)². Elle s'est dotée, en 2007 puis en 2012 et 2016, d'un projet d'agglomération, le PALM.

¹ Source : Plan directeur cantonal (PDCn) – 4^e adaptation – 31 janvier 2018

² Source : PALM 2016 – Projet d'agglomération Lausanne-Morges de 3^e génération révisé – Volume A – Rapport de projet – Décembre 2016

Le PALM identifie des sites stratégiques de développement territorial, des centralités de l'agglomération et un réseau d'axes forts de transports publics urbains (AFTPU) qui relie les sites stratégiques avec les centralités.

Le PALM bénéficie du soutien de la Confédération par le programme d'investissement en faveur du trafic d'agglomération.

3.4. Les axes forts de transports publics

Selon le Rapport de projet du PALM 2016 « Les axes forts de transports publics urbains représentent le moyen choisi par le PALM pour concrétiser l'objectif d'une desserte de transports publics attractive et performante, alliant capacités de transport, cadences élevées, vitesse commerciale optimisée, régularité et fiabilité des horaires. Ces transports publics de haut niveau sont destinés à distribuer la demande à partir des interfaces majeures, notamment les principales gares, ainsi qu'à desservir les centralités et les sites stratégiques, qui accueillent une part prépondérante de la croissance de la population et des emplois. »

Sur la base des études préliminaires menées jusqu'en 2008, un réseau d'axes forts à l'horizon 2020 a été adopté par le Grand Conseil Vaudois. Ces axes forts seront exploités par des modes de transport performants : des métros, un tram et des bus à haut niveau de service (BHNS). Ce réseau est représenté dans la figure ci-dessous.

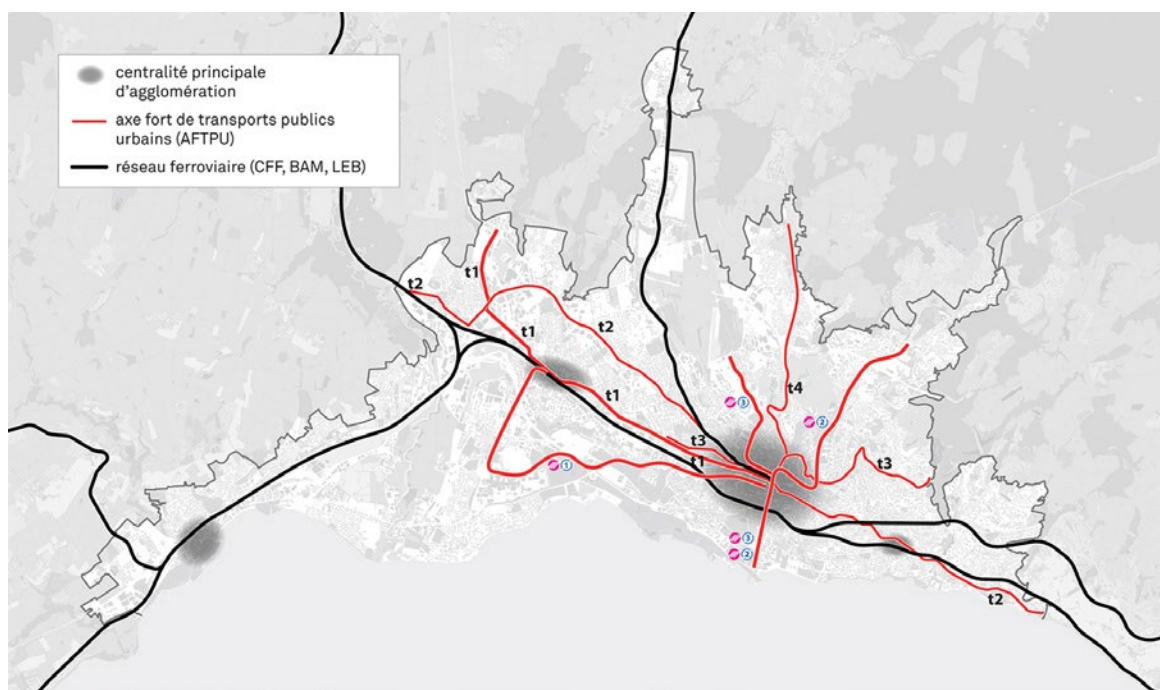


Figure 1 – Réseau d'axes forts prévu par le PALM 2016

Par la suite, les lignes du réseau structurant projeté à l'horizon 2025-2030, ont été divisées en projets partiels, par tronçon pour un développement plus en détail. Les différents projets partiels sont planifiés avec une mise en service échelonnée et inscrits dans les trois générations du programme en faveur du trafic d'agglomération.

Le tableau ci-dessous montre la répartition des projets partiels (PP) entre les lignes des AFTPU et les trois générations du PALM. La construction de la ligne du m3 entre Lausanne Flon et Blécherette et l'extension du m2 aux Croisettes en font partie.

	1^{ère} génération PALM 2007	2^{ème} génération PALM 2012	3^{ème} génération PALM 2016
m2 Métro		m2-m3 (PP4) Grancy – Flon	m2 Arrière-gare des Croisettes
m3 Métro			m3 (PP4) Flon – Blécherette
t1 Tram	PP2 Renens-Gare – Galicien PP3 Galicien – Lausanne Flon	PP1 Renens-Gare – Villars-Ste-Croix	
t2 BHNS	PP5 Crissier-Bré – Montétan PP6a Chauderon – Saint-François PP7 Lutry-Corniche – Pully Damataire	PP8 Saint-François – Lutry-Corniche PP9 Montétan – Chauderon PP10 Crissier-Bré – Bussigny	
t3 BHNS	PP6a Prélaz-les-Roses – Bel-Air PP6c Avenue de Chailly		
t4 BHNS	PP6b Route Aloys-Fauquez		

Tableau 1 – Projets partiels des AFTPU

4. Le Projet de développement des métros m2-m3

4.1. Introduction

Sous l'impulsion de la planification coordonnée régionale, cantonale et de l'agglomération décrite dans le chapitre précédent, le Projet de développement des métros m2-m3 (Projet m2-m3) a été articulé pour répondre à deux objectifs principaux :

1. Renforcer la capacité de transport entre la gare et le pôle d'échange multimodal du Flon afin de répondre à la demande générée par l'offre ferroviaire à la gare de Lausanne.
2. Lier les sites des Plaines-du-Loup et de la Tuilière au centre-ville de Lausanne et ses pôles d'échanges multimodaux de la gare et du Flon.

De plus, le projet permet de répondre à d'autres enjeux :

- Il renforce le rôle de Chauderon en tant que nouveau pôle d'échange entre les bus à haut niveau de service, le LEB, le métro et le tram. Cette évolution provoque une réflexion sur l'usage et l'affectation de l'espace public de la place Chauderon.
- Il dessert le site stratégique de Beaulieu avec un mode de transport performant.
- Il crée une nouvelle centralité à Casernes.
- Il renforce la capacité de transport sur le m2 entre Lausanne-Gare et Croisettes.
- Il sert de colonne vertébrale pour améliorer les connexions avec le réseau de bus existant.

Le projet concerne le développement du réseau des métros automatiques de Lausanne par l'extension et l'adaptation des infrastructures de génie civil, le renouvellement des équipements ferroviaires et systèmes de conduite automatique des trains. L'exploitation du futur réseau m2-m3 sera entièrement automatisée avec des véhicules sur pneu. Il s'agit d'un système sans personnel de conduite à bord, de type Grade of automation (GoA4) au sens de l'Union internationale des transports publics (UITP).

Le système métro m2-m3 sera constitué de deux lignes interopérables (les rames pourront circuler sur les deux lignes) permettant la mutualisation de la flotte de trains et de leur entretien et maintenance, ce qui oriente d'ores et déjà certaines caractéristiques des infrastructures et équipements ferroviaires à réaliser. Le centre de commande commun aux deux lignes sera situé au siège des Transports de la région lausannoise SA (tl) à Perrelet, Renens.

4.2. Les opérations

Le Projet m2-m3 est composé des sept opérations présentées dans la Figure 2 ci-dessous.

La **1^{ère} opération** comprend la création d'un nouveau tunnel pour le m2 entre les stations de Grancy et Lausanne Flon et la réalisation d'une nouvelle station pour le m2 à Lausanne-Gare. Le tracé et la station Lausanne-Gare actuels du métro, libéré par le m2, seront utilisés partiellement par la nouvelle ligne m3. Au sud de la station Lausanne Flon, elle sera déviée à l'Est où se situera une nouvelle station Lausanne Flon m3. La 1^{ère} opération sur le m3 s'arrête environ 250m après la station.

La **2^{ème} opération** consiste en un prolongement, depuis Lausanne Flon, de la ligne m3 en direction du plateau de la Blécherette, par Chauderon et Beaulieu, ainsi que la construction d'un garage-atelier à la Blécherette, essentiellement dédié au remisage des rames du m3.

La **3^{ème} opération** consiste en l'adaptation du terminus de Croisettes sur la ligne m2 pour permettre le retournement des rames en arrière-gare, hors exploitation. Cette opération est nécessaire pour assurer l'augmentation des fréquences des trains et ainsi, accroître la capacité de transport de la ligne.

La mise en service d'une nouvelle ligne et l'augmentation de la fréquence des métros nécessitera une flotte de rames de métro plus importante qu'aujourd'hui. Pour garantir l'entretien des rames supplémentaires, la **4^{ème} opération** prévoit l'agrandissement du garage-atelier de Vennes.

La **5^{ème} opération** consiste en la création d'un nouveau dépôt de remisage pour la flotte du m2 au-delà de l'arrière-gare de Croisettes.

La mise en service de nouvelles infrastructures offre l'opportunité, par les économies d'échelle et les marchés, de renouveler certains équipements de la ligne actuelle du m2. Ces opportunités sont traitées dans le cadre de la **6^{ème} opération**.

L'ensemble des modifications nécessaires à la migration du CBTC sur la ligne existante constitue l'**opération 0**.

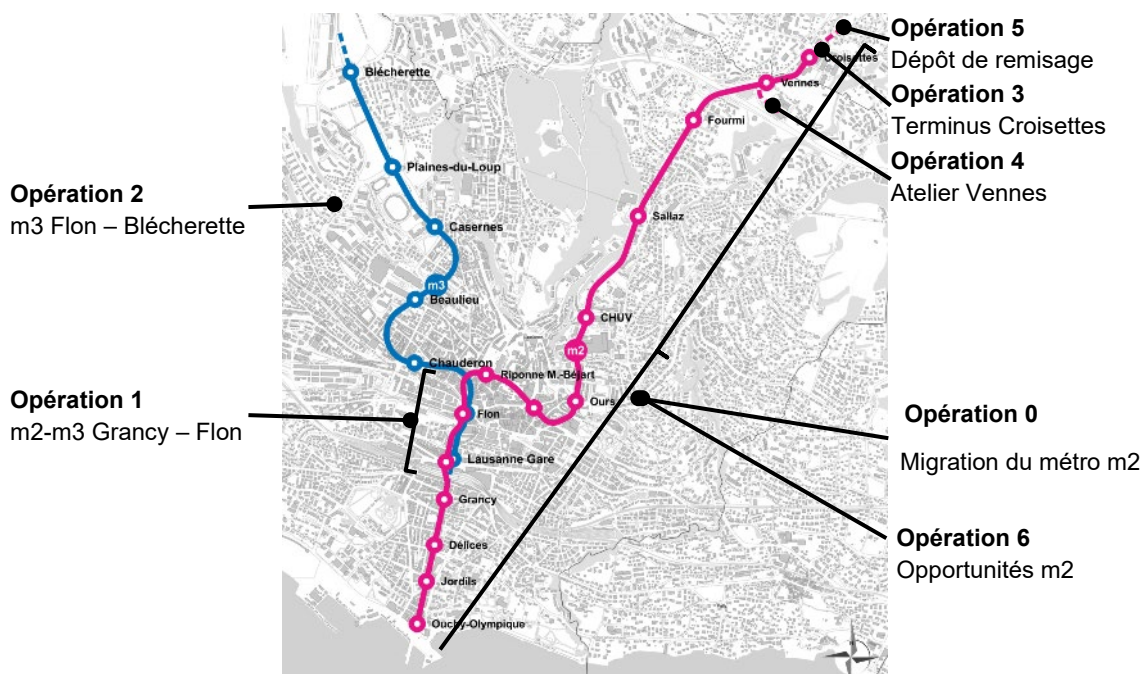


Figure 2 – Les opérations du projet de développement des métros

Le présent marché concerne :

- En tranche ferme les opérations 1 et 2 (partie m3) et l'opération 4
- En tranche optionnelle les opérations 3 et 5

4.3. Le détail des opérations

Le projet de développement du réseau automatique m2-m3 consiste à passer du réseau de métro existant (m2) à un nouveau réseau m2-m3 comportant les principales évolutions suivantes :

- Modification du tracé entre les gares de Lausanne Flon et Grancy en lien avec le nouvel aménagement de la gare CFF
- Remplacement des automatismes de conduite existants (U300) par un nouveau CBTC permettant notamment d'améliorer les performances (diminution de l'intervalle d'exploitation) ;
- Evolutions des systèmes et équipements de m2 pour :
 - Accompagner le remplacement du CBTC et traiter les interfaces associées,
 - Permettre l'amélioration des performances (renfort énergie, ...)
 - Traiter certaines obsolescences.
- Construction d'une arrière-gare et d'un centre de remisage à Croisettes,
- Ré-organisation du GAT existant de Vennes.
- Construction de m3, accompagné de son remisage à Blécherette

4.3.1. Modification du CBTC sur la ligne m2 existante

L'ensemble des modifications nécessaires à la migration du CBTC sur la ligne existante constitue l'**opération 0**. Elle consiste en :

- Migration des automatismes U300 vers NCBTC
- Migration SCADA, adaptation ENERGIE et mise en place du CGT m2-m3
- Préparation des systèmes pour le bon déroulement du service voyageur FLO-CRO pendant l'arrêt d'exploitation au SUD de FLON

Les enjeux de cette opération sont principalement :

- Exploitation commerciale le jour et travaux d'installation et/ou tests de nuit
- Equipes de nuit (tests) et de jour indépendantes – y compris poste de contrôle physiquement indépendant
- Planification des travaux/tests tout en maintenant les interventions de maintenance de nuit
- Adaptation des ateliers et mise à disposition des places de remisage

4.3.2. Modification du tracé m2/première étape m3

Cette opération (désignée aussi par Opération 1) consiste d'une part à dévier le tracé du m2 à l'ouest du tracé actuel entre les stations Grancy et Lausanne Flon, de façon à contourner la voie unique existante entre les stations Grancy et Lausanne Gare et d'autre part à réaliser la première étape du m3, entre les stations Lausanne Gare et Lausanne Flon.

Cette modification du tracé du m2 nécessite les dispositions constructives ci-après (voir « Figure 3 – Modification du tracé m2 – m3 première étape », page suivante) :

- Création d'une nouvelle station Lausanne Gare Ouest (CFFO), située sous la place de la gare et à l'ouest du tracé actuel (repère A).
- Création au sud de la nouvelle station Lausanne Gare Ouest d'un tunnel rejoignant le tunnel existant au nord de la station Grancy existante (repère B).

- Création au nord de la nouvelle station Lausanne Gare Ouest d'un tunnel rejoignant le tunnel existant au sud de la station Lausanne Flon existante (repère C).
- Implantation d'une communication de voie entre les stations Grancy et Lausanne Gare Ouest (repère D)

La première étape de la ligne m3 nécessite les dispositions constructives suivantes (voir Figure) :

- Création d'une nouvelle station Lausanne Flon Est (FLOE) pour le m3, à l'est de la station Lausanne Flon du m2 existante (repère E).
- Création d'un tunnel au sud de la nouvelle station Lausanne Flon Est m3, rejoignant l'ancien tunnel du m2 (repère F).
- Création d'un tunnel au nord de la station Lausanne Flon Est m3, pour le terminus, et pour la deuxième étape du m3 vers Blécherette (repère G).
- Utilisation de la station Lausanne Gare du m2 actuel comme station terminus du m3 (repère H).
- Utilisation de la voie unique au sud de la station Lausanne Gare comme terminus du m3 et comme voie de liaison entre le m2 et le m3 (repère I).

Une partie des voies existantes du m2 sont abandonnées (en pointillé sur la Figure). La partie de tunnel existant non utilisée est comblée.

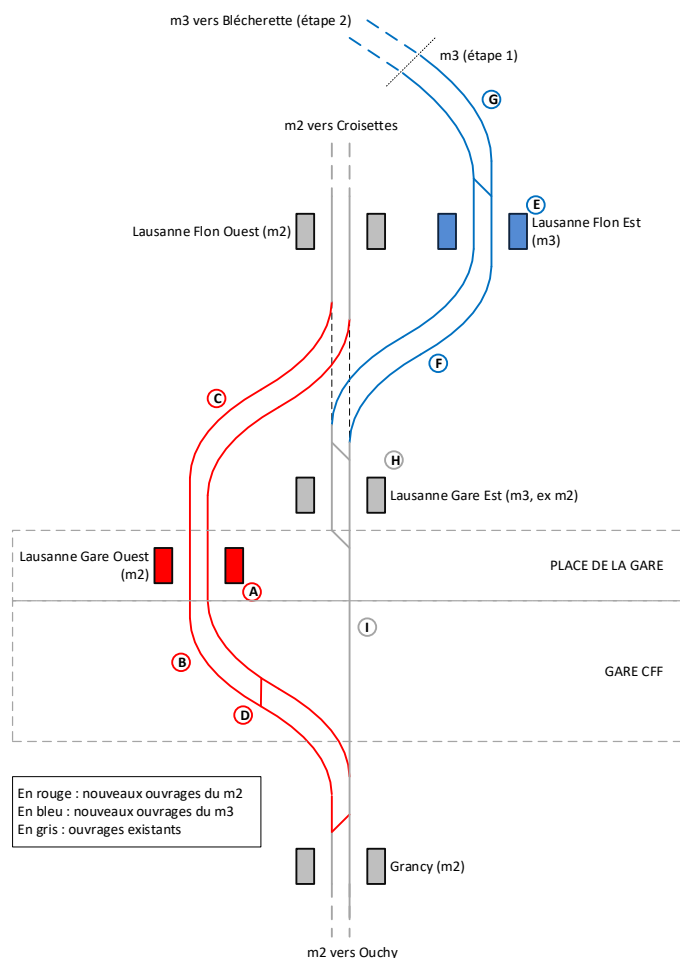


Figure 3 – Modification du tracé m2 – m3 première étape

4.3.3. Evolutions systèmes et équipements de m2

Les principales évolutions identifiées à ce jour sont les suivantes :

- Adaptation de l'alimentation en énergie de traction pour permettre notamment l'augmentation du trafic m2,
- Insertion d'une communication au sud de Grancy permettant un « petit carrousel » sur m2 (et sectionnement électrique associé),
- Insertion d'une communication au nord de Flon, permettant notamment de maintenir une exploitation Croisettes-Flon pendant une partie de la coupure d'exploitation » (et sectionnement électrique associé).
- Mise en place d'un PCC d'intégration à Perrelet (ou PCC d'essai).
- Mise en place d'une nouvelle architecture « SCADA » intégrant un « hyperviseur » avec mur d'image au Centre de Gestion du Traffic.
- Traitement de certaines obsolescences et notamment remplacement des automates Energie et Désenfumage.

Ces évolutions ne sont pas exhaustives et sont intégrées dans le planning prévisionnel de la migration : les contraintes qui en résultent nécessiteront des coordinations technique et planning importantes entre les entreprises de façon à faire cohabiter de façon sécuritaire et efficace les différentes interventions dont une grande partie se feront de nuit.

4.3.4. Centre de remisage de Croisettes

Les performances de la future ligne m2 nécessitent de pouvoir injecter/retirer des trains facilement : la configuration actuelle du GAT de Vennes existant ne le permettant pas, il est prévu un remisage souterrain au niveau de l'arrière-gare de la station Croisettes.

Le centre de remisage de Croisettes est ainsi prévu d'être réalisé dans le prolongement de la station Croisettes qui constitue dans le même temps l'amorce d'une possible extension du m2.

Ce remisage devrait permettre à terme de stocker 28 trains, et disposera notamment d'une machine à laver ainsi que d'une position de dépannage permettant des opérations simples de maintenance (premier niveau).

La plupart des travaux prévus en arrière-gare de la station Croisettes devraient être réalisées indépendamment de l'exploitation du métro. A l'inverse, les travaux situés directement en communication avec la station Croisettes ainsi que les travaux préparatoires aux travaux hors exploitation devraient être réalisés de nuit hors période d'exploitation du métro.

4.3.5. Réorganisation du GAT de Vennes

Le GAT de Vennes existant deviendra un centre de maintenance avec notamment 8 positions de maintenance, une voie d'essais et une voie de livraison des trains.

Il y est prévu également un PCC de secours.

Les travaux de modification du GAT de Vennes devront être réalisées tout en maintenant le fonctionnement de ce dernier.

4.3.6. Nouveau tracé m2

Le nouveau tracé m2 prévu après modification du tracé est le suivant :

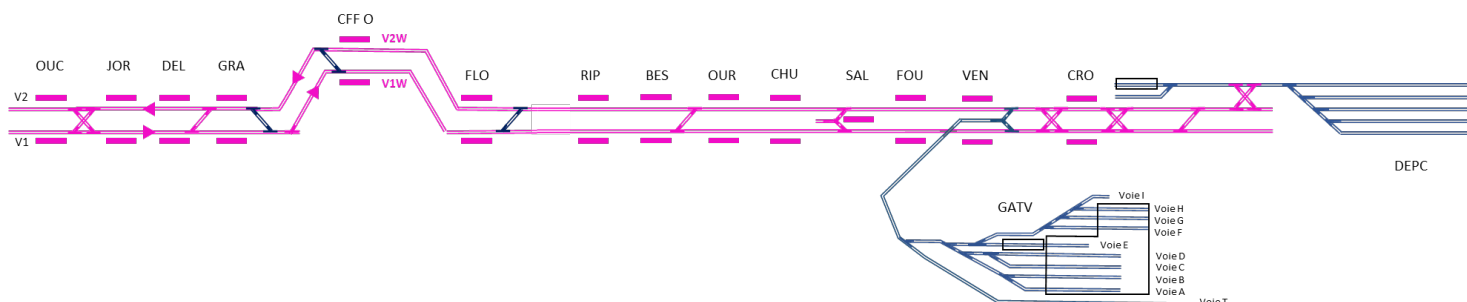


Figure 4 – Plan de voie schématique m2 nouveau tracé

Principales caractéristiques de la nouvelle ligne m2 à équiper :

- Linéaire de voie double : environ 6 km
- Nombre de stations : 13 à quais latéraux et 1 à quai central,
- Pente maximale en ligne : 12% (env. 70m. entre stations Riponne et Bessières),
- Pente maximale en station : 6% (CFF-Ouest et Fourmi)
- 3 inter-stations comportent des parties aériennes (non couvertes),
- Fonctionnement nominal en carrousels imbriqués,
- Nombre de trains en exploitation avec offre renforcée à l'horizon 2029 : 20 (hors réserve d'exploitation).

4.3.7. Tracé m3

Suite à la construction du premier tronçon de m3 jusqu'à la nouvelle gare de Flon (Est) réalisée dans le cadre de « l'opération 1 », cette partie du programme (aussi appelée « opération 2 ») consiste donc en la continuation de la « ligne m3 » jusqu'à la station de Blécherette et au centre de remisage enterré de Blécherette accessible par l'arrière-gare.

Le plan de voie schématique de la ligne est le suivant :

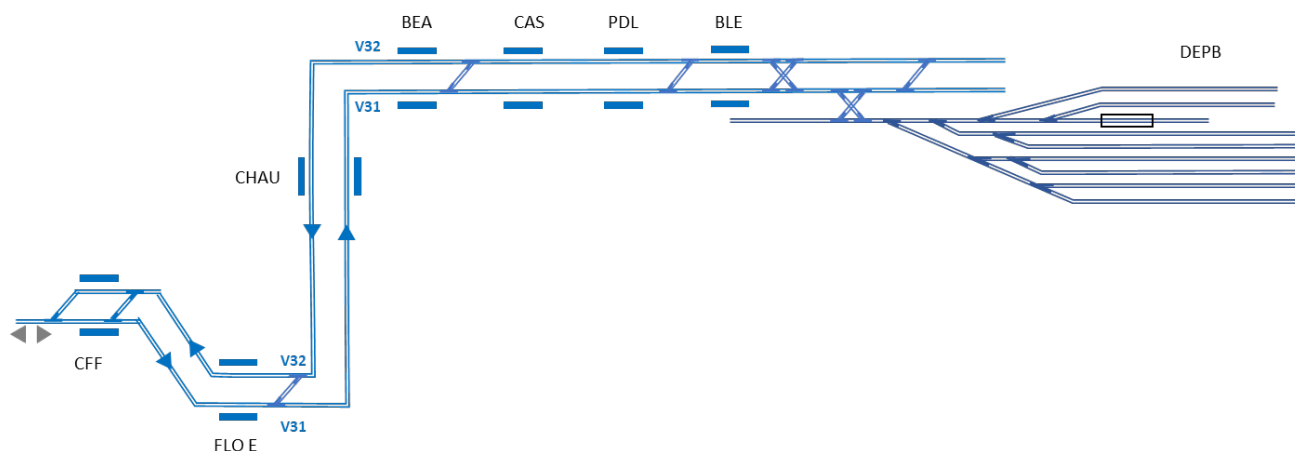


Figure 5 – Plan de voie schématique m3

Principales caractéristiques de la nouvelle partie de réseau m3 à équiper :

- Linéaire de voie double : environ 4 km
- Nombre de stations : 7 à quais latéraux.
- Pente maximale en ligne (hors CFF-FLON) : env. 9%
- Pente maximale en station : 11,35% à Lausanne Gare (CFF)
- Nombre de trains en exploitation à la mise en service m3 : 8 (hors réserve).

4.3.8. Centre de remisage Blécherette

Le nouveau centre de remisage de Blécherette (désigné par l'acronyme DEPB), connecté au m3 en aval de la station Blécherette, est situé dans le secteur de la Blécherette à Lausanne.

C'est sous le nouveau complexe sportif de la Tuilière que le centre de remisage sera construit

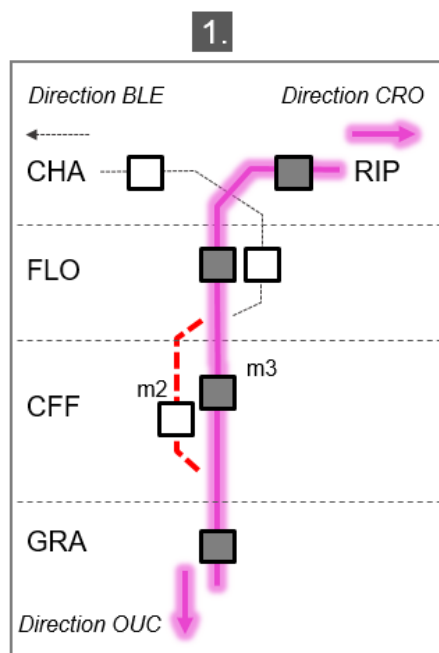
Il est prévu pour une capacité maximale de 18 trains et comprend également une machine à laver, une position de maintenance premier niveau et une zone d'enraillement / livraison (donc accessible depuis l'extérieur via une rampe d'accès).

4.3.9. Les grandes phases de la migration

Les grandes phases suivantes sont distinguées :

Phase 1:

- Evolution du CBTC et de certains systèmes ou équipements sur m2 en exploitation (tracé existant). Cette partie (constituant l'opération 0) peut être anticipée ou en parallèle avec les travaux de génie-civil ci-après. Le système CBTC se prépare pour une exploitation entre Flon et Croisettes (installation d'une nouvelle communication au nord de Flon) et à une modification de la configuration Energie.
- Durant cette phase les travaux de Génie-Civil sur le tunnel « Ouest » du futur m2 et la première partie de m3 peuvent se développer, en dehors des « zones de jonction » pouvant interférer avec l'exploitation.
- Démarrage des travaux m3 au cours de cette phase.



Phase 1:
Migration du m2 en exploitation
sur les nouveaux automatismes et
travaux GC hors jonctions

Figure 6 – Phase 1 - migration

Phase 2 : « Coupure d'exploitation »

Il s'agit en fait durant cette phase d'interruptions de service limitées à la section entre le terminus Ouchy et la station de Flon (ou la station Bessières quand c'est nécessaire), la section nord de la ligne du métro m2 continuant à être exploitée.

Durant cette période, les travaux de génie-civil et des systèmes/équipements sur m3 se poursuivent.

Cette phase peut se décomposer en 2 « sous-phases » (voir schémas page suivante):

- Phase 2.1 :
 - Installation des équipements en tunnel (dont CBTC) dans le tunnel ouest et des équipements en gare CFF Ouest,
 - Travaux de Génie-Civil sur les « zones de jonction ».
- Phase 2.2 :
 - Installation des équipements en tunnel (dont CBTC) dans les zones de jonction,
 - Tests et essais d'intégration au m2.

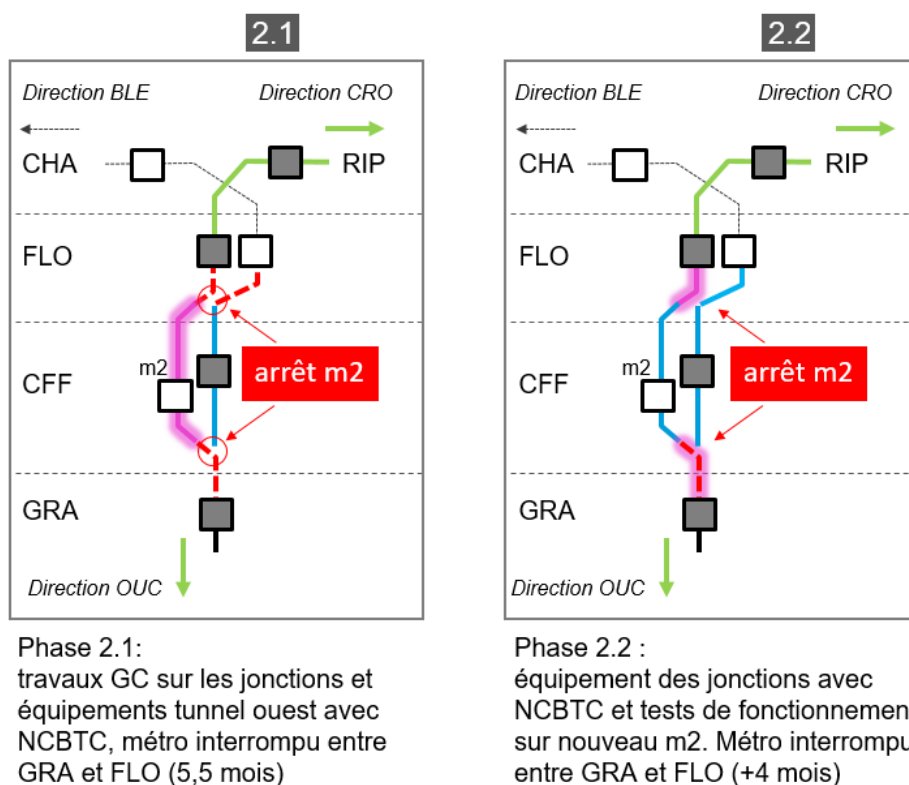


Figure 7 – Phase 2 - migration

Phase 3:

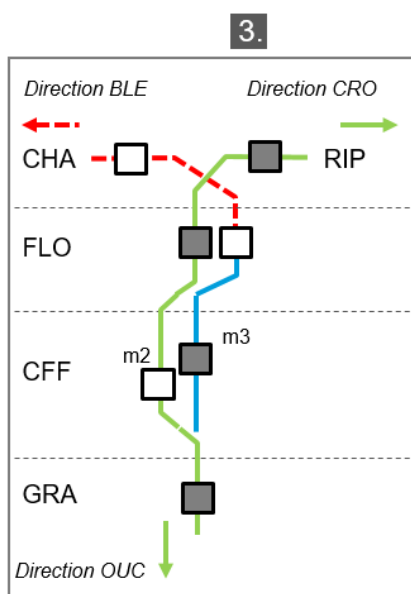
- Mise en service de m2 avec le nouveau tracé,
- Fin des travaux sur m3 et essais des systèmes.

Il est noté que la dépose d'anciens équipements remplacés par le système CBTC peut se poursuivre sur m2 durant cette phase.

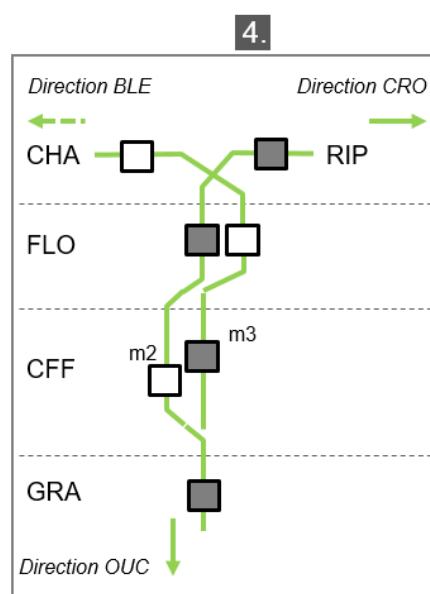
Phase 4:

- Mise en service de m3.

Une mise en service partielle de m3 (jusqu'à Flon) reste une option possible, notamment en cas de retard dans les travaux sur le reste de m3.



Phase 3:
Mise en service nouveau m2
et réalisation des travaux GC
sur m3 FLO-BLE



Phase 4 :
Mise en service m3.
Réseau m2 & m3 stade final

Légende:

- Installation NCBTC sur m2
- voie équipée avec NCBTC
- tracé GC en construction
- Station existante
- Nouvelle station
- tronçon en exploitation avec NCBTC

Figure 8 – Phases 3 et 4 - migration

4.4. Financement du projet

Un premier volet de crédits d'études pour le développement des métros a été voté en mars 2015 par le Grand Conseil de l'Etat de Vaud (document disponible sur le site de l'Etat de Vaud). Ces crédits ont notamment permis de :

- Elaborer le projet de l'ouvrage de l'opération 1 et de préparer le dossier pour la Procédure d'approbation des plans (PAP) de ce secteur.
- Optimiser l'avant-projet de la ligne du m3 entre Lausanne Flon et la Blécherette (opération 2) et de préparer un avant-projet pour l'arrière-gare de Croisettes (opération 3) afin de les intégrer au PALM 2016 et d'établir une estimation du coût global du projet.

Le deuxième exposé des motifs et projets de décret (EMPD), voté en février 2020 par le Grand Conseil a libéré les financements suivants :

- Crédits d'ouvrage pour le tronçon de l'opération 1 dans le périmètre de la Gare de Lausanne
- Crédits d'études pour les phases d'étude de projet et d'appels d'offres pour les opérations 2, 3 et 4
- Crédits d'études pour la maîtrise de l'ouvrage pendant ces phases de projet

Un prochain EMPD du « EMPD Futur » prendra la suite du financement du projet à partir de mi-2022.

Les prestations concernées par le présent mandat seront financées comme suit :

- Tranche fermée : EMPD2
- Tranche ferme non libérée : EMPD futur
- Tranche optionnelle : EMPD futur

4.5. Organisation du projet

4.5.1. Organisation du Maître d'Ouvrage en phase Etudes

Le schéma ci-dessus présente l'organigramme de gouvernance du projet pour la phase actuelle d'études.

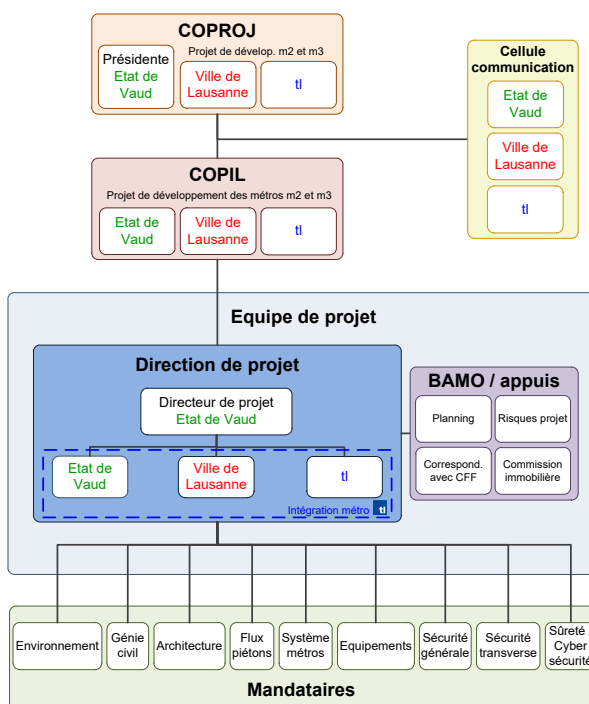


Figure 9 – Organigramme du projet pendant la phase d'études

Au cœur de l'organisation se trouve l'équipe de Direction de projet, elle est pilotée par le Canton de Vaud avec un représentant des partenaires du projet, à savoir la Ville de Lausanne, autorité territoriale, et les tl, exploitant des lignes de métro automatique. Le Canton de Vaud est le Maître de l'ouvrage (MO). Une Equipe de projet appuie la Direction de projet dans la gestion du projet et le pilotage des mandataires.

L'équipe de projet intègre également un rôle d'intégrateur général, nommé également ensemblier. L'organigramme de l'équipe de projet est présenté en annexe

L'organe de pilotage de la Direction de projet est le Comité de pilotage technique (COPIL). Comme dans la Direction de projet, les trois partenaires y sont représentés. Le COPIL prend les décisions techniques nécessaires pour assurer le bon déroulement du projet en termes de qualité, coût, délais et gestion des risques. Le COPIL est présidé par le Directeur général de la mobilité et des routes (DGMR) du Canton de Vaud.

L'ultime instance décisionnelle du projet est le Comité de projet (COPROJ), qui est responsable de la direction stratégique du projet et assure la coordination et l'intégration du projet dans la planification stratégique des trois entités qui y sont représentées. Le COPROJ est présidé par la Cheffe du département des infrastructures et des ressources humaines (DIRH) et les membres suivants : La Directrice des finances et de la mobilité de la Ville de Lausanne et la Présidente du conseil d'administration des tl.

4.5.2. Exploitant / Mainteneur

La société des Transports publics lausannois (tl) est l'actuel exploitant des transports publics de l'agglomération de Lausanne (dont m2). Il sera également l'exploitant et le mainteneur du Métro Automatique m2-m3.

Dans le cadre de ce marché, des réunions de coordination seront à prévoir avec l'exploitant et le mainteneur concernant la mise en œuvre du BIM dans la future gestion des infrastructures du m2-m3.

4.5.3. CFF

Les CFF ont lancé un vaste programme de réaménagement de la gare. CFF est maître d'ouvrage des bâtiments de la gare et maître d'ouvrage délégué par le projet des métros de la section de tunnel comprise entre la rue de Simplon (au sud) et la nouvelle station de métro « Lausanne Gare » (ouest), sur le futur tracé de m2.

4.5.4. Principaux mandataires

Mandataire Système Métro : SyMeo

Le mandataire Système Métro est en charge d'une mission Système transversale visant à atteindre et vérifier les performances globales du Système Métro.

Le mandataire Système assiste également le MO dans le pilotage des marchés CBTC et MR : il est notamment chargé de vérifier la conformité des études, fourniture et prestations aux exigences techniques du contrat et habilité à donner toute instruction sur ces sujets aux industriels.

Mandataire Equipements : BGE

Ce mandataire est en charge du pilotage des marchés Equipements parmi lesquels figurent les marchés des domaines suivants :

- Communications (Réseau Multiservice, Radio exploitant, Téléphonie sol)
- Energie (HT/BT, traction, coupure d'urgence)
- SCADA (y compris hyperviseur / mur d'image au Centre de Gestion du Trafic)
- Voie (y compris moteurs d'aiguille)
- Façades de quai (FDQ)
- Désenfumage tunnel ou gares (FUM)
- Equipements (« EQU ») : Vidéo-surveillance, Info voyageurs (sol), équipements des gares, etc
- Second Œuvre (Chemins de câble en tunnel et stations, faux-planchers notamment).

Le mandataire Equipements est également en charge de la coordination technique spatiale telle que définie dans les référentiels SIA. A ce titre, il conduit lors des études d'exécution ou d'installation des séances de coordination avec les différentes entreprises titulaires, établit des PV et des listes de points ouverts ou décisions. Il établit des plans de coordination permettant d'identifier d'éventuels conflits, à résoudre durant les séances de coordination.

Mandataire Sécurité Générale : ESm3 (SECU)

Le mandataire Sécurité Générale est garant de la démarche sécurité globale et de la cohérence de l'approche sécurité entre les différents mandataires. Il coordonne les activités sécurité entre les intervenants mandataires Système Métro et mandataires Génie-Civil. Il assiste le MO dans les échanges avec l'OFT et avec les Experts / Evalueurs indépendants de Sécurité. Il établit les Registre des situations dangereuses au niveau système global et statue sur la clôture des risques (hors risques concernant l'hygiène, la santé, la sûreté et la sécurité des chantiers et des travailleurs). Enfin, il prépare les dossiers de sécurité selon l'article 15i OCF, en rassemblant les contributions des différents mandataires (Système Métro et génie Civil) et des transports publics de la région lausannoise en tant qu'Exploitant, Mainteneur et Intégrateur.

Mandataire Sûreté, Sécurité publique et Cybersécurité : GESTAW (SUR)

Le mandataire SUR a pour objectif de définir une stratégie de protection de l'infrastructure critique des métros automatiques m2-m3 et de préconiser un niveau de sûreté / sécurité publique / cybersécurité et de résilience à atteindre, pour chacun des sites donnés et selon un cadre juridique précis, intégrant un ensemble de préconisations de lutte contre la malveillance en rapport avec les vulnérabilités/risques identifiées lors d'un diagnostic préalable.

Mandataire Sécurité Transverse : SECTRANS (STR)

Le mandataire STR est en charge de la « sécurité transverse » (hors ferroviaire) intégrant notamment la preuve de sécurité des stations et le Responsable d'Assurance Qualité selon l'AEAI.

Mandataire Risques

Le mandataire RISK est en charge d'assister le MO dans la gestion des risques du Projet.

Mandataires Architectes et Génie-Civil Métro des opérations 1 et 2 :

Le découpage des mandataires Architectes et Génie-civil des opérations 1 et 2 est le suivant :

- m3 – lot 1 / Lausanne Gare – Flon (« opération 1 ») : Groupement EBS (Emch+Berger et Stucky) pour la partie Génie-Civil et Architram pour la partie Architecture
- m3 – lot 2 / Secteur Chaudron : Groupement MAG (Monod Piguet, GVH et Architram)
- m3 – lot 3 / Secteur Beaulieu-Casernes : Groupement DAVEL (BG, Emch+Berger, CCHE et Stucky)
- m3 – lot 4 / Secteur Plaines-du-Loup-Blécherette : Groupement DAVEL (BG, Emch+Berger, CCHE et Stucky)
- m3 – lot 5 / Secteur Tuilière (ARG et remisage Blécherette) : Groupement MAG (Monod Piguet, GVH et Architram).

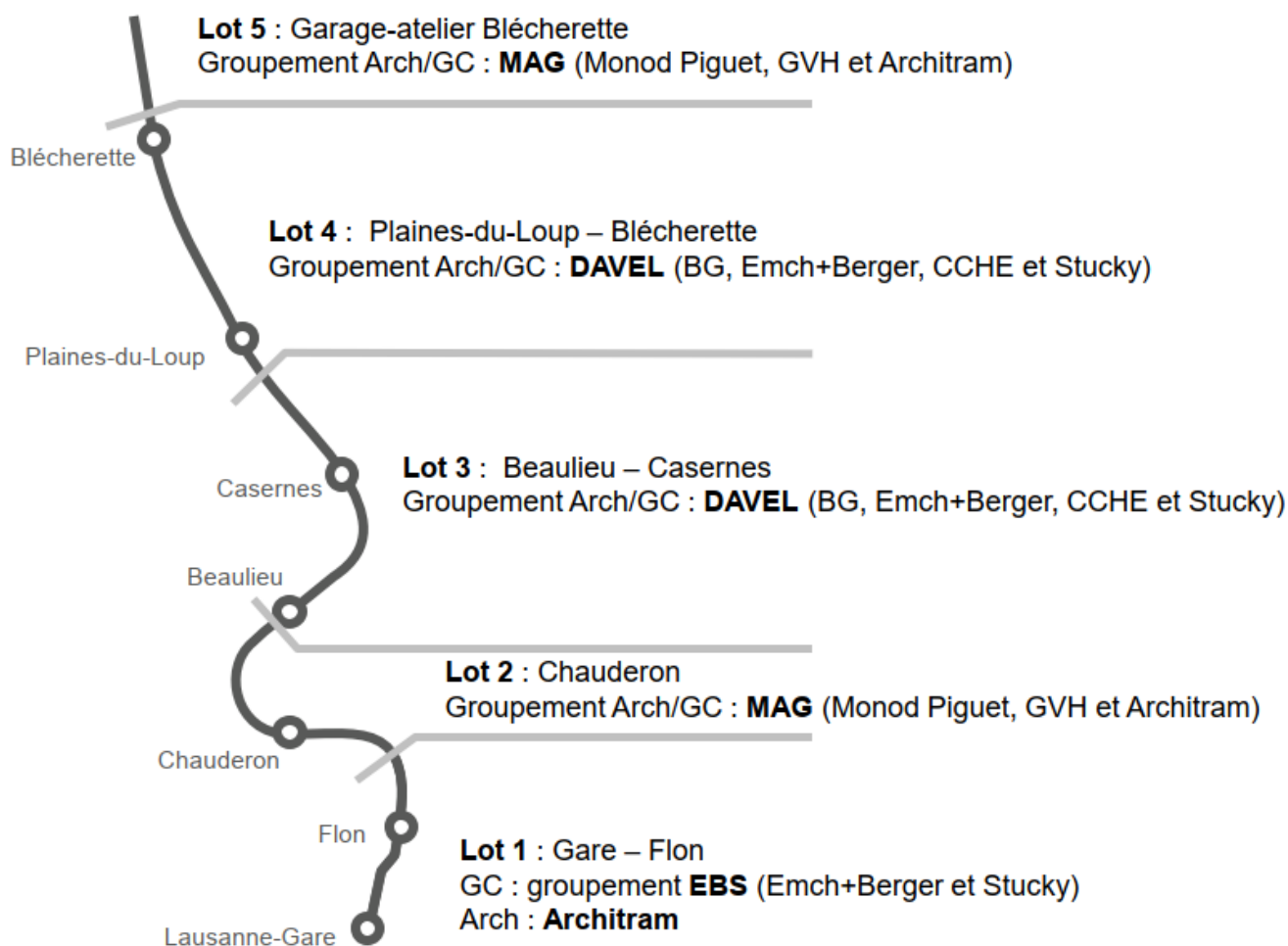


Figure 10 – Lots et groupements AR/GC Opérations 1 et 2

Mandataire Gestion du Trafic chantier

Le mandataire Gestion du trafic chantier est en charge des prestations de gestion de trafic tous modes pendant le chantier de réalisation des opérations 1, 2, 3 et 5.

Il est notamment en charge de l'élaboration du plan de gestion de la mobilité chantier et d'apporter un avis sur les plans de phasage des travaux et de gestion des matériaux excavés réalisés par les mandataires AR/GC.

5. Description des prestations

5.1. Description générale des prestations

5.1.1. Le BIM sur le projet m2-m3

Consciente des avantages que pourrait apporter le BIM au niveau de l'exploitation et de la maintenance de ses infrastructures, la Direction de projet du développement des métros m2-m3 a pris la décision de déployer le BIM sur ses projets :

- BIM niveau 2 sur les stations et dépôts (intégrant 20m du tunnel de part et d'autre)
- BIM niveau 1 sur les tunnels et les stations
- BIM niveau 2 sur la transformation du GAT de Vennes, devant intégrer le bâtiment existant et ses futures extensions

Outre les avantages durant les phases de conception et d'exécution, le but est d'obtenir à la fin de la construction des ouvrages des maquettes numériques qui contiennent les informations nécessaires à l'exploitation et à la maintenance des ouvrages.

Le graphique ci-dessous représente le périmètre d'utilisation du BIM pour les stations selon les domaines de prestation des opérations 1 à 5.

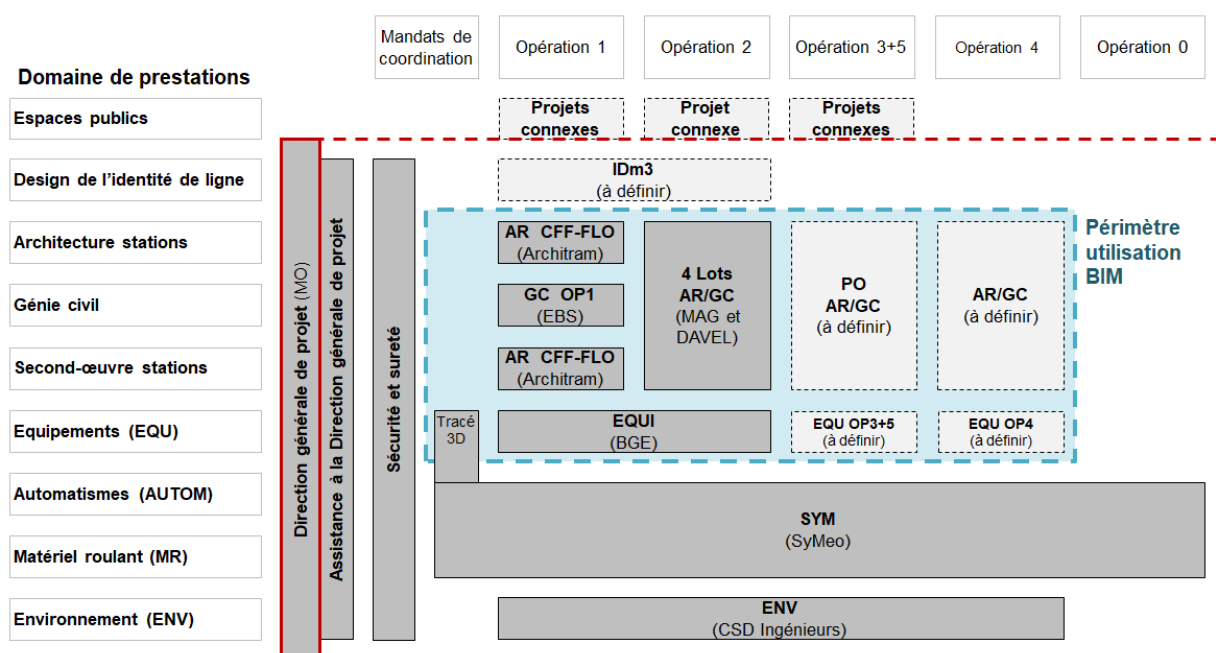


Figure 11 – Domaine des prestations et périmètre de l'utilisation du BIM

Le Plan Directeur BIM de Bâtir Digital constitue la base admise de la gestion d'un projet BIM en Suisse. Il est basé sur la norme internationale ISO19650. Le principe du Plan Directeur BIM Bâtir Digital, dont le processus complet est représenté dans le graphique ci-dessous, sera utilisé sur toutes les Opérations du projet de développement des métros m2-m3.

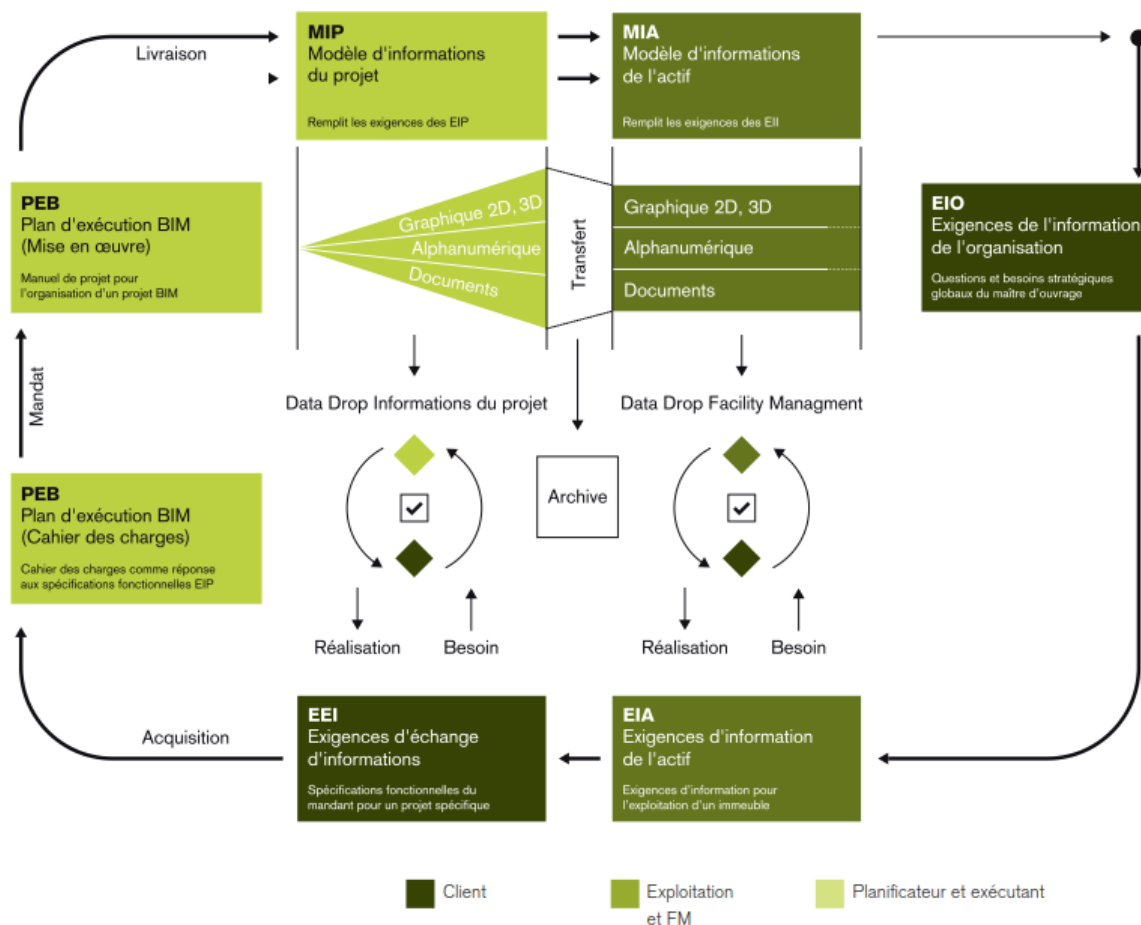


Figure 12 – Plan directeur BIM selon le document Plan directeur BIM – Compréhension de Bâtir Digital

Le Plan d'Exécution BIM (PEB), partie mise en œuvre, applicable au projet est présenté dans une version provisoire en pièce jointe pour le m3 (opérations 1 et 2). Une version validée sera fournie en début de mandat. Il définit les rôles et responsabilité en matière de BIM sur le projet, il doit donc être utilisé comme une référence dans l'application du BIM sur le projet sur **toutes les opérations** du projet.

Le présent mandat concerne la mise en œuvre du Plan d'Exécution BIM (PEB) sur le projet m2-m3 dans les périmètres définis au début de ce paragraphe.

5.1.2. Rôles et responsabilités

La figure ci-dessous décrit les 3 missions à remplir par le futur adjudicataire, sur la base de l'organisation du BIM définie dans le PEB:

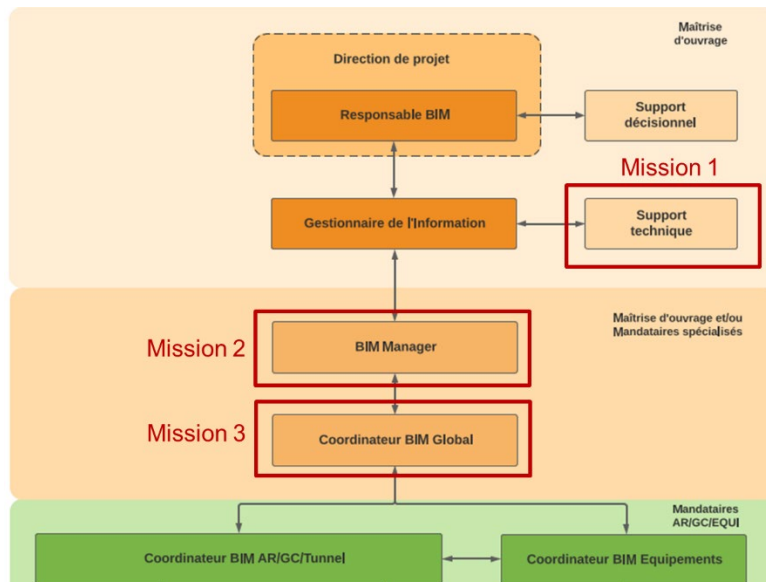


Figure 13 – Organisation BIM du projet et rôles concernés par le présent marché

A ce titre, le mandataire assume (ou co-assume pour ce qui est du rôle de gestionnaire de l'information) les responsabilités suivantes :

	Responsable BIM MO	Gestionnaire de l'Information MO	BIM Manager MO	Coordinateur BIM Global MO	Coordinateur BIM AR/GC/Tunnel	Coordinateur BIM Equipements	Coordinateur BIM Architecture	Coordinateur BIM Structure	Coordinateur BIM Tunnel	Modeleur BIM
Plan d'utilisation	✓ E, V	C	M	G	U	U	U	U	U	U
Plan d'Exécution BIM de mise en oeuvre	✓ -	E, V	C, D	G	C, U	C, U	U	U	U	U
Gestion de la plateforme documentaire Mezzoteam (CDE)	-	E	D	G	U	U	U	U	U	U
Gestion de la Plateforme de collaboration Revizto	-	E	D	G	U	U	U	U	U	U
Coordination BIM 3D de discipline	-	-	-	-	E, D, G	E, D, G	U	U	U	U
Coordination BIM Globale	-	E	D	G	U	U	U	U	U	U
Formation des mandataires	-	-	E	D, G	U	U	U	U	U	U
Gestion de la qualité	-	E, V	D	G	U	U	U	U	U	U

E = Définition des Exigences
C = Création du document
V = Validation
M = Mise en oeuvre document
D = Déploiement
G = Gestion
U = Utilisateur

Tableau 2 – Responsabilités concernées par le présent marché

Le présent marché concerne :

- En tranche ferme :
 - les opérations:
 - OP1 (m3 première étape) et plus précisément la nouvelle station m3 de Flon
 - OP2 (m3 deuxième étape)
 - OP4 (Modification atelier GAT de Vennes)
 - Les prestations jusqu'à la fin de la phase Réalisation (au sens SIA) ~~du m3~~
- En tranche optionnelle :
 - Les opérations OP3-5 (Arrière Gare Croisettes et Extension remisage)
 - Les prestations jusqu'à la fin de la phase mise en service (au sens SIA) et non comprises dans les tranches fermes.

Le schéma ci-dessous synthétise ce découpage avec une indication des durées estimées à la date de rédaction de ce cahier des charges :

Missions	Phases/Opérations					
	Lancement BIM		Réalisation m3		Mise en service m3	
	~2022-2023(*)		~2024-2025(*)		~2026-2029(*)	
	OP1+OP2+OP4	OP3-5	OP1+OP2+OP4	OP3-5	OP1+OP2+OP4	OP3-5
1. Gestionnaire de l'information	TF	TO	(sans objet après mise en place initiale)			
2. BIM Manager	TF	TO	(par futur BIM Manager internalisé)			
3. Coordinateur global BIM	TF	TO	TF	TO	TO	TO

(*) dates indicatives

Tableau 3 – Découpage du marché en tranches

5.2. Description détaillée des prestations

5.2.1. P0 : Conduite du mandat

Les prestations de conduite du mandat sont attendues pour l'ensemble du mandat ainsi que pour l'ensemble du périmètre géographique du projet de développement du réseau métro automatique m2-m3 et l'ensemble des différentes opérations :

- Planification, organisation administrative et technique du mandat y compris établissement et suivi du planning des tâches et livrables
- Mise à jour mensuelle du journal des prestations du mandataire avec description et répartition des heures par catégorie de prestation selon le présent descriptif (pour toute la durée du mandat)

- Organisation des Séances de conduite du mandat bimensuelles avec le chef de projet du MO et présentation de l'état d'avancement du projet. Direction des séances et procès-verbal par le mandataire

5.2.2. P1 : Prestations de support au Gestionnaire de l'Information

Le mandataire secondera dans ses tâches le Gestionnaire de l'Information de l'équipe de projet. Véritable appui au MO, il contribuera notamment à :

- traduire les objectifs du Maître de l'ouvrage en applications du BIM
- représenter le Maître de l'ouvrage pour toutes les questions liées au BIM,
- définir les exigences en informations et les règles de modélisation du projet,
- organiser et piloter les processus de gestion BIM,
- récupérer, vérifier et valider la qualité des informations BIM,
- définir les profils d'exigence et les cahiers des charges de tous les autres participants (BIM Manager, Coordinateurs BIM Global, Coordinateur BIM AR/GC/Tunnel, Coordinateur Equipements, Coordinateurs de disciplines),
- organiser les normes et directives applicables au projet,
- faciliter la collaboration/communication entre les différents intervenants
- participer aux réunions de coordination de chaque lot selon les besoins,
- mettre à disposition les informations conformes à l'exécution nécessaires pour l'exploitation et la maintenance

5.2.3. P2 : Prestations de BIM Manager

Selon les directives de Bâtir Digital, le BIM Manager organise toutes les étapes requises pour le BIM côté mandataire selon les exigences en informations du Maître d'Ouvrage. Ce rôle sera assuré par le futur adjudicataire dans l'attente de la nomination d'un BIM Manager sur le projet par le Maître de l'ouvrage et de sa complète entrée en force sur ce rôle.

Ses tâches sont en détail:

- organiser l'exécution des exigences en informations du Maître de l'ouvrage,
- compléter avec les mandataires le Plan d'Exécution BIM (Mise en œuvre) pour les périmètres non couverts par le plan d'exécution actuel
- faire office d'interlocuteur principal pour les questions relatives au développement du projet numérique entre le Gestionnaire de l'Information et le Coordinateur BIM global du projet,
- représenter les mandataires et le Coordinateur BIM global vis-à-vis du Gestionnaire de l'Information du Maître de l'ouvrage,
- mettre en œuvre les processus de gestion autour du développement du projet numérique,
- être l'interlocuteur pour les participants côté mandataire concernant toutes les questions relatives au thème BIM,
- rassembler et vérifier tous les contenus contractuels et organisationnels du développement du projet numérique et les transmettre au Gestionnaire de l'Information du mandant,
- mettre en place la stratégie de communication requise dans le projet et organiser le système de gestion des tâches,
- vérifier les compétences BIM de l'équipe de projet, le cas échéant organiser les formations nécessaires pour les participants
- assurer le respect des normes et directives applicables sur le projet,
- responsable de la mise en place de la coordination entre les lots

- organiser l'utilisation de la plateforme de gestion documentaire pour l'échange d'informations dans le projet (Mezzoteam),
- organiser la mise à disposition de la plateforme de collaboration (Revizto),
- mettre à disposition les modèles, données et documents conformes à l'exécution nécessaires pour l'exploitation et la maintenance

5.2.4. P3 : Prestations de Coordinateur BIM Global

Le coordinateur BIM global est responsable de l'assemblage des modèles de coordination AR/GC (stations/dépôts et tunnels) et EQUI des mandataires dans un modèle global de coordination. Ce rôle sera assuré en continu par l'adjudicataire dans le cadre du présent marché. Ses tâches sont en détail:

- être l'interlocuteur principal entre le BIM manager et les coordinateurs BIM AR/GC/Tunnel et EQUI concernant les questions de planification numérique,
- assurer la coordination et l'arbitrage entre les coordinateurs AR/GC/Tunnel et EQUI
- représenter les coordinateurs BIM AR/GC/Tunnel et EQUI vis-à-vis du BIM Manager,
- assurer la responsabilité de la mise à disposition du modèle de coordination (composé du modèle de coordination AR/GC/Tunnel et du modèle de coordination EQUI),
- élaborer des rapports réguliers relatifs à l'avancement de la planification des modèles,
- vérifier que les prestations à fournir selon le Plan d'Exécution BIM (mise en œuvre) sont respectées par les différents mandataires (Architecture, Génie Civil, Tunnel, Equipements),
- lister les tâches résultant de la coordination globale des modèles et assumer la responsabilité de leur suivi et leur exécution,
- diriger les formations,
- veiller au respect des qualités d'informations et des standards requis,
- mettre en place une procédure de coordination éprouvée,
- coordonner l'utilisation de la plateforme de gestion documentaire pour l'échange d'information dans le projet (Mezzoteam),
- coordonner l'utilisation de la plateforme de collaboration (Revizto),
- Assembler au fur et à mesure de l'avancement du projet un modèle général de tous les lots à des fins de communication/collaboration interne au Maître d'œuvre et de validation du contenu en informations,

6. Attribution du marché

6.1. Mode de rémunération

6.1.1. Honoraires

Le mandataire sera rémunéré d'après le temps employé effectif avec plafond des coûts.

6.1.2. Rémunération des frais

Les frais accessoires compris dans les honoraires comprennent les frais accessoires du mandataire, tels que photocopies, téléphone, frais de port, infrastructure informatique, assurances, frais et temps de déplacement.

Les frais accessoires rémunérés en complément des honoraires comprennent les frais de reproduction des documents d'appel d'offre, les copies de plans et les autres documents tels que brochures, rapports, etc. qui sont nécessaires pour la planification, la construction et la documentation de l'ouvrage et qui ont été commandés par le maître de l'ouvrage. Ces frais sont rémunérés à raison de 2% des honoraires.

6.2. Documents applicables

Les documents applicables pour la description des prestations à offrir sont les suivants :

- Le texte du contrat de mandat
- Le présent cahier des charges
- Le cahier d'offre à remplir par le candidat et à retourner à l'organisateur
- Les plans et documents joints au dossier d'appel d'offre
- Les normes SIA
- L'ordre de priorité des documents est défini dans le contrat de prestations de mandataire.

6.3. Obligations des contractants

Les « conditions générales applicables au contrat pour les prestations de mandataire » de la Direction générale de la mobilité et des routes de l'Etat de Vaud, sont applicables dans le cadre du présent marché. Elles peuvent être consultées sur le site de l'Etat de Vaud. Elles sont complétées par des précisions ci-après :

6.3.1. Conditions générales

1. Le mandataire tient compte du fait que le contrat est conclu sur la base d'une tranche ferme.
2. Le mandataire est seul responsable face à toute réclamation de tiers concernant la copie ou l'exploitation non autorisée de brevets, marques commerciales, droits de propriété intellectuelle, etc.
3. Le mandataire ne peut céder à des tiers (garant, banque, etc.) en totalité ou en partie, les obligations qu'il doit exécuter conformément au contrat ou en garantie d'engagement ou autres obligations, le mandat ou les revenus de son mandat, sans l'accord du Maître de l'ouvrage.
4. Les prestations contractuelles devront être effectuées conformément au planning contractuel du Maître de l'ouvrage pour la phase projet et des entreprises pour la phase exécution.
5. La TVA (7.7%), sera comptée en sus. Elle sera également adaptée, si nécessaire. Les prestations supplémentaires et les frais extraordinaires seront facturés mensuellement et séparément de la facture

ordinaire, sur la base du tarif horaire moyen proposé dans l'offre de base et d'un bon de commande passé par le maître de l'ouvrage avant l'exécution desdites prestations.

6. Le Maître de l'ouvrage se réserve le droit d'interrompre ou arrêter le mandat après chaque phase sans dédommagement pour l'adjudicataire.
7. Le contrat ne pourra être modifié que par un avenant signé par les deux parties ; l'adjudicataire ne pourra facturer au Maître de l'ouvrage aucune prestation supplémentaire, sauf si celle-ci a fait l'objet d'un accord préalable écrit.
8. Le Maître de l'ouvrage peut, à tout moment, par lettre recommandée adressée au mandataire, résilier immédiatement tout ou partie du contrat pour raison de convenance, sans dédommagement autre pour l'adjudicataire que le paiement des prestations effectuées.
9. Le Maître de l'ouvrage et le mandataire feront leur possible pour régler à l'amiable les différents litiges les opposant. Si le litige ne peut être réglé de cette manière, le cas sera tranché par les tribunaux ordinaires.

Le for juridique est à Lausanne.

6.3.2. Montant minimal de couverture d'assurance RC, par événement

L'assurance RC doit être unique et établie au nom du mandataire / groupement ; elle doit être valable pour toute la durée du contrat. Des assurances multiples ne sont pas admises.

- Lésions corporelles et dégâts matériels : CHF 10'000'000.-
- Dommages ou défauts aux ouvrages : CHF 5'000'000.-