

**EXPOSE DES MOTIFS ET PROJET DE DECRET**

**accordant au Conseil d'Etat un crédit additionnel de CHF 7'886'000.-  
au crédit d'investissement de CHF 23'800'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017  
sous forme d'une subvention à fonds perdus  
à la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher (LEB)  
pour financer la participation cantonale à la construction du  
tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne**

**et**

**un prêt conditionnellement remboursable additionnel de CHF 7'322'000.- au prêt conditionnellement  
remboursable de CHF 22'000'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 au LEB  
pour financer la participation cantonale à la construction du  
tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne**

## **Glossaire**

CCF : Contrôle cantonal des finances

COPROJ : Comité de projet

DAP : Décision d'approbation des plans

D&I : Divers et imprévus

DGMR : Direction générale de la mobilité et des routes

GC : Génie Civil

GC 1 : Lot Génie Civil 1 – Union-Prilly

GC 2 : Lot Génie Civil 2 – Tunnel principal

GTC : Gestion technique centralisée

IS : Installations de sécurité

LEB : Compagnie du chemin de fer Lausanne – Echallens – Bercher SA

LFin : loi sur les Finances (LFin ; BLV610.11)

LMTP : Loi sur la mobilité et les transports publics (LMTP ; BLV 740.21)

MO : Maîtrise d'ouvrage

OCEC : l'Ordonnance du DETEC sur la comptabilité des entreprises concessionnaires (OCEC ; RS 742.221)

OCP : Opération coup de poing

OFT : Office fédéral des transports

PAP : Projet d'approbation des plans

PCF : Prévision du coût final

TAF : Tribunal administratif fédéral

Techfer : Technique ferroviaire

TL : Transports publics de la région lausannoise SA

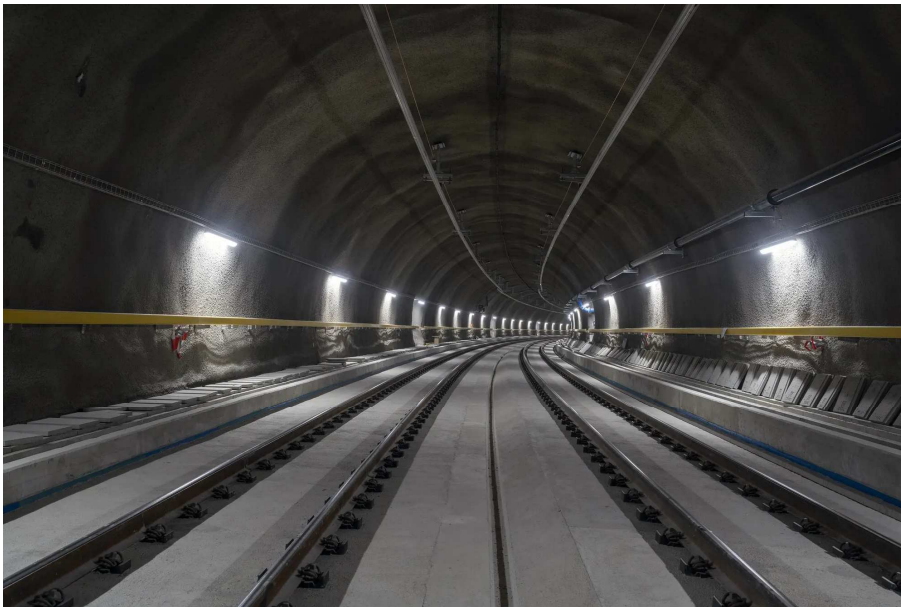
## 1. PRESENTATION DU PROJET

### 1.1 Préambule

Le 15 mai 2022, après cinq ans de travaux, le tunnel ferroviaire de la Compagnie du Chemin de fer Lausanne – Echallens – Bercher (ci-après LEB) sous l’avenue d’Echallens à Lausanne est entré en service. La réalisation de ce tunnel est une étape essentielle pour le développement d’une ligne empruntée chaque année par quelque trois millions de personnes.

Le nouveau tunnel permet notamment un gain de temps de deux minutes dans les deux sens entre Union-Prilly et le terminus du Flon, ainsi qu’une stabilisation de l’offre au quart-d’heure entre Lausanne-Flon et Echallens.

Au terme des cinq années d’un chantier complexe en milieu urbain, et après cinq mois d’exploitation du tunnel sous l’avenue d’Echallens par le LEB, il convient de constater que le projet est une réussite sur le plan qualitatif et fonctionnel et qu’il donne pleine satisfaction aux voyageurs ainsi qu’à son exploitant.



Source : vd.ch



Source : RTS

La réalisation du tunnel LEB sous l’avenue d’Echallens a toutefois été marquée par de nombreux aléas et difficultés, comme la mise au jour de tombes du 19<sup>e</sup> siècle, des émanations de soufre, une roche plus dure qu’attendue ainsi que la pandémie COVID-19, ne permettant pas de respecter le budget initial.

En conséquence, le présent EMPD demande un crédit additionnel pour le complément vaudois du financement du projet, celui-ci représentant 11,5% de l’investissement total. Le tiers du surcoût est à la charge du Canton, le solde est à la charge de la Confédération.

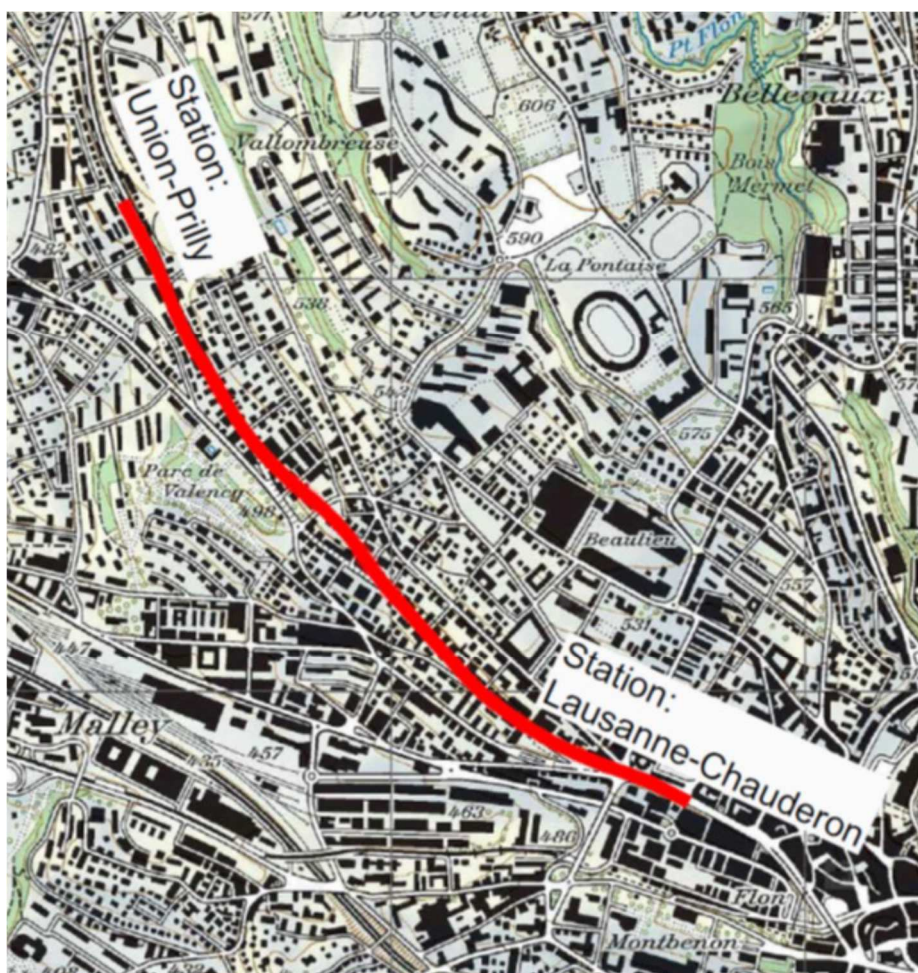
## 1.2 Contexte

Le 23 mai 2017, le Grand Conseil a accepté le projet de tunnel ferroviaire de la Compagnie du Chemin de fer Lausanne – Echallens – Bercher (ci-après LEB) sous l'avenue d'Echallens à Lausanne, permettant notamment :

- Le développement de la ligne Lausanne – Echallens – Bercher en augmentant les cadences de circulation des trains dans un couloir nord, entre Lausanne et Echallens, en fort développement ;
- L'augmentation de la vitesse de circulation des trains sur ce tronçon, aujourd'hui limitée par les règles de la marche à vue et par les dangers permanents d'accidents graves avec des automobilistes, des cyclistes et des piétons ;
- D'assurer la sécurité des usagers sur l'avenue d'Echallens dans un environnement urbain inadapté à la circulation d'un chemin de fer à simple voie sur une route.

A ces fins, conformément à l'EMPD 353 de mars 2017, le Grand Conseil a consenti le 23 mai 2017 à un crédit d'investissement de CHF 23'800'000.- pour l'octroi d'une subvention à fonds perdus à la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher (LEB) et un prêt conditionnellement remboursable de CHF 22'000'000.- au LEB concernant la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne.

Le plan ci-dessous présente le tracé du projet de mise en souterrain de la ligne de chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher, à l'avenue d'Echallens à Lausanne :



Le projet porte sur une longueur de 1'687 m avec un tracé à double voie, entre les gares existantes de Lausanne-Chauderon et de Union-Prilly. Il débute au km -0.227 à l'extrémité ouest du quai de la gare de Chauderon (ndlr : le km 0.000 correspond à la position du bâtiment voyageurs de l'ancienne gare de Chauderon) et se termine au km 1.460 au milieu de la gare Union-Prilly. La longueur du nouveau tunnel est de 1'478 m avec un portail ouest au km 1.251.

### 1.2.1 Budget initial

Selon l'EMPD 353 de mars 2017, décret du 23 mai 2017, le devis du projet de tunnel à l'avenue d'Echallens, y compris les études préliminaires et de projet, se présente comme suit, sans réserve pour risques (base des prix : octobre 2016) :

CFC	Désignation 2016 Montants HT	Total	Financé par crédit-cadre 2013-2016	Solde à financer par crédit-cadre 2017-2020
0	Terrain, foncier	5'390'000	500'000	4'890'000
1	Travaux préparatoires, réseaux sout.	5'030'000	150'000	4'880'000
2	Tunnel principal	55'315'000	0	55'315'000
3	Union-Prilly	17'835'000	0	17'835'000
4	Aménagements extérieurs	4'479'000	0	4'479'000
5	Equipements ferroviaires	26'675'000	0	26'675'000
6	Honoraires mandataires	9'471'000	2'600'000	6'871'000
7	Direction de projet	4'417'000	750'000	3'667'000
8	Frais secondaires	7'717'000	50'000	7'667'000
<b>Total</b>	<b>Total CHF HT</b>	<b>136'329'000</b>	<b>4'050'000</b>	<b>132'279'000</b>

#### 1.2.1.1 Risques

L'estimation de la réserve pour risques a été chiffrée à CHF 6'652'900.- au terme de l'étude d'avant-projet avec les montants pondérés suivants :

Domaine	Mesures anticipées dans le projet pour limiter le risque	Montants des risques pondérés
Géologie : variation toit molasse, failles, effondrement local, limitation des nuisances (sons solidiens)	Etude géotechnique, reconnaissance à l'avancement, méthode d'exploitation, plan de surveillance	1 002 750
Administratif / emprise / expropriation : rallongement de la procédure, etc.	Planification générale, avancement de la procédure d'approbation des plans avant la demande de crédit	802 650
Travaux : risques sur prix fournitures, prix matières premières, coût de l'évacuation matériaux d'excavation, allongement interruptions LEB, dommages aux tiers, risques sur installations sécurité	Budget basé sur le retour des soumissions pour les deux lots principaux de génie civil (tunnel et trémie Union-Prilly), budget de CHF 3'250'000 pour les interruptions du LEB durant 18 semaines, coordination permanente avec services concernant réseaux	4 135 000
Environnement	Suivi de projet et actualisation de l'analyse de risques	712 500
	<b>Montant total risques pondérés</b>	<b>6 652 900</b>

Le crédit adopté le 23 mai 2017 ne comprend pas le financement des risques. En effet, l'EMPD 353 de mars 2017 prévoit que le financement des risques, s'ils devaient se produire, devrait faire l'objet d'un crédit complémentaire dans le cas où il ne pourrait pas être compensé par des économies dans d'autres positions du devis du projet (EMPD 2017 353, ch. 2.5, p.12).

#### 1.2.1.2 Répartition du financement

Les démarches entreprises par la Cheffe du Département de la culture, des infrastructures et des ressources humaines auprès de l'OFT ont conduit à une participation cantonale limitée au tiers du coût du projet, compte tenu de l'importance de ce dernier qui est d'assurer un développement du LEB avec la sécurité nécessaire. En effet, le projet porte sur une mesure de mise en site propre d'une ligne de chemin de fer. Pour le financement de ces dernières, l'OFT se réfère par analogie à la section 8 "croisement des routes publiques et des chemins de fer" de la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF ; RS 742.101). En règle générale, le financement de ce type de projet est réparti à parts égales (50/50) entre les parties concernées. La part à charge de la Confédération étant financée par le Fonds d'infrastructure ferroviaire (FIF). Les Chambres fédérales ont adopté le 6 décembre 2016 l'arrêté fédéral portant sur l'allocation d'un plafond de dépenses destiné au financement de l'exploitation et du maintien de la qualité de l'infrastructure ferroviaire pour les années 2017 à 2020. Ce financement comprend le montant nécessaire pour assurer la contribution fédérale pour le projet de tunnel du LEB à l'avenue d'Echallens.

Par ailleurs, se référant notamment aux règles de la comptabilité des chemins de fer figurant dans l'Ordonnance du DETEC sur la comptabilité des entreprises concessionnaires (OCEC ; RS 742.221), l'OFT a indiqué que la moitié de l'investissement, correspondant aux coûts non-activables, soit les travaux préparatoires, la creuse du tunnel ainsi que de l'excavation de la trémie de Prilly-Union, doit être financée par une subvention à fonds perdus. Cette part comprend aussi les honoraires des mandataires et les frais de direction de projet imputables. Cette part ne sera ainsi pas activée dans le bilan du LEB et ne fera pas l'objet d'un amortissement annuel par le LEB.

L'autre moitié, activable, qui correspond à des constructions et équipements qui à terme devront être renouvelés, est financée par un prêt conditionnellement remboursable. Selon les directives de l'Administration fédérale des finances concernant la TVA, l'entreprise de chemin de fer ne peut pas récupérer la TVA préalable pour les objets financés par une subvention à fonds perdus. En revanche, la TVA préalable est rétrocédée pour les objets financés par un prêt conditionnellement remboursable.

Ainsi, la répartition initiale du financement du projet se présente comme suit :

Répartition du financement entre la Confédération et le canton (HT)	Part	Total	dont Subvention à fonds perdus (HT)	dont Prêt cond. remboursable (HT)
			50.00%	50.00%
<b>Total</b>		132'279'000	66'139'500	66'139'500
<b>Part Confédération</b>	66.67%	88'186'000	44'093'000	44'093'000
<b>Part Canton</b>	33.33%	44'093'000	22'046'500	22'046'500
<b>Part Canton HT pour prêt cond. remboursable (arrondi)</b>				<b>22'000'000</b>
<b>Part Canton TTC pour subvention à fonds perdus yc TVA à 8%</b>			23'810'220	
<b>Part Canton TTC pour subvention à fonds perdus yc TVA à 8% (arrondi)</b>			<b>23'800'000</b>	

Les principes de financement ci-dessus s'appliquent également au financement des surcoûts du projet, objet du présent EMPD.

### 1.3 Etat de réalisation du projet

Au moment de la rédaction du présent EMPD, le tunnel sous l'avenue d'Echallens a été mis en service (15.05.2022). Des travaux de démantèlement, de finition, de mise en service des installations de sécurité définitives et les travaux de requalification de l'avenue d'Echallens se poursuivent jusqu'en 2024.



Source : TL

Les crédits cantonaux acceptés par le Conseil d'Etat le 01.03.2017 et validés par le Grand Conseil le 23.05.2017 ont été consommés au 30.09.2022 à hauteur de :

- PCR 520000000127 : CHF 25'006'000.- sur CHF 22'000'000.-.
- EOTP I.000639.01 (LEB – Tunnel Avenue d'Echallens) Subvention à fonds perdus : CHF 23'331'713.74.- sur CHF 23'800'000.-.

Le poste divers et imprévu a été entièrement consommé au 30.06.2021.

## **Autorisation d'engager des dépenses supplémentaires**

Conformément à l'article 35, alinéa 3 de la loi sur les Finances (LFin, BLV 610.11), le Conseil d'Etat, le 09.12.2020 et la Commission des finances, le 04.03.2021, ont donné leur autorisation pour l'engagement de dépenses supplémentaires sur l'EMPD no 353 et décret du 23 mai 2017 relatif au projet de tunnel LEB.

### **1.4 Prolongation de la durée du projet**

En regard de la complexité du projet, d'aléas et de modifications de projet, de certaines orientations budgétaires données par les commanditaires, le budget initial pour la réalisation du tunnel LEB s'est avéré insuffisant. Les chapitres ci-après exposent les différentes causes de ces surcoûts.

#### **1.4.1 Prolongation générale de la durée du projet**

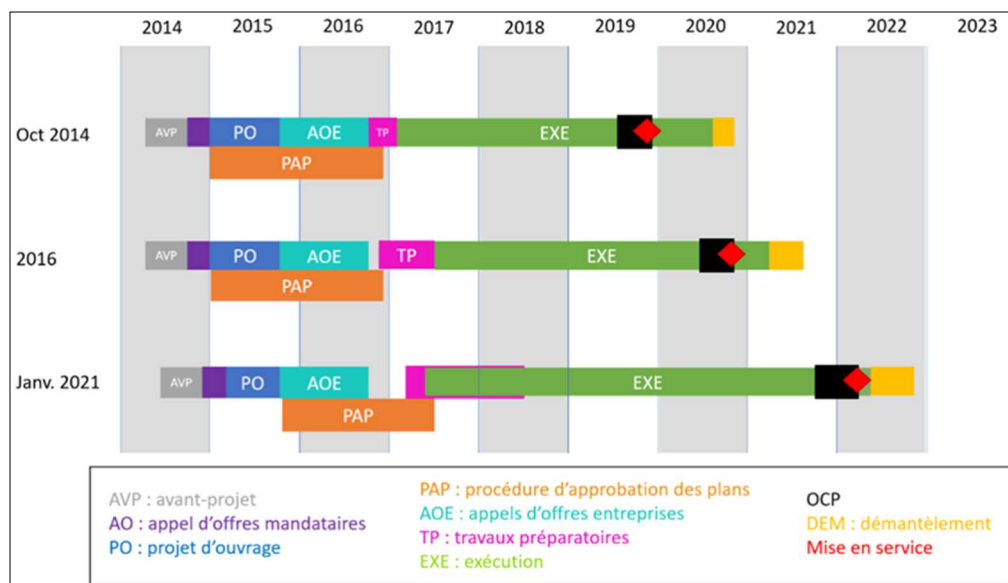
Le contexte de forte pression sur les délais lors de la phase initiale du projet, phase durant laquelle le rythme était extrêmement soutenu, a conduit à un planning qui s'est finalement révélé trop ambitieux.

Les conséquences sont un démarrage des travaux avec sept mois de décalage par rapport à l'avant-projet (de 2014) et dix semaines calendaires en comparaison avec l'appel d'offres génie civil (de 2016), un décalage en cascade de l'opération coup de poing (OCP) finale et une augmentation de la durée de la substitution du train de 100 jours initialement à environ 200 jours calendaires (en 2020) et donc un report de la date de la mise en service du tunnel.

En plus de la planification susmentionnée, s'ajoutent les nombreux aléas de projet et chantier qui n'ont pas pu être absorbés - faute de marges dans le planning - et qui sont venus s'accumuler sur le chemin critique. Il y a eu, en particulier :

- le recours contre la décision d'approbation des plans (DAP) au tribunal administratif fédéral (TAF) d'un opposant ;
- la découverte de plus de cinquante tombes au lieu des quelques-unes attendues dans la zone d'installation de chantier du parc de la Brouette ;
- une problématique inédite en Suisse de génération de gaz toxique sulfureux sur certains tronçons d'excavation et une abrasivité de la roche inattendue qui a posé des problèmes au consortium en charge du lot de génie civil 2 (GC2 – Tunnel principal),
- les effets de la crise sanitaire du COVID-19 ;
- les confortements du terrain suite aux tassements dans le secteur de Montétan ;
- ainsi que le non-respect des rendements contractuels et jalons par le consortium en charge du lot de génie civil 2. Le consortium d'entreprises en charge de l'excavation de cette partie du tunnel n'a en effet pas été en mesure de respecter ses rendements contractuels, malgré la mise en œuvre de moyens importants, car ils étaient techniquement trop ambitieux par rapport à la complexité du projet et aux contraintes d'accès et de logistique. Les surcoûts de ces jours de retard n'ont pas été rémunérés et ont donc été une perte sèche pour le consortium.

La somme de ces problématiques a engendré une prolongation totale de la durée des travaux de deux ans (durée de 4.5 ans contre 2.5 ans prévus initialement).



Une première modification importante opérée en 2015, dans le cadre du projet d'ouvrage, a prolongé la durée des travaux de 155 jours. Elle a consisté en un déplacement de la zone d'installation de chantier principale du Parc du Petit Montétan (situé environ au milieu du tracé du nouveau tunnel => 2 fronts d'excavation) au Parc de la Brouette (situé à l'extrémité est du tracé du nouveau tunnel => 1 seul front principal d'excavation).

Cette modification de projet a été rendue nécessaire afin d'assurer la creuse d'une manière plus optimale qu'initialement prévue. De plus, le marinage des matériaux d'excavation par un puit d'accès d'environ 35 mètres aurait été le facteur limitant au niveau de la logistique de chantier rendant impossible les deux fronts d'attaque en simultané.

Il est à relever que le raccordement sur le tunnel Tridel pour l'évacuation des matériaux a permis d'atteindre des pics d'évacuation de matériaux qu'il n'aurait pas été envisageable de tenir par un marinage par le haut, et ce à fortiori dans une zone d'installation de chantier de taille réduite et avec une accessibilité limitée (Parc du Petit Montétan).

Les éléments ayant engendré un prolongement de la durée de réalisation sont listés ci-dessous.

Synthèse des jours de retard	Nb de jours ouvrés
Déplacement zone d'installation de chantier principale	165
Décalage lié à la prolongation de la phase études, projet, procédure (décalage de février 2017 à mi-juin 2017 : 4.5 mois)	100
Report du démarrage travaux au 28 août 2017 (recours TAF)	40
Travaux supplémentaires puits Brouette – difficulté excavation, archéologie et réduction horaire travail en raison des nuisances riverains	42
Mesures d'accélération 1 (contre-attaque Chauderon)	-45
Retard excavation dû à des problématiques géologiques (émanations de soufre, abrasivité, tassements Montétan)	70
Interruption de chantier à cause du COVID-19 + pertes de rendements à cause des mesures COVID-19	30
Retards entreprise GC2 (rendements non atteints, surestimations dans offres, abrasivité)	80
Planification entre Technique ferroviaire et Génie Civil (1 et 2) sans considérer une coactivité	95
Augmentation durée OCP (complexité sous-estimée + vacances hiver 21/22 + mise en exploitation)	75
<b>Total décalage de la mise en service</b>	<b>652<sup>1</sup></b>

<sup>1</sup> 522 jours ouvrés équivalent à 2 ans.

#### 1.4.2 Mesures d'accélération

En regard du retard important pris par le projet, la direction de projet, en relation avec les mandataires et les entreprises concernées, a présenté deux mesures d'accélération principales dans le dessein de compenser les retards accumulés, en particulier au démarrage du projet (recours contre la DAP) :

- 1) Côté GC2 (Tunnel Principal) : mise en place d'une seconde équipe dans le tunnel principal pour réaliser le tronçon côté Lausanne-Chauderon en parallèle de l'attaque principale vers Union-Prilly, pour un gain de 45 jours de travail. Cette mesure a été validée par l'OFT et le Canton, contractualisée et effective depuis le démarrage de l'excavation fin janvier 2019 pour un montant de CHF 2'270'111.-, imputé au lot GC 2.
- 2) Côté GC1 (Union-Prilly) : poursuite de l'excavation sur 150m environ après le tronçon sous la voûte parapluie, pour un gain escompté de 35 jours. Cette mesure avait initialement été validée et activée. Les engins de chantier ont ainsi été réservés par l'entreprise, qui avait commencé sa planification. Compte tenu du coût finalement trop élevé de la mesure (CHF 1'500'000.-) par rapport au gain planning, et des risques de dépassements budgétaires, cette dernière a finalement été annulée par le COPROJ le 8 juillet 2019. CHF 465'000.- ont toutefois dû être payés à l'entreprise afin de couvrir les frais engagés pour la réservation des engins de chantier et la planification de projet.

Mesure	Date de validation COPROJ/DGMR/OFT	Gain théorique escompté	Date de mise en œuvre	Gain effectif
1	25.05.2018 14.06.2018	45 jours	28.01.2019	45 jours
2	05.10.2018 15.11.2018	35 jours	Annulée en juillet 2019	0

Le planning initial trop ambitieux, a entraîné des conséquences en cascade menant à un allongement de la durée des travaux de deux ans et demi et d'importantes conséquences financières, notamment sur les honoraires des mandataires et du maître d'ouvrage LEB.

#### 1.5 Surcoûts

Les 652 jours de retard (environ 2.5 ans) détaillés au chapitre 1.4, les aléas rencontrés lors de la réalisation du projet et les autres causes identifiées ont eu d'importantes conséquences financières détaillées ci-après. L'allongement de la durée des travaux de 2.5 ans s'explique par la nature complexe d'un projet de tunnel ferroviaire en milieu urbain, par les aléas rencontrés lors de sa réalisation, des développements du projet en cours de réalisation.

Le budget initial, la prévision du coût final et le surcoût se présentent comme suit :

	CHF
Budget initial (EMPD 2017)	132'279'000.-
Prévision de coût final 2022 (PCF)	176'208'880.-
<b>Surcoûts</b>	<b>43'929'880.-</b>

Le surcoût représente 33% du budget initial hors risques retenu dans l'EMPD. Il faut cependant relever que le budget EMPD ne comprenait pas les risques estimés en 2017 (CHF 6'652'900.-), ni le renchérissement retenu dans cette PCF (CHF 11'000'000.-).

D'une comparaison à périmètre égal, soit en incluant les risques dans le budget et en excluant le renchérissement dans la prévision du coût final (PCF), il ressort un surcoût de CHF 32'989'880.-, soit 23.7% par rapport au budget initial.

Les surcoûts de CHF 43'929'880.- ont été classifiés selon les causes principales suivantes :

<b>Causes principales</b>
Variations économiques
Aléas de chantier
Modifications de projet
Lacunes (erreurs et oublis mandataires, autres lacunes)
Révisions budgétaires

Les précisions suivantes doivent être apportées concernant la cause « Lacunes ».

➤ **Lacunes**

Un nombre conséquent de lacunes dans l'établissement et le suivi du projet ont été constatées au fur et à mesure de l'avancement de ce dernier, générant des surcoûts importants sur différents postes budgétaires.

Ces lacunes sont partiellement imputables au mandataire principal. Il faut cependant relever que l'appel d'offres de 2015 relatif au mandataire principal a été fait de manière précipitée, avec un cahier des charges lacunaire en regard de la complexité du projet d'un tunnel en milieu urbain.

En raison de ce cahier des charges lacunaire, le mandataire principal a fait valoir de nombreuses offres complémentaires pour les éléments non prévus dans l'offre initiale.

Etablis en 2016, les appels d'offres des entreprises de construction ont également révélé plusieurs lacunes importantes en raison de projets de construction insuffisamment aboutis.

Ces appels d'offres incomplets ont entraîné un nombre important d'offres complémentaires valables de la part des entreprises sur toute la durée des travaux.

Une part non négligeable des surcoûts est également induite par des imprécisions, des oublis et des besoins de corrections de la part du mandataire principal.

➤ **Révisions budgétaires**

Le devis établi en 2016 a été révisé en tenant compte des premières soumissions rentrées des appels d'offres, dont les prix étaient plus bas que les montants estimés. Les révisions portent sur un montant de CHF 6'245'605.-.

**Ces précisions étant apportées, le descriptif des objets ayant entraînés des surcoûts est présenté par catégories. Après analyse du dépassement budgétaire, en regard des causes souvent multiples des surcoûts par objet, ces derniers sont présentés ci-après, avec leur répartition dans les quatre causes principales « Aléas », « Modifications », « Lacunes », « Révisions budgétaires », mentionnées au chapitre 1.5. Le dépassement relatif aux variations économiques ne fait pas l'objet d'une ventilation sur les autres causes susmentionnées.**

**Les montants ci-après sont exprimés en CHF hors-taxes.**

## **Variations Economiques**

### **1.5.1 Variations économiques**

Au 30.09.2022, le renchérissement effectif s'élève à CHF 4'073'000.-.

La réalisation du tunnel LEB n'était pas encore arrivée à son terme et au vu de la tendance haussière sur les prix dont l'évolution demeure encore incertaine, il existe un risque important de renchérissement complémentaire d'ici à la fin du projet.

Le montant total du renchérissement pris en considération, avéré et planifié, se monte à CHF 11'000'000.-, entièrement imputé à la cause « variations économiques ».

## Mandataire Principal

### 1.5.2 Mandat du mandataire principal

Les études d'avant-projet trop sommaires, couplées à une forte pression planning dans les phases amont du projet (cf. chapitre 1.4.1), ont conduit à une mise en soumission précipitée du mandat couvrant toutes les phases de projet (planification, direction des travaux et mise en service du tunnel).

Ceci a eu pour conséquence une sous-estimation de la durée du projet et des moyens humains et financiers nécessaires pour réaliser les prestations attendues. Cette sous-estimation a eu des conséquences importantes sur l'offre du mandataire et sur la décision d'adjudication du maître d'ouvrage.

Ainsi, des offres complémentaires pour un montant de CHF 3'986'000.- ont dû être consenties pour mener à bien le projet, alors que le montant adjugé en 2015 au mandataire principal était de CHF 3'408'743,95.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
3'986'000.-	1'594'400.-	1'594'400.-	797'200.-	0.-

### 1.5.3 Lots GC1 et GC2

Sur les lots GC1 et GC2, les soumissions de 2016 se sont révélées lacunaires. En conséquence et en regard de la complexité des ouvrages à réaliser, il a été nécessaire d'accepter d'importantes et onéreuses offres complémentaires des consortiums d'entreprises, pour un total de CHF 3'560'000.-.

La problématique générale des offres complémentaires concerne les nouveaux prix, offerts hors concurrence de la procédure d'appel d'offres, et donc plus onéreux, ceci malgré les analyses, vérifications, comparaisons et démarches de négociations systématiquement entreprises par la direction de projet.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
3'560'000.-	1'068'000.-	0.-	712'000.-	1'780'000.-

### 1.5.4 Quantités de matériaux d'excavation évacué par CFF Cargo

S'agissant de l'évacuation de matériaux par le rail, le mandataire principal a sous-estimé le volume « hors profil technique<sup>1</sup> » et n'a pas tenu compte des volumes « hors profil géologique<sup>2</sup> ».

Ceci, couplé à l'augmentation de la densité des matériaux, la présence d'eau de chantier et d'eau de pluie dans les matériaux évacués a occasionné un dépassement des volumes évacués de 75'000 tonnes par rapport aux prévisions initiales de 200'000 tonnes.

Ceci a eu pour conséquence le dépassement de la capacité de la décharge du Lessus, impliquant une augmentation du prix unitaire d'évacuation pour les tonnes de 240'000 à 270'000 et un changement d'exutoire à la gravière d'Epeisses SA (GESA) pour les 5'000 tonnes.

Au final, l'évacuation de 275'000 tonnes de matériaux aura coûté CHF 8'378'500.-, occasionnant un surcoût de CHF 625'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
625'000.-	312'500.-	0.-	312'500.-	0.-

<sup>1</sup> Hors profil technique : l'entreprise excavant le tunnel doit garantir un espace libre minimum. Dans les faits, il est impossible d'excaver exactement selon la ligne théorique. Il y a forcément quelques centimètres excavés en plus. Ces quelques centimètres en plus, sur tout le pourtour du tunnel, multipliés par le linéaire du tunnel, constituent des volumes non négligeables. Comme prévu dans la norme SIA 118/198, ces volumes de sur-excavations ne sont pas payés à l'entreprise excavatrice. Mais l'évacuation des matériaux est rémunérée au tonnage effectif.

<sup>2</sup> Hors profil géologique : volumes ou blocs entiers qui doivent être détachés du massif, ou petits effondrements localisés. Ces problèmes, imprévus, locaux sont dus aux conditions locales, naturelles et donc de la responsabilité du MO (comme tous les éléments relatifs au terrain). Ces volumes sont donc rémunérés à l'entreprise de construction en sus et l'évacuation des matériaux est rémunérée au tonnage effectif.

### 1.5.5 Quantités béton projeté

Les quantités d'excavation effectives se sont avérées plus importantes que celles calculées (cf. chapitre 1.5.4). Contractuellement, seuls les volumes théoriques ont été payés à l'entreprise lors de la phase d'excavation, hormis les coûts d'évacuation par le rail.

En revanche, les sur-excavations mentionnées ci-dessus ont dû être recomblées par du béton projeté, dont les volumes effectifs ont dû être payés en sus à l'entreprise conformément à la norme SIA 118/198.

Le surcoût lié au béton projeté provient de la sous-estimation des quantités de la part du mandataire principal, mais également de l'identification tardive de la problématique, il s'élève à CHF 2'471'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
2'471'000.-	1'235'500.-	0.-	1'235'500.-	0.-

### 1.5.6 Lacunes dans le devis

Certaines prestations n'ont pas été identifiées dans le devis du projet d'ouvrage qui a servi à l'établissement du budget, ainsi que dans les soumissions, alors qu'elles étaient techniquement prévues dans les dossiers et rapports des différentes phases de projet.

- Eclairage de maintenance/service dans le tunnel et pas uniquement dans locaux techniques : CHF 550'000.-.
- Téléphonie filaire de secours : CHF 100'000.-.
- Climatisation/ventilation des locaux techniques : CHF 100'000.-.

Total lié aux prestations oubliées dans le projet d'ouvrage : CHF 750'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
750'000.-	0.-	0.-	750'000.-	0.-

### 1.5.7 Non linéarité du béton de finition

Afin de respecter le gabarit des trains et des chemins de fuite, un vide théorique doit être garanti par le consortium du lot GC 2 afin que le profil d'espace libre soit garanti en conformité avec les dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer. En fonction des conditions d'excavation et de géologie, il arrive qu'il y ait une excavation localement plus importante. Seul le volume théorique est payé au consortium du lot GC 2. En revanche, selon la norme SIA 118/198, les remplissages en béton projeté sont à charge du maître d'ouvrage.

Afin d'éviter de trop importants surcoûts de comblement, seules les quantités nécessaires à la statique de l'ouvrage ont été mises en place. En conséquence, la géométrie de la surface rendue pour les travaux Techfer et pose des équipements présentaient des discontinuités au niveau du béton de finition.

Cette situation a nécessité des adaptations et des compléments de supports de fixation qui n'avaient pas été identifiés en amont, dont le surcoût est estimé à environ CHF 250'000.-.

Cette solution demeure toutefois plus avantageuse qu'un comblement au moyen de béton projeté supplémentaire.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
250'000.-	250'000.-	0.-	0.-	0.-

### 1.5.8 Etanchéité du radier

En 2019, l'expert GC a validé des plans d'exécution pour le radier de la trémie et de la tranchée couverte à Union-Prilly. Plusieurs étapes ont été bétonnées conformément à ces documents. En raison d'une valeur conforme aux normes, mais proche de la limite supérieure de l'écartement des fissures à l'état limite de service<sup>1</sup>, l'expert a par la suite recommandé une mesure complémentaire de précaution afin de diminuer la perméabilité et la largeur des fissures dans le béton.

<sup>1</sup> Etat limite de service : Contrairement à l'état limite ultime d'un ouvrage à la rupture (sa résistance structurale à des sollicitations juste avant l'effondrement), l'état limite de service caractérise les limites de sollicitations avec des charges durant une utilisation normale d'un ouvrage, avec des coefficients de réduction, pour que la stabilité de l'ouvrage soit durablement garantie malgré la répétition des

Pour garantir la durabilité de l'ouvrage dans un secteur inaccessible après construction de la dalle flottante (tant pour des contrôles de suivi que pour des réparations), il a été retenu de poser une couche d'étanchéité projetée sur la face supérieure du radier, dont le surcoût des travaux est de CHF 78'000.-.

Cette opération n'ayant pas été intégrée dans la planification par le mandataire, elle occasionne un surcoût de CHF 225'000.- pour la replanification en urgence des travaux Techfer, portant le total à CHF 303'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
303'000.-	0.-	0.-	303'000.-	0.-

### 1.5.9 Second œuvre

Le second œuvre représente l'ensemble des petits marchés tels que les escaliers, les faux-planchers, la peinture, les portes, la serrurerie, les revêtements de sols, mais également l'architecture du passage inférieur d'Ombreval.

Pour l'ensemble des éléments précités, le devis initial prévoyait un montant de CHF 778'600.-. Après analyse et pour donner suite aux premières soumissions rentrées, il s'avère que ce budget a été sous-estimé, tant du point de vue du périmètre des travaux que du montant nécessaire à leur réalisation.

Après consolidation des montants avec le mandataire, le surcoût lié à ces marchés de second œuvre se monte à CHF 995'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
995'000.-	0.-	0.-	995'000.-	0.-

## Aléas de chantier

### 1.5.10 Soufre

La présence inédite de roches sulfurées, générant des émanations de gaz toxiques lors de l'excavation, a nécessité de nombreuses interruptions de chantier. L'excavation a premièrement été stoppée pendant une semaine afin d'identifier et comprendre la problématique, puis de déterminer les mesures de protection à mettre en place pour permettre une reprise des travaux tout en garantissant la sécurité des ouvriers.

Puis, des pauses d'une durée allant de 10 à 30 minutes environ devaient être faites en cas d'augmentation excessive des concentrations de gaz dans le tunnel pour permettre sa ventilation, ce qui en cumulé représentait fréquemment plus de deux heures d'interruption par jour.

Au total, les problématiques liées au soufre ont généré un surcoût de CHF 1'500'000.- (qui comprend les salaires, les coûts fixes des machines, les installations de chantier, les mesures de sécurité sanitaires de protection spécifiques pour les ouvriers, les appareils de mesures et le suivi environnemental). A noter qu'aucune perte de rendement n'a été rémunérée à l'entreprise.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'500'000.-	1'500'000.-	0.-	0.-	0.-

### 1.5.11 Abrasivité

Dans le cadre des travaux d'excavation du tunnel en direction d'Union-Prilly, le consortium d'entreprises de génie civil a émis une demande de rémunération complémentaire à hauteur d'un montant de CHF 1'556'724.40, destinée à couvrir les surcoûts en lien avec l'abrasivité de la roche jugée excessive dans certains secteurs.

Sur la base des analyses effectuées par ses mandataires et les résultats d'essais complémentaires effectués par des laboratoires spécialisés sur des échantillons de roches prélevés sur le chantier, le maître d'ouvrage a formulé une contre-proposition de rémunération complémentaire d'un montant de CHF 1'200'000.-, laquelle a été refusée par le consortium.

---

sollicitations. Pour la durabilité d'un ouvrage en béton armé soumis à la flexion, l'écartement des fissures induites par les contraintes est un critère important, car ces ouvertures sont une porte d'entrée pour des infiltrations d'eau. Cette eau accélérerait le processus de dégradation des armatures du béton armé. Ce processus diminuerait la durée de vie et augmenterait les risques de devoir effectuer des opérations d'entretiens lourds.

Les deux parties ont donc convenu d'engager une procédure arbitrale avec un expert indépendant et neutre dont l'objectif était de déterminer et quantifier objectivement les conséquences financières de l'abrasivité de la roche, en regard des données de l'appel d'offres, des résultats des sondages et des essais de laboratoire ainsi que toutes autres informations collectées lors de la réalisation de ces travaux.

Les conclusions de cette procédure ont chiffré le surcoût à CHF 1'137'275.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'137'275.-	1'137'275.-	0.-	0.-	0.-

#### 1.5.12 Bruit de chantier / nuisances riverains

Les nuisances du chantier ont mené à des aménagements complémentaires à ceux prévus dans les soumissions de base, telles que l'insonorisation de la ventilation du chantier de la Brouette et le portail phonique côté Union-Prilly, pour un montant total de CHF 400'000.-.

La problématique des nuisances de chantier étant devenue un sujet d'attention et afin d'apporter un soutien et un suivi de qualité aux riverains durant l'opération coup-de-poing (ci-après OCP), la direction de projet a mis sur pied une présence physique (agents « Gendarmes du Bruit »). Ce personnel est sur site pour garantir le respect des horaires de travaux, limiter les bruits inutiles, un niveau de nuisance de chantier « acceptable » et en cohérence avec la communication faite aux habitants des différents secteurs concernés par les bruits de chantier. Le rôle du médiateur de chantier a été complété en faisant recours à une assistance téléphonique « Riverains 24h/24 7j/7 » afin de collecter les plaintes et appels, et de faire le relais avec le(s) gendarme(s) du bruit sur le terrain. Le coût de ces mesures est de CHF 140'000.-.

Au total, le surcoût lié aux mesures susmentionnées est estimé à CHF 540'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
540'000.-	432'000.-	108'000.-	0.-	0.-

#### 1.5.13 Crise COVID-19

Les entreprises ont émis des revendications liées aux arrêts de chantier, ordonnés par le maître d'ouvrage suite aux directives édictées par l'Office fédéral de la santé publique et l'Etat de Vaud, puis la reprise progressive au début du printemps 2020, consécutifs à la crise COVID-19 et les mesures appliquées sur le chantier.

A ceci s'ajoutent les plus-values, sous formes d'offres complémentaires mineures liées aux fournitures de béton, de tôles inox et des cintres que la direction de projet a accepté de financer en raison de leur caractère exceptionnel.

En effet, la crise COVID a rendu l'approvisionnement de certains matériaux impossible, impliquant par exemple une modification de la recette du béton.

Conformément à la pratique du Canton de Vaud et à la norme SIA 118, qui fait partie intégrante des conditions contractuelles des entreprises de génie civil sur le chantier, les surcoûts liés au COVID-19 ont été limités à un montant de CHF 515'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
515'000.-	515'000.-	0.-	0.-	0.-

#### 1.5.14 Infrastructure Tridel

Tridel a mis gracieusement à disposition son tunnel et sa voie ferrée pour l'évacuation des matériaux d'excavation. Le LEB s'est engagé, par convention, à assumer une partie des coûts d'entretien de la voie ferrée de la partie basse du tunnel de Tridel – entre Sébeillon et le raccordement du puits de la Brouette, ainsi que des potentiels coûts de remise en état en cas de dommage occasionné par le chargement des wagons.

Au niveau de la zone de chargement, le consortium du lot GC2 a mis en place des plaques de béton pour protéger le ballast de la voie sur la longueur indiquée par Tridel. Malgré ces mesures, l'état des lieux de fin de travaux a mis en évidence un défaut de géométrie de la voie, probablement induit par les charges statiques des wagons en chargement. Une entreprise spécialisée a dès lors dû intervenir pour réparer les dommages causés.

Le coût de ces travaux de remise en état, à charge du projet, s'élève à environ CHF 35'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
35'000.-	35'000.-	0.-	0.-	0.-

#### 1.5.15 Technique ferroviaire (Techfer)

Les travaux du marché Techfer (dalle flottante / voie ferrée, ligne de contact, basse tension, ventilation, gestion technique centralisée) devaient débiter selon le planning contractuel en février 2020. Ils ont finalement démarré mi-mars 2021, soit avec 13.5 mois de décalage. Cela est principalement dû aux divers aléas de chantier énumérés ci-dessus et aux problèmes d'interfaces planning et de mise à disposition du chantier entre les marchés GC2 et TechFer.

Le démarrage de ces travaux ayant été repoussé au fil du temps, il a nécessairement eu un impact financier auprès du consortium du marché TechFer.

De plus, l'étude de l'interface planning entre les marchés GC1 et TechFer était également non aboutie et a engendré une période d'attente pour le marché TechFer juste avant l'OCP.

Ces éléments ont engendré une revendication financière de la part du consortium de CHF 580'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
580'000.-	435'000.-	0.-	145'000.-	0.-

#### 1.5.16 Tassements

Lors de la phase d'avant-projet, une campagne étendue de sondages de reconnaissance géologique a été entreprise. Le secteur de Montétan avait été identifié comme délicat en raison de la présence de zones marneuses pouvant potentiellement occasionner des tassements et autres déformations lors de l'excavation.

Lors de l'excavation dans le secteur de Montétan, les conditions géologiques se sont révélées moins favorables qu'escompté. Lors de l'excavation, d'importants tassements ont été mesurés dans le nouveau tunnel et ces derniers se sont propagés jusqu'à la surface. Pour éviter tout accident, potentiellement de grande ampleur (du type de l'effondrement de la Place Saint-Laurent lors des travaux d'excavation du tunnel m2 survenu le 23.02.2005), et des dégâts conséquents sur des biens de tiers, d'importants travaux de confortement du terrain ont dû être effectués en urgence, sous forme d'offres complémentaires et de travaux en régies. Ils ont permis de stabiliser le terrain puis de reprendre l'excavation en limitant les tassements supplémentaires.

Les mesures liées aux tassements ont généré un surcoût de CHF 1'400'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'400'000.-	1'400'000.-	0.-	0.-	0.-

### Modifications de projet

#### 1.5.17 Fouilles archéologiques 2e phase

Lors de la mise à l'enquête publique, la Ville de Lausanne a demandé une modification de projet concernant la grille de désenfumage (initialement située dans le Parc de la Brouette sous forme de grille au sol).

La variante retenue (dans le mur aval donnant sur l'avenue de Morges), a nécessité des emprises souterraines beaucoup plus importantes dans le Parc de la Brouette, impliquant une deuxième campagne de fouilles archéologiques de complexité plus importante.

Ces fouilles se faisant à une plus grande profondeur, elles ont nécessité le concours du consortium du lot GC2, occasionnant un surcoût estimé à CHF 240'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
240'000.-	0.-	240'000.-	0.-	0.-

### 1.5.18 Installations de sécurité (IS)

Dans le cadre du projet, les installations de sécurité des gares de Lausanne-Chauderon et Union-Prilly doivent être modifiées afin de gérer la nouvelle topologie à double voie du tunnel. Les principaux travaux IS prévus dans le projet d'approbation des plans d'octobre 2015 (ci-après dossier PAP) étaient estimés à CHF 3'810'000.-.

En 2016, un changement de stratégie par rapport aux travaux prévus dans le dossier PAP, visant à homogénéiser les IS sur toute la ligne du LEB avec le matériel d'un seul fournisseur, a été validé par les commanditaires. Cette modification de projet, permettra à terme au LEB de disposer de systèmes d'enclenchement, de télécommande et d'acheminement des trains harmonisés sur l'ensemble de la ligne.

Les surcoûts liés à cette modification sont de deux natures :

1. Surcoûts liés au redéploiement temporaire des IS Alstom dans le nouveau tunnel, estimés à CHF 1'200'000 et pris en charge par la société LEB, hors budget du tunnel ;
2. Surcoûts pour les IS définitives dans le tunnel estimés à CHF 1'000'000, pris en charge par le projet du tunnel. Ces surcoûts proviennent d'une sous-estimation budgétaire par rapport à la situation du marché et à son évolution ainsi que de la complexité de la solution technique nécessaires à couvrir les besoins.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'000'000.-	340'000.-	330'000.-	330'000.-	0.-

### 1.5.19 Substitution - retournement Prilly-Chasseur

Pour la configuration spécifique des installations de sécurité pendant la substitution de l'OCP finale, deux modifications techniques supplémentaires s'avèrent nécessaires pour permettre d'exploiter en sécurité la ligne jusqu'à la gare de Prilly-Chasseur en configuration terminus :

1. Modifications du système CTC (télécommande d'acheminement des trains) permettant de changer l'attribution de Prilly-Chasseur en la passant d'une gare de passage à une gare terminus. Ces coûts n'ont pas été anticipés dans la phase de conception et sont évalués à CHF 170'000.- ;
2. Mise à jour du synoptique de la régulation afin de tenir compte de la situation réelle d'exploitation. En phase de conception, il avait été envisagé de se satisfaire du synoptique actuel mais après analyse détaillée, il s'est avéré nécessaire, pour des questions de sécurité, de mettre en œuvre cette mise à jour, dont le montant est de CHF 110'000.- ;
3. Assistance technique de terrain : CHF 16'000.-.

Les modifications pour cette première phase engendrent un surcoût évalué à CHF 296'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
296'000.-	0.-	296'000.-	0.-	0.-

### 1.5.20 Prolongement du quai provisoire de transbordement à Prilly-Chasseur

Cette modification de projet porte sur la nécessité de prolonger le quai de transbordement à Prilly-Chasseur pour les raisons suivantes :

1. La longueur du quai a été dimensionnée pour l'OCP 2018 ainsi que pour l'OCP 2020. Cette dernière ayant été décalée, cela ajoute la contrainte de rames mesurant 60 mètres, qui ont été mises en exploitation dans l'intervalle. Il a dès lors été nécessaire de prolonger la longueur du quai afin d'assurer la sécurité des voyageurs pendant leur transbordement durant l'OCP ;
2. S'agissant d'une infrastructure ferroviaire provisoire qui ne répond pas à tous les critères de sécurité, il sera nécessaire de démolir le quai après l'OCP.

Le prolongement du quai et sa démolition sont estimés à CHF 300'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
300'000.-	0.-	300'000.-	0.-	0.-

### 1.5.21 Gestion technique centralisée GTC

Une gestion technique centralisée a pour objectif de permettre le pilotage des équipements du tunnel (éclairage, ventilation, détection incendie, anti-intrusion, alimentation électrique, interphonie) au moyen d'une télécommande à distance, depuis Echallens et Renens. Or, un tel système de GTC n'a pas été intégré dans le projet d'ouvrage, alors que cet élément revêt un caractère technique jugé essentiel et nécessaire pour un tunnel ferroviaire moderne construit en 2020.

Suite à une recommandation des mandataires spécialisés, en vue d'améliorer l'exploitation et la maintenance des installations techniques selon les standards actuels, la mise en place d'un système de GTC a été intégrée au 1er trimestre 2018 dans le cadre des modifications de projet.

Le surcoût lié à la GTC est de CHF 1'300'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'300'000.-	0.-	650'000.-	650'000.-	0.-

### 1.5.22 Mise à niveau système télécom-radio

Dans le cadre du dossier PAP, le rapport technique prévoyait uniquement de prolonger, dans le nouveau tunnel, le câble rayonnant du tunnel existant à l'aide de répéteur pour CHF 113'000.-.

A la suite d'études détaillées sur ce système menées, au 1er semestre 2019, il a été décidé la mise en place d'un nouveau système de transmission télécom-radio unique, permettant de disposer sur l'ensemble du futur tronçon souterrain de 2.1 km (nouveau tunnel + tunnel existant) des signaux Tetra (exploitation LEB), Polycom (services d'urgence) et des trois opérateurs de téléphonie mobile nationaux via un seul câble rayonnant et qui correspond au principe appliqué dans les grands tunnels ferroviaires de Suisse récemment mis en service ou en cours de construction.

Cette configuration a été jugée comme étant impérative pour remplacer le système de communication sécuritaire existant, datant de 1995 et jugé obsolète en regard de l'évolution des technologies et dont les performances / puissances ont passablement augmenté.

Le surcoût total de cette modification est de CHF 560'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
560'000.-	0.-	280'000.-	280'000.-	0.-

### 1.5.23 Conduite incendie

La solution initiale prévue dans le dossier PAP était basée sur le prolongement de la solution utilisée actuellement dans le tunnel Flon-Chauderon, à savoir une colonne humide, maintenue en permanence en eau sous pression, parcourant le tunnel avec un raccordement pompier tous les 50 m au niveau des niches de sécurité, pour un montant budgété de CHF 447'870.-.

Sur la base d'une étude de 2016, il a progressivement été convenu et validé en 2019, avec les services de secours compétents de la Ville de Lausanne, de retenir une colonne sèche avec alimentation en eau automatique, système similaire à celui mis en place dans les tunnels du métro m2 de Lausanne. Les raisons principales de cette modification sont le fait que les pressions et débits obtenus avec une conduite humide n'auraient pas permis de respecter les exigences et besoins minimaux nécessaires pour l'intervention des pompiers.

Le surcoût de cette modification est de CHF 600'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
600'000.-	0.-	300'000.-	300'000.-	0.-

#### 1.5.24 Modification type de rail et nuance acier

Le projet de voie ferrée était prévu avec du rail de profil 46E1 (CFF I) et nuance d'acier 350HT aussi bien pour la voie courante que pour les appareils de voie. Ces caractéristiques, qui ont obtenu une approbation dans la décision d'approbation des plans de mai 2017, devaient être ensuite précisées dans le cadre d'une charge au permis, et ont été intégrées au cahier des charges travaux de la voie ferrée finalisé début 2018.

En 2020, suite au retour d'expérience interne sur des usures prématurées sur des appareils de voie sur d'autres points de la ligne du LEB et la préconisation par un expert indépendant en voie ferrée, les représentants de l'exploitant/mainteneur ont recommandé de passer systématiquement en nuance d'acier 400HT et, si possible, avec un profil 54E2 (CFF IV).

Ces nouvelles caractéristiques permettent d'avoir plus de réserve pour le meulage, d'augmenter la durée de vie du rail et de limiter les remplacements de rail, (avantage non négligeable pour un tunnel d'1.5 km avec un accès ferroviaire d'un seul côté) et réduira les coûts de maintenance.

Le surcoût de cette modification est de CHF 215'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
215'000.-	0.-	215'000.-	0.-	0.-

#### 1.5.25 Modification du système anti-intrusion

Afin d'uniformiser la gestion du contrôle d'accès, le système anti-intrusion a été modifié dans le nouveau tunnel du LEB.

Le surcoût de cette modification est de CHF 33'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
33'000.-	0.-	33'000.-	0.-	0.-

### Opération coup-de-poing OCP

#### 1.5.26 Augmentation de la durée de l'OCP

La durée d'interruption d'exploitation du LEB, pour permettre l'exécution de travaux en opération coup de poing (OCP) afin de réaliser le raccordement du nouveau tunnel - tant côté Lausanne-Chauderon qu'à Union-Prilly -, et qui comprend également les phases de tests et de mise en exploitation et les travaux dans le tunnel existant Flon - Chauderon, a augmenté de manière importante au fil de l'avancement et de la consolidation du projet.

Initialement évaluée à 120 jours (avant-projet de 2014), la durée de l'OCP a été consolidée à environ 200 jours.

S'agissant des coûts de substitution, les 200 jours de la durée de l'OCP sont aujourd'hui évalués à CHF 5'000'000.-. Le surcoût par rapport au budget initial est évalué à CHF 1'500'000.-.

Cependant, l'opportunité saisie de renouveler les équipements et les infrastructures ferroviaires du tunnel existant Flon-Chauderon va permettre une répartition des coûts de substitution entre les deux projets. La clé de répartition actée découle des montants des travaux effectués durant l'OCP pour chacun des projets. Cette clé de répartition a été déterminée sur la base des coûts de travaux durant l'OCP pour les deux projets, qui bénéficient tous deux de l'interruption d'exploitation.

Ainsi, 1/3 des coûts sera pris en charge par le projet du tunnel existant, sans conséquence sur la présente demande de crédit et 2/3 par le projet du nouveau tunnel. Les travaux complémentaires liés au tunnel existant ne représentent qu'une prolongation de 10 jours de la durée de l'OCP. Le tunnel existant ne porte, par conséquent, que très peu de responsabilité dans l'augmentation de la durée de l'OCP mais contribue à diminuer de manière significative la part du surcoût de la substitution à prendre en charge par le projet du nouveau tunnel. En effet, après application de la clé de répartition, le surcoût pour le nouveau tunnel est de CHF 1'000'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'000'000.-	0.-	0.-	1'000'000.-	0.-

#### 1.5.27 Gestion et contrôle des accès de chantier

Compte tenu de la forte coactivité et des multiples intervenants en phase OCP, un contrôle des accès au site est nécessaire pour des questions de sécurité et de gestion des flux. En effet, le déploiement de ce système répond à deux besoins complémentaires, à savoir le contrôle de l'accès piétons et des véhicules aux installations de chantier et assurer le décompte des personnes en temps réel dans le tunnel en cas d'accident de chantier (incendie notamment). Il s'agit donc d'une obligation sécuritaire et légale, due contractuellement aux entreprises dès le lancement de la phase OCP.

En raison de l'allongement de la durée de l'OCP et d'une augmentation du périmètre liée à l'intégration du tunnel existant (Flon-Chauderon) à l'OCP - impliquant l'ajout d'autres accès et d'autres contraintes au système de contrôle d'accès - d'importants surcoûts sont à constater.

Dans le budget du projet, cette prestation était devisée à CHF 300'000.-, elle est aujourd'hui d'environ CHF 755'000.-, soit CHF 330'000.- de surcoûts, auxquels il convient d'ajouter CHF 125'000.- de marge pour anticiper une durée d'OCP supérieure à 200 jours en cas d'imprévu, soit un total de CHF 455'000.-.

Ces surcoûts ne comprennent pas la part à charge du projet de tunnel existant Flon-Chauderon (CHF 100'000.-).

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
455'000.-	0.-	154'700.-	300'300.-	0.-

### Coûts de maîtrise d'ouvrage

#### 1.5.28 Prestations internes LEB

Le planning du projet prévoyait une mise en service du tunnel à fin 2020 et une mobilisation de la maîtrise d'ouvrage jusqu'à mi-2021.

Compte-tenu du décalage de la mise en service partielle en mai 2022 et d'une mobilisation de la maîtrise d'ouvrage jusqu'à fin 2022, soit environ 18 mois de plus qu'initialement prévu, le surcoût induit sur la maîtrise d'ouvrage est estimé à CHF 980'000.-.

A ceci s'ajoutent des prestations complémentaires jusqu'au bouclage du projet : mise en service des IS définitives et fin des travaux de requalification de l'avenue d'Echallens jusqu'en 2024, dont le surcoût lié à la mobilisation partielle de la maîtrise d'ouvrage est estimé à CHF 350'000.-.

Pour terminer, le taux horaire de l'équipe de projet interne des TL, sous-estimé dans le budget, a été actualisé en cohérence avec les frais effectivement imputés dans la comptabilité de l'entreprise. Ainsi, un montant de CHF 200'000 (différence entre tarif horaire facturé imputé sur le projet et la masse salariale effective) a été chargé sur le projet pour les années 2018 à 2020.

Le montant du surcoût lié à la maîtrise d'ouvrage est de CHF 1'530'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'530'000.-	765'000.-	0.-	153'000.-	612'000.-

#### 1.5.29 Loyer

L'équipe en charge de la maîtrise d'ouvrage est hébergée par les TL, dans leurs locaux de Renens.

Le coût de ces locaux ne figure pas au budget du projet alors qu'ils doivent lui être affecté. Sur la base du bail entre les TL et le LEB, un montant annuel de CHF 42'000.- est à charge du projet du LEB, soit un total arrondi de CHF 170'000.- pour les années 2019 à 2022. A ce montant s'ajoute l'acquisition du mobilier pour l'espace « grands-projets » à CHF 30'000.-.

Le montant total du loyer et du mobilier est de CHF 200'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
200'000.-	0.-	0.-	0.-	200'000.-

### 1.5.30 Assurance chantier

Il convient également d'ajouter le surcoût pour l'assurance globale chantier de 2021 à 2024 estimé à CHF 1'100'000.-, conséquence du décalage de la mise en service et de la prolongation de la durée des travaux liés au démantèlement de l'avenue d'Echallens.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'100'000.-	660'000.-	0.-	440'000.-	0.-

## Travaux de remise en état en surface Av. Echallens

### 1.5.31 Travaux de remise en état en surface Avenue d'Echallens

Conformément à la décision d'approbation des plans (DAP), la remise en état de l'avenue d'Echallens est à charge du projet. Le budget de ce poste ayant été sous-évalué, les surcoûts suivants ont été identifiés :

- Provision de CHF 1'000'000.- pour couvrir d'éventuelles plus-values par rapport au devis de 2016.
- Frais de CHF 800'000.- pour la maîtrise d'ouvrage relative à cette partie du projet.

Le montant total des surcoûts des travaux d'aménagements de surface et de requalification de l'avenue d'Echallens sont estimés à CHF 1'800'000.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
1'800'000.-	0.-	0.-	1'800'000.-	0.-

## Mise en exploitation

### 1.5.32 Mise en exploitation

Au moment de la constitution de l'EMPD de 2017, les coûts de mise en exploitation du tunnel, hormis le premier volet sur les tests statiques et dynamiques, considérés comme faisant partie du projet de construction, n'avaient pas été intégrés au budget.

Or selon les directives fédérales en vigueur, les coûts jusqu'à la mise en service et à la réception « technique » d'une installation, tels que les tests de fonctionnement des installations, doivent être financés au moyen d'un compte d'investissement, soit dans le cas présent par le projet du tunnel du LEB.

Tous les autres coûts, tels que la formation pour le traitement des pannes/dérangements, la signalisation, la sécurité et la formation du personnel doivent être financés par le compte d'exploitation LEB.

Les activités de mise en exploitation sont estimées à CHF 1'143'344.- et se détaillent comme suit selon les deux catégories mentionnées ci-dessus :

Activités	Budget (CHF HT)	Projet du tunnel	Exploitation LEB SA
Réception de l'ouvrage par l'exploitant / mainteneur	140'720.-	70'360.-	70'360.-
Rédaction des procédures	101'008.-	0.-	101'008.-
Formation	258'328.-	0.-	258'328.-
Adaptation horaire	202'520.-	152'880.-	49'640.-
Exercice de secours	37'928.-	0.-	37'928.-
Heures coordinateur mise en exploitation	204'960.-	204'960.-	0.-
IS Alstom (phase 2 mise en service)	45'800.-	45'800.-	0.-
Ressources nécessaires au projet avant mise en service, mais non chiffrées par projet	152'080.-	152'080.-	0.-
<b>Total</b>	<b>1'143'344.-</b>	<b>626'080.-</b>	<b>517'264.-</b>

Tel qu'exposé dans le tableau ci-dessus, le surcoût total lié à l'intégration de la phase de mise en exploitation dans le budget du projet est de CHF 626'080.-.

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
626'080.-	0.-	0.-	0.-	626'080.-

## Divers et imprévus

### 1.5.33 Divers et imprévus

Le bouclage comptable du projet n'étant pas terminé au moment de la rédaction du présent EMPD, il convient d'ajouter un montant de divers et imprévus pour pallier les risques résiduels pouvant encore s'avérer d'ici la fin de sa réalisation.

Le surcoût potentiel est estimé à CHF 3'027'525.-

Surcoût CHF	Aléas	Modifications de projet	Lacunes	Révisions budgétaires
3'027'525.-	0.-	0.-	0.-	3'027'525.-

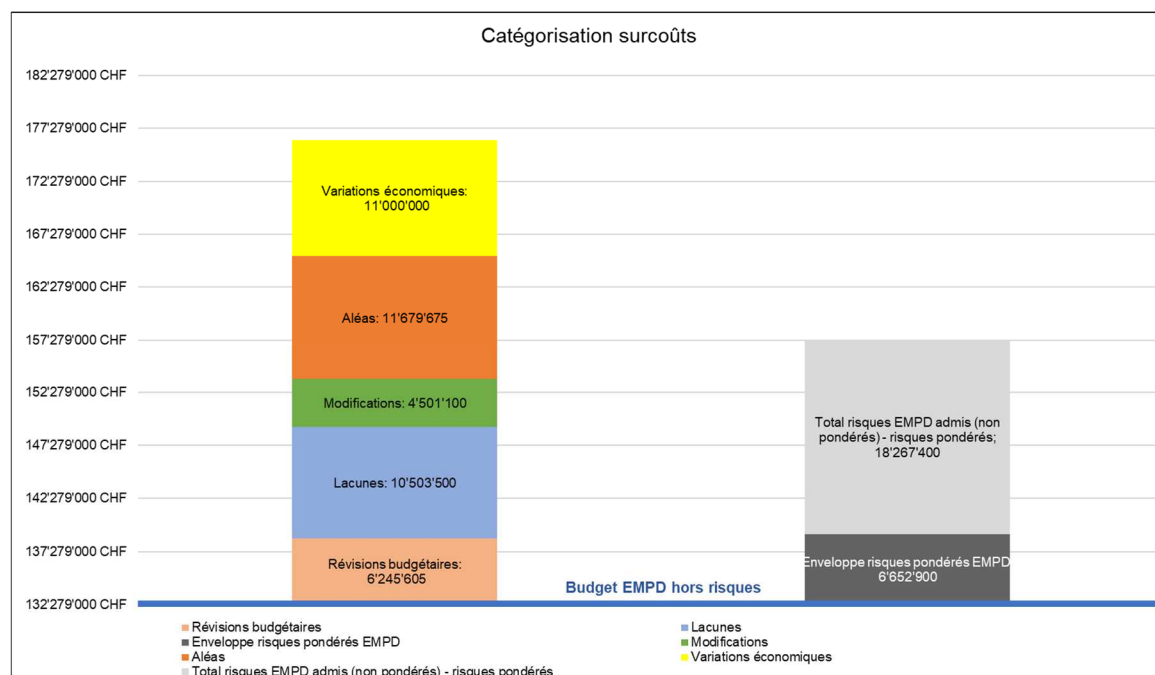
## 1.6 Synthèse des surcoûts

Chap.	Objet	Montant (CHF HT)	Ventilation dans causes de surcoûts				
			Variations éco.	Aléas	Modif. de projet	Lacunes	Rév. Budg.
	<b>Surcoût total</b>	<b>43'929'880</b>	<b>11'000'000</b>	<b>11'679'675</b>	<b>4'501'100</b>	<b>10'503'500</b>	<b>6'245'605</b>
	<b>Variations économiques</b>						
1.5.1	<i>Variations économiques</i>	<b>11'000'000</b>	11'000'000				
	<b>Mandataire principal</b>						
1.5.2	<i>Mandat du mandataire principal</i>	<b>3'986'000</b>		1'594'400	1'594'400	797'200	
1.5.3	<i>Lots GCI et GC2</i>	<b>3'560'000</b>		1'068'000		712'000	1'780'000
1.5.4	<i>Quantités de mat. d'excavation évacuée par CFF Cargo</i>	<b>625'000</b>		312'500		312'500	
1.5.5	<i>Quantités béton projeté</i>	<b>2'471'000</b>		1'235'500		1'235'500	
1.5.6	<i>Lacunes dans le devis</i>	<b>750'000</b>				750'000	
1.5.7	<i>Non linéarité du béton de finition</i>	<b>250'000</b>		250'000			
1.5.8	<i>Étanchéité du radier</i>	<b>303'000</b>				303'000	
1.5.9	<i>Second œuvre</i>	<b>995'000</b>				995'000	
	<b>Aléas de chantier</b>						
1.5.10	<i>Souffre</i>	<b>1'500'000</b>		1'500'000			
1.5.11	<i>Abrasivité</i>	<b>1'137'275</b>		1'137'275			
1.5.12	<i>Bruit de chantier/nuisances riverains</i>	<b>540'000</b>		432'000	108'000		
1.5.13	<i>Crise COVID-19</i>	<b>515'000</b>		515'000			
1.5.14	<i>Infrastructure Tridel</i>	<b>35'000</b>		35'000			
1.5.15	<i>Technique ferroviaire (Techfer)</i>	<b>580'000</b>		435'000		145'000	
1.5.16	<i>Tassements</i>	<b>1'400'000</b>		1'400'000			
	<b>Modifications de projet</b>						
1.5.17	<i>Fouilles archéologiques 2e phase</i>	<b>240'000</b>			240'000		
1.5.18	<i>Installations de sécurité (IS)</i>	<b>1'000'000</b>		340'000	330'000	330'000	
1.5.19	<i>Substitution - retournement Prilly-Chasseur</i>	<b>296'000</b>			296'000		
1.5.20	<i>Prolongement du quai provisoire de transbordement à Prilly-Chasseur</i>	<b>300'000</b>			300'000		
1.5.21	<i>Gestion technique centralisée (GTC)</i>	<b>1'300'000</b>			650'000	650'000	
1.5.22	<i>Mise à niveau système télécom-radio</i>	<b>560'000</b>			280'000	280'000	
1.4.23	<i>Conduite incendie</i>	<b>600'000</b>			300'000	300'000	
1.5.24	<i>Modification type de rail et nuance acier</i>	<b>215'000</b>			215'000		
1.4.25	<i>Modification du système anti-intrusion</i>	<b>33'000</b>			33'000		
	<b>Opération coup-de-poing OCP</b>						
1.5.26	<i>Augmentation de la durée de l'OCP</i>	<b>1'000'000</b>				1'000'000	
1.5.27	<i>Gestion et contrôle des accès de chantier</i>	<b>455'000</b>			154'700	300'300	
	<b>Coûts de maîtrise d'ouvrage</b>						
1.5.28	<i>Prestations internes LEB</i>	<b>1'530'000</b>		765'000		153'000	612'000
1.5.29	<i>Loyer</i>	<b>200'000</b>					200'000
1.5.30	<i>Assurance chantier</i>	<b>1'100'000</b>		660'000		440'000	

Chap.	Objet	Montant (CHF HT)	Ventilation dans causes de surcoûts				
			Variations éco.	Aléas	Modif. de projet	Lacunes	Rév. Budg.
	<b>Travaux de remise en état en surface Av. Echallens</b>						
1.5.31	<i>Travaux de remise en état en surface Av. Echallens</i>	<b>1'800'000</b>				1'800'000	
	<b>Mise en exploitation</b>						
1.5.32	<i>Mise en exploitation</i>	<b>626'080</b>					626'080
	<b>Divers et imprévus</b>						
1.5.33	<i>Divers et imprévus</i>	<b>3'027'525</b>					3'027'525

### Synthèse des surcoûts par cause principales

Causes principales	CHF HT
<b>Variations économiques</b>	<b>11'000'000.-</b>
<b>Aléas de chantier</b>	<b>11'679'675.-</b>
<b>Modifications de projet</b>	<b>4'501'100.-</b>
<b>Lacunes (erreurs et oublis mandataires, autre lacunes)</b>	<b>10'503'500.-</b>
<b>Révisions budgétaires</b>	<b>6'245'605.-</b>
<b>TOTAL</b>	<b>43'929'880.-</b>



### 1.7 Besoin de financement additionnel

La prévision du coût final, renchérissement avéré et planifié de CHF 11'000'000.- y compris, tenant compte des éléments développés dans le présent EMPD, s'élève à CHF 176'208'880.-. Cette prévision tient compte de la mise en service du tunnel effectuée en mai 2022 et intègre des prestations complémentaires jusqu'au bouclage du projet (mise en service des installations de sécurité définitives et part des travaux de remise en état de la route de l'avenue d'Echallens) prévu fin 2024.

Pour rappel, le budget initial (cf. chapitre 1.2.1) retenu dans l'EMPD de 2017 est de CHF 132'279'000.- hors risques pondérés de CHF 6'652'900.-.

En regard de ce qui a été exposé dans la synthèse financière et de la prévision du coût final ci-dessus, les besoins complémentaires pour la réalisation du tunnel s'élèvent à CHF 43'929'880.- au total.

Conformément aux principes de financement arrêtés entre le Canton et la Confédération (cf. chapitre 1.2.1.2), un tiers des besoins supplémentaires liés à la réalisation du tunnel LEB sous l'avenue d'Echallens, soit CHF 43'929'880.-, arrondis à 43'930'000.- est à financer par le Canton, soit CHF 14'643'293.33.-, **arrondis à CHF 14'644'000.- hors taxes.**

Selon les dispositions comptables en vigueur (cf. chapitre 1.2.1.2), 50% des investissements, correspondant à des coûts non activables, doivent être financés par une contribution à fonds perdus. Selon les directives de l'Administration fédérale des finances concernant la TVA, l'entreprise de chemin de fer ne peut pas récupérer la TVA préalable pour les objets financés par une subvention à fonds perdus, contrairement aux investissements financés par prêts conditionnellement remboursables.

Ainsi, les montants à charge du Canton, objet du présent EMPD, sont les suivants :

	<b>CHF</b>	<b>dont subvention à fonds perdus</b>	<b>dont prêt cond. remboursable</b>
		<b>50%</b>	<b>50%</b>
Total VD HT	14'644'000.-	7'322'000.-	7'322'000.-
TVA 7.7% (arrondi)		563'794.-	0.-
<b>Total VD TTC</b>	<b>15'207'794.-</b>	<b>7'885'794.-*</b>	<b>7'322'000.-</b>

*\*Arrondis à CHF 7'886'000.- dans le décret*

La Confédération financera sa part, soit CHF 29'286'666.- HT, dans le cadre de la convention de prestations d'infrastructure ferroviaire LEB.

Au-delà des éléments mentionnés dans les chapitres ci-dessus, il convient de relever la qualité du projet réalisé, tant sur le point constructif que sécuritaire. Le suivi de ce projet a été rendu difficile au regard des nombreux aléas rencontrés et des contraintes plannings engendrés par ces derniers.

## **2. MODE DE CONDUITE DU PROJET**

Le projet est réalisé sous la responsabilité du conseil d'administration de la compagnie du chemin de fer LEB. Par suite du regroupement intervenu au niveau de la direction entre le LEB et les Transports publics de la région lausannoise (tl), la maîtrise d'ouvrage est assurée au niveau opérationnel par la direction des tl.

L'octroi de la subvention à fonds perdus et du prêt conditionnellement remboursable est formalisé dans une convention passée le 14 décembre 2017 entre le Département des infrastructures et des ressources humaines (DIRH), l'Office fédéral des transports (OFT) et le LEB.

La législation sur les marchés publics est appliquée.

Une structure de suivi de projet a été mise en place entre le DCIRH et les représentants du LEB, avec l'élaboration d'un rapport trimestriel permettant de disposer d'une information régulière sur l'avancement des travaux au cours du trimestre écoulé, sur la planification pour le trimestre en cours, sur le respect du calendrier et sur le suivi de la prévision du coût final.

Le rapport financier trimestriel fait l'objet d'un contrôle de la part de l'organe de révision de la compagnie.

Les rapports sont examinés par une délégation du Canton lors de rencontres trimestrielles avec les représentants du maître de l'ouvrage et transmis au Contrôle cantonal des finances (CCF), qui a fait plusieurs examens de ces derniers.

Le CCF a également audité le projet en 2021.

### 3. CONSEQUENCES DU PROJET DE DECRET

#### 3.1 Conséquences sur le budget d'investissement

##### 3.1.1 Conséquences de la subvention à fonds perdus sur le budget d'investissement

L'objet d'investissement est inscrit sous l'EOTP I.000639.02 « LEB – Tunnel Avenue d'Echallens – Cr. add ». Il n'est pas prévu au budget 2023 ni au plan d'investissement 2024-2027 :

(En milliers de CHF)

Intitulé	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026	Année 2027
Budget d'investissement 2023 et plan 2024-2027	0	0	0	0	0

Le dépassement budgétaire a été annoncé au budget 2023 et au plan d'investissement 2024-2027 dans le cadre de l'EOTP I.000639.01 « LEB – Tunnel avenue d'Echallens », relatif au crédit octroyé en 2017.

Conformément à l'article 35, alinéa 3 de la loi sur les Finances (LFin, BLV 610.11), le Conseil d'Etat, le 09.12.2020 et la Commission des finances, le 04.03.2021, ont donné leur autorisation pour l'engagement de dépenses supplémentaires sur l'EMPD no 353 et décret du 23 mai 2017 relatif au projet de tunnel LEB.

Les dépenses et recettes faisant l'objet de l'EMPD sont planifiées de la manière suivante :

(En milliers de CHF)

Intitulé	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026	Total
Investissement total : dépenses brutes	7'886	0	0	0	7'886
Investissement total : recettes de tiers	0	0	0	0	0
<b>Investissement total : dépenses nettes à la charge de l'Etat</b>	<b>7'886</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7'886</b>

Lors de la prochaine révision, les TCA seront modifiées dans le cadre de l'enveloppe allouée.

##### 3.1.2 Conséquences du prêt conditionnellement remboursable sur le budget d'investissement

Les contributions seront libérées sous forme de prêts conditionnellement remboursables figurant à l'actif du bilan de l'Etat. Elles sont prévues au budget 2023 et au plan d'investissement 2024-2027 avec les montants suivants :

(En milliers de CHF)

Intitulé	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026	Année 2027
Budget d'investissement 2023 et plan 2024-2027	722	2'523	0	0	0

Le dépassement budgétaire a été annoncé au budget 2023 et au plan d'investissement 2024-2027 dans le cadre du PCR 520000000127, relatif au crédit octroyé en 2017.

Conformément à l'article 35, alinéa 3 de la loi sur les Finances (LFin, BLV 610.11), le Conseil d'Etat, le 09.12.2020 et la Commission des finances, le 04.03.2021, ont donné leur autorisation pour l'engagement de dépenses supplémentaires sur l'EMPD no 353 et décret du 23 mai 2017 relatif au projet de tunnel LEB.

Les dépenses et recettes faisant l'objet de l'EMPD sont planifiées de la manière suivante :

(En milliers de CHF)

Intitulé	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026	Total
Investissement total : dépenses brutes	3'661	3'661	0	0	7'322
Investissement total : recettes de tiers	0	0	0	0	0
<b>Investissement total : dépenses nettes à la charge de l'Etat</b>	<b>3'661</b>	<b>3'661</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7'322</b>

Lors de la prochaine révision, les TCA seront modifiées dans le cadre de l'enveloppe allouée.

### 3.2 Amortissement annuel de la subvention à fonds perdus

L'amortissement est prévu sur 35 ans, soit la durée résiduelle du crédit initial, à raison de CHF 225'400.- par an.

Selon la loi cantonale sur les transports publics du 11 décembre 1990 (LMTP ; BLV 740.21), les communes ne contribuent pas directement aux investissements, en revanche, elles participent aux charges financières à raison de 30% pour les lignes régionales ou assimilées au trafic régional.

Ainsi, la charge liée à l'amortissement de CHF 225'400.- se répartit comme suit entre l'Etat et les communes :

Amortissement	225'400.-
Part de l'Etat (70%)	157'780.-
Part des communes (30%)	67'620.-

### 3.3 Charges d'intérêt

#### 3.3.1 Charges d'intérêt de la subvention à fonds perdus

La charge annuelle d'intérêt de la subvention à fonds perdus sera de (CHF 7'886'000.- x 4% x 0.55) CHF 173'500.-.

Selon la loi cantonale sur la mobilité et les transports publics du 11 décembre 1990 (LMTP ; BLV 740.21), les communes ne contribuent pas directement aux investissements, en revanche, elles participent aux charges financières à raison de 30% pour les lignes régionales ou assimilées au trafic régional.

Ainsi, la charge théorique d'intérêts de CHF 173'500.- se répartit comme suit entre l'Etat et les communes :

Charge théorique d'intérêts	173'500.-
Part de l'Etat (70%)	121'450.-
Part des communes (30%)	52'050.-

#### 3.3.2 Charges d'intérêt du prêt conditionnellement remboursable

La charge annuelle d'intérêt du prêt conditionnellement remboursable sera de (CHF 7'322'000.- x 4% x 0.55) CHF 161'100.-.

Selon la loi cantonale sur la mobilité et les transports publics du 11 décembre 1990 (LMTP ; BLV 740.21), les communes ne contribuent pas directement aux investissements, mais en revanche, elles participent aux charges financières à raison de 30% pour les lignes régionales ou assimilées au trafic régional.

Ainsi, la charge théorique d'intérêts de CHF 161'100.- se répartit comme suit entre l'Etat et les communes :

Charge théorique d'intérêts	161'100.-
Part de l'Etat (70%)	112'770.-
Part des communes (30%)	48'330.-

### 3.4 Conséquences sur l'effectif du personnel

Néant

### 3.5 Autres conséquences sur le budget de fonctionnement

Le prêt conditionnellement remboursable fera l'objet d'un correctif d'actif durant 35 ans, soit la durée résiduelle du crédit initial, à raison de CHF 209'200.- par an.

Selon la loi cantonale sur la mobilité et les transports publics du 11 décembre 1990 (LMTP ; BLV 740.21), les communes ne contribuent pas directement aux investissements, mais en revanche, elles participent aux charges financières à raison de 30% pour les lignes régionales ou assimilées au trafic régional.

Ainsi, la charge liée au correctif d'actif de CHF 209'200.- se répartit comme suit entre l'Etat et les communes :

Charge liée au correctif d'actif	209'200.-
Part de l'Etat (70%)	146'440.-
Part des communes (30%)	62'760.-

En milliers de francs  
sans décimale

Intitulé	SP / CB 2 positions	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026
Personnel supplémentaire (ETP)					
<b>Charges supplémentaires</b>					
Charges de personnel		-	-	-	-
Autres charges d'exploitation		-	-	-	-
<b>A Total des charges supplémentaires</b>		-	-	-	-
<b>Diminutions de charges</b>					
Charges de personnel		-	-	-	-
Autres charges d'exploitation		-	-	-	-
<b>B Total des diminutions de charges</b>		-	-	-	-
<b>Augmentation des revenus</b>					
Augmentation des revenus		-	-	-	-
Autres revenus d'exploitation		-	-	-	-
<b>C Total des augmentations de revenus</b>		-	-	-	-
<b>D Impact sur le budget de fonctionnement avant intérêts et amortissements (D = A - B - C)</b>		-	-	-	-

Les amortissements de la subventions à fonds perdus, les correctifs d'actifs du prêt conditionnellement remboursable, les charges d'intérêts, ainsi que les augmentations de revenus en découlant, sont pris en considération au chapitre 3.16 « Récapitulation des conséquences du projet sur le budget de fonctionnement ».

### 3.6 Conséquences sur les communes

En application de la LMTP, les communes du bassin de transport concerné ne contribuent pas directement aux investissements, mais participent aux charges financières à raison de 30% pour les lignes régionales ou assimilées au trafic régional. La LMTP prévoit également une participation des communes à hauteur de 30% aux indemnités d'exploitation des lignes régionales ou assimilées au trafic régional. La participation des communes est répartie entre celles-ci en fonction de la population et de la qualité de desserte.

Les conséquences financières pour les communes sont les suivantes (en CHF) :

Intitulé	2023	2024	2025	2026
Participation des communes aux charges d'intérêts de la contribution AFP et du PCR	100'380.-	100'380.-	100'380.-	100'380.-
Participation des communes aux amortissements	67'620.-	67'620.-	67'620.-	67'620.-
Participation des communes au correctif d'actif	62'760.-	62'760.-	62'760.-	62'760.-
<b>Total net</b>	<b>230'760.-</b>	<b>230'760.-</b>	<b>230'760.-</b>	<b>230'760.-</b>

### 3.7 Conséquences sur l'environnement, le développement durable et la consommation d'énergie

La réalisation du tunnel du LEB à l'avenue d'Echallens contribuera à la protection de l'environnement et à l'économie d'énergie par une amélioration de la répartition modale en faveur des transports publics résultant d'une diminution du temps de parcours dans le tronçon en tunnel. A l'horizon 2030, le tunnel à double voie permettra d'assurer des cadences de circulation des trains à 10 minutes pour répondre à la croissance de trafic.

La suppression de la circulation du LEB à l'avenue d'Echallens supprimera les nuisances liées au bruit et aux vibrations. La voie en tunnel est posée sur des blochets en béton munis de semelles élastiques et de chaussons en caoutchouc antivibratoire. Les parois de la trémie de Prilly-Union sont équipées de panneaux phono-absorbants.

### 3.8 Programme de législation et PDCn (conformité, mise en œuvre, autres incidences)

#### 3.8.1 Programme de législation

Le projet de tunnel du LEB s'inscrivait dans le programme de législation 2012 – 2017 (état au 1 janvier 2016).

Le développement de l'offre ferroviaire du canton fait partie de l'axe n° 4 « Investir – innover – faire rayonner le canton » du programme de législation 2012 – 2017, adopté le 12 octobre 2012 par le Conseil d'Etat.

La 4ème action concerne le développement du trafic régional des voyageurs sur les lignes régionales : « Améliorer les prestations au public sur les lignes régionales, par une extension et une augmentation des cadences du RER et une amélioration du matériel ».

La mesure 4.3 porte sur les transports publics et la mobilité :

*« Accompagner la croissance économique et démographique requiert de relier toutes les régions à un même réseau cohérent, dense et connecté aux autres cantons, permettant toutes les mobilités. Des augmentations de fréquence et de desserte sur les réseaux régionaux (RER, bus) sont donc nécessaires, de même que des augmentations de capacité sur les lignes nationales qui traversent le territoire vaudois. Parallèlement, le réseau routier doit être entretenu, développé et modernisé au service des déplacements quotidiens de la population et des flux économiques ».*

#### 3.8.2 Plan directeur cantonal

Le projet s'inscrit dans la mesure R11 « Agglomération Lausanne-Morges » de la stratégie « Travailler ensemble » du Plan directeur cantonal (PDCn) en vigueur dès le 1er janvier 2016 (pp 351 à 360).

La mesure se décline comme suit :

*"Le Canton soutient le projet d'agglomération Lausanne – Morges (PALM) et sa mise en œuvre dans le sens des Objectifs et Principes de localisation arrêtés en partenariat avec les régions et les communes. Il participe au comité de pilotage et aux groupes techniques chargés de l'élaboration et de la mise en œuvre du projet. Il participe au financement du bureau d'agglomération, de certaines études et mesures. Le Canton, agissant au nom du comité de pilotage, constitue l'entité unique responsable de la mise en œuvre du PALM demandée par la Confédération".*

Ce texte, encadré en gris, à force obligatoire pour les autorités.

Les infrastructures de transports publics (intégrées à la mesure A21 du PDCn) à réaliser comprennent l'adaptation du LEB au milieu urbain (page 354) :

*« L'effort principal du PALM est porté sur les transports publics en reliant les centralités, en densifiant l'offre le long des axes structurants, en améliorant l'accessibilité aux arrêts et en augmentant les fréquences et les vitesses commerciales.*

*Pour atteindre ces objectifs, le PALM prévoit les mesures suivantes :*

...

*Réseau ferroviaire régional et d'agglomération :*

*LEB : adaptation de la ligne au milieu urbain, renforcement de la cadence entre Cheseaux-sur-Lausanne et Lausanne-Flon ainsi que celle entre Cheseaux-sur-Lausanne et Echallens, augmentation de la capacité et allongement des quais à 125 m. »*

### **3.9 Loi sur les subventions (application, conformité) et conséquences fiscales TVA**

Le projet de décret est conforme à la loi sur les subventions et à la loi sur la mobilité et les transports publics (LMTP). Cette loi décline les modalités applicables aux entreprises de transport public découlant de la loi sur les subventions.

Le taux de la TVA de 7.7% est applicable pour la subvention à fonds perdus allouée au LEB.

### **3.10 Conformité de l'application de l'article 163 Cst-VD**

#### **3.10.1 Principe de la dépense**

Les dépenses prévues dans la présente demande de crédit additionnel découlent du décret d'investissements adopté par le Grand Conseil le 23 mai 2017. Les dépenses dues aux aléas, aux lacunes du projet initial et aux révisions budgétaires, sont en lien direct avec le projet de réalisation du tunnel qui dispose donc d'une base légale imposant sa réalisation.

Le Grand Conseil a pris acte en 2017 de la renonciation à l'enveloppe de risques considérant que ceux-ci devraient faire l'objet d'un crédit additionnel. Il a également pris acte des révisions budgétaires énoncées par l'exposé des motifs de 2017.

Reste la question des modifications du projet. Ces modifications ont pour objectif de permettre la mise à niveau du projet afin que celui-ci reste opérationnel, d'assurer la protection des usagers pendant la phase de chantier et après la mise en service ou des riverains durant la phase de chantier. D'autres modifications sont devenues nécessaires en raison d'aléas du chantier (augmentation du nombre de points d'accès) ou du retard pris par ce dernier (adaptation du quai provisoire à des rames plus longues, réseau télécom désormais obsolète).

Il ne s'agit pas de l'ajout d'éléments tels que la création d'une voie ou d'une gare supplémentaire. De ce point de vue, on peut admettre que les diverses modifications peuvent également être considérées comme liées.

Dès lors que le crédit repose sur le décret précité et prend en compte les aléas du chantier, les lacunes du projet et les révisions budgétaires d'une part et l'adjonction de travaux rendus nécessaires pour permettre la mise en œuvre du projet d'autre part, il s'agit de charges liées.

#### **3.10.2 Quotité de la dépense**

L'engagement ne contient qu'une dépense indispensable à la finalisation de la construction du tunnel du LEB sous l'avenue d'Echallens.

#### **3.10.3 Moment de la dépense**

En regard de l'avancement de la réalisation du tunnel LEB sous l'avenue d'Echallens, la dépense ne peut être différée dans le temps.

#### **3.10.4 Conclusion**

Le crédit d'investissement comporte des dépenses qui sont considérées comme liées. L'Etat ne dispose d'aucune marge de manœuvre pour atteindre l'objectif visé.

### **3.11 Découpage territorial (conformité à DecTer)**

Néant.

### **3.12 Incidences informatiques**

Néant.

### **3.13 RPT (conformité, mise en œuvre, autres incidences)**

Néant.

### **3.14 Simplifications administratives**

Néant.

### **3.15 Protection des données**

Néant.

### 3.16 Récapitulation des conséquences du projet sur le budget de fonctionnement

Le tableau suivant présente la récapitulation des conséquences financières sur le budget de fonctionnement de l'Etat :

En milliers de francs  
(sans décimal)

Intitulé	SP / CB 2 positions	Année 2023	Année 2024	Année 2025	Année 2026
Personnel supplémentaire (ETP)					

<b>Charges supplémentaires</b>					
Charges de personnel					
Charges informatiques					
Autres charges d'exploitation					
Correctifs d'actifs	046/36	210	210	210	210
<b>Total des charges supplémentaires : (A)</b>		<b>210</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>210</b>
<b>Diminution de charges</b>					
Désengagement des solutions remplacées					
Diminution de charges d'exploitation/ compensation					
<b>Total des diminutions des charges : (B)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Revenus supplémentaires</b>					
Revenus supplémentaires : part des communes aux charges d'intérêt (30%)	046/46	101	101	101	101
Revenus supplémentaires : part des communes aux charges d'amortissement (30%)	046/46	68	68	68	68
Revenus supplémentaires : part des communes aux correctifs d'actif (30%)	046/46	63	63	63	63
Revenus extraordinaires de préfinancement					
Autres revenus d'exploitation					
<b>Total augmentation des revenus : (C)</b>		<b>232</b>	<b>232</b>	<b>232</b>	<b>232</b>

<b>Impact sur le budget de fonctionnement avant intérêts et amortissements : (D = A-B-C)</b>		<b>-22</b>	<b>-22</b>	<b>-22</b>	<b>-22</b>
----------------------------------------------------------------------------------------------	--	------------	------------	------------	------------

Charge d'intérêt (E)		335	335	335	335
Charge d'amortissement (F)		226	226	226	226

<b>Total net (H = D + E + F)</b>		<b>539</b>	<b>539</b>	<b>539</b>	<b>539</b>
----------------------------------	--	------------	------------	------------	------------

#### **4. CONCLUSION**

Vu ce qui précède, le Conseil d'Etat a l'honneur de proposer au Grand Conseil d'adopter le projet de décret accordant au Conseil d'Etat un crédit additionnel de CHF 7'886'000.- au crédit d'investissement de CHF 23'800'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 sous forme d'une subvention à fonds perdus à la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher (LEB) pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne et un prêt conditionnellement remboursable additionnel de CHF 7'322'000.- au prêt conditionnellement remboursable de CHF 22'000'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 au LEB pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne.

# PROJET DE DÉCRET

**accordant au Conseil d'Etat un crédit additionnel de CHF 7'886'000.- au crédit d'investissement de CHF 23'800'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 sous forme d'une subvention à fonds perdus à la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher (LEB) pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne et un prêt conditionnellement remboursable additionnel de CHF 7'322'000.- au prêt conditionnellement remboursable de CHF 22'000'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 au LEB pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne**  
**du 15 mars 2023**

---

LE GRAND CONSEIL DU CANTON DE VAUD

vu le projet de décret présenté par le Conseil d'Etat

*décète*

## **Art. 1**

<sup>1</sup> Un crédit additionnel de CHF 7'886'000.- au crédit d'investissement de CHF 23'800'000.- accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 sous forme d'une subvention à fonds perdus à la Compagnie du chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher (LEB) pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne et un prêt conditionnellement remboursable additionnel de CHF 7'322'000.- au prêt conditionnellement remboursable de CHF 22'000'000 accordé par le Grand Conseil le 23 mai 2017 au LEB pour financer la participation cantonale à la construction du tunnel ferroviaire sous l'avenue d'Echallens à Lausanne sont accordés au Conseil d'Etat.

## **Art. 2**

<sup>1</sup> La contribution à fonds perdus de CHF 7'886'000.- sera prélevée sur le compte Dépenses d'investissements et amortie en 35 ans.

## **Art. 3**

<sup>1</sup> Le prêt conditionnellement remboursable de CHF 7'322'000.- fera l'objet d'un correctif d'actif qui sera constitué durant 35 ans.

#### **Art. 4**

<sup>1</sup> Le Conseil d'Etat est chargé de l'exécution du présent décret. Il en publiera le texte conformément à l'article 84, alinéa 2, lettre b) de la Constitution cantonale.