

**Lausanne – Développement des métros automatiques m2-m3  
Grancy – Flon**




**Procédure d'approbation des plans**

**Plan de management général de la sécurité**

Référence du document :

	Dom.	Act.	Lieu	Aut.	Type	Inc.	Vers.	Description
M	SE00	00	0000	SEC	RN	001	03.00	Plan de management général de la sécurité

Date du document : 6 juin 2019

Groupement 	■ Auteur du document
□ 	■ 

[ES-900.01-061 V8.0]

DIRECTION DU PROJET		AUTEUR DU PROJET	
<b>ETAT DE VAUD, DGMR</b>		<b>Groupement ESM3</b>	
<i>Original signé par</i>	<i>Original signé par</i>	<i>Original signé par</i>	<i>Original signé par</i>
Directeur général Pierre-Yves Gruaz	Directeur de projet Yves Trottet	Chef de projet Dieter Würigler	Chef de projet adjoint Brice Fédière

Validation interne mandataire :

<b>Élaboré par :</b> S. Chrun Responsable sécurité "Réseau Métro Automatique"	<b>Vérifié par :</b> B. Fédière Ingénieur principal sécurité et FDM	<b>Approuvé par :</b> D. Würgler Responsable de projet
Date : 06.06.2019	Date : 06.06.2019	Date : 06.06.2019

Versions du document

Date	Version int	Version ext	Elaboration / adaptation-s / modification-s	Auteur
03.09.2018		00.01	Première version	S. Chrun
05.10.2018	V0.10	00.02	Version révisée selon comité de sécurité. Version à utiliser pour la PAP pilote et coordination OFT.	S. Chrun
09.10.2018	V1.0	00.03	Version validée interne pour circuit de validation externe (identique à la précédente version)	S. Chrun
19.10.208	V2.0	00.04	Version révisée selon les commentaires du MO, validée interne pour circuit de validation externe.	J. Magouët
23.10.2018/	V3.0	00.05	Version révisée selon les commentaires complémentaires du MO, validée interne pour circuit de validation externe.	B. Fédière
16.11.2018	V3.1	-	Version révisée. Adaptation mise en forme page de titre. Validée interne pour circuit de validation externe.	V. Hänni
23.11.2018	V4.0	00.06	Version validée interne pour circuit de validation externe.	S. Chrun
13.12.2018	V5.0	01.00	Version majeure pour dossier PAP pilot.	B. Fédière
08.05.2019	V6.0	01.01	Version actualisée. Révision des chapitres : 5.1    6.2.1    7.1.1    8 6.2.4    7.1.2 6.2.6    7.1.3 6.2.7    7.1.4 6.2.8    7.1.7 6.2.9    7.1.8 Version validée interne pour circuit de validation externe.	S. Chrun
23.05.2019	V7.0	02.00	Version majeure pour dossier PAP officiel.	S. Chrun
06.06.2019	V8.0	03.00	Modification §6.2.6 Version majeure pour dossier PAP officiel.	B. Fédière

## Table de matière

1	Introduction et définition du système.....	5
1.1	Introduction .....	5
1.1.1	Objet.....	5
1.1.2	Domaine d'application .....	5
1.1.3	Responsabilité d'usage.....	5
1.2	Définitions .....	5
1.3	Abréviations .....	6
1.4	Documents de référence .....	7
1.4.1	Réglementation .....	7
1.4.2	Normes.....	8
1.4.3	Documents applicables.....	8
2	Description générale du projet et des opérations .....	9
3	Organisation générale du projet.....	10
3.1	Management général du projet.....	10
3.1.1	Organisation générale en phase « études » .....	10
3.1.2	Le COPROJ (Délégation politique) .....	11
3.1.3	Le COPIL (comité de pilotage).....	11
3.1.4	La DIR-PROJ (direction de projet) .....	11
3.1.5	Organisation générale des mandats d'études métro .....	12
3.2	Organisation générale en phase Travaux.....	14
4	Champ d'application du PMGS.....	14
5	Démarche générale relative à la sécurité.....	15
5.1	Cadre de la démarche sécurité .....	15
5.2	Objectifs de sécurité.....	16
6	Management général de la sécurité du projet .....	16
6.1	Organisation générale du projet .....	16
6.2	Organisation du projet : description des acteurs et de leurs responsabilités sécurité ..	17
6.2.1	L'Office Fédéral des Transports.....	17
6.2.2	Le MO et coordinateur général du projet m2-m3.....	18
6.2.3	L'Exploitant et Mainteneur .....	18
6.2.4	Les CFF.....	18

6.2.5	Le Mandat Sécurité Générale (Mandat SECU) .....	19
6.2.6	Les Experts et évaluateurs de sécurité .....	19
6.2.7	Le Mandat Système Métro.....	19
6.2.8	Le Mandat Equipement.....	21
6.2.9	Le Mandat Génie Civil .....	21
6.2.10	Les entreprises en charge de la réalisation des travaux .....	22
7	Démarche sécurité.....	23
7.1	Gestion des dangers et des risques .....	23
7.1.1	Application de la méthode de sécurité commune.....	23
7.1.2	Evaluation des risques.....	25
7.1.3	Principe d'acceptation d'un risque résiduel Tolérable .....	28
7.1.4	Méthodologie d'analyse de risques, et de suivi des exigences de sécurité .....	28
7.1.5	Processus de vérification et validation .....	29
7.1.6	Processus de contrôle .....	29
7.1.7	Gestion des interfaces de sécurité.....	30
7.1.8	Processus d'approbation des plans, réalisation des Dossiers de sécurité et autorisation d'exploiter .....	31
7.2	Processus d'approbation des plans de l'OFT .....	34
7.2.1	Rapport de Sécurité PAP (pièce K).....	34
7.2.2	Demande de dérogation aux prescriptions (pièce J) .....	34
7.2.3	Rapports d'évaluation de la sécurité (pièce L) .....	34
7.2.4	Rapports d'examen d'experts (pièce M).....	34
7.3	Gestion des évolutions du référentiel normatif.....	34
7.4	Processus sécurité détaillé.....	35
7.4.1	Management de la sécurité en phase d'avant-projet.....	36
7.4.2	Management de la sécurité en phase de Projet de l'ouvrage (PO) .....	36
7.4.3	Management de la sécurité en phase d'Exécution de l'Ouvrage.....	37
7.4.4	Activités en Phase d'Intégration et de Réception de la Ligne (mise en service) .....	37
7.4.5	Revue, audits et inspections .....	38
8	Planning prévisionnel.....	38

# 1 Introduction et définition du système

## 1.1 Introduction

### 1.1.1 Objet

Le présent dossier est élaboré dans le cadre de la démarche de la gestion et de la démonstration de la sécurité du projet de développement des métros m2-m3, et s'inscrit dans le cadre de la demande d'approbation des plans comme un élément du rapport de sécurité.

### 1.1.2 Domaine d'application

Ce document est applicable au Système global de Transport tel que décrit au chapitre 4.

### 1.1.3 Responsabilité d'usage

Le Maître d'ouvrage est responsable de la sécurité globale du Système de Transport fourni et exploité. A ce titre le Maître d'ouvrage élabore le présent plan de management général de la sécurité du projet de développement des métros m2-m3. Ce document est soumis à l'OFT dans le cadre de la demande d'approbation des plans.

## 1.2 Définitions

Accident	Événement ou série d'événements ayant pour conséquence la mort, des blessures, la perte d'un système ou d'un service ou des dommages à l'environnement
Accident potentiel	Événement (ou série d'événements) imprévu, pouvant conduire à un accident suite à l'apparition d'un événement supplémentaire non maîtrisé par le système
Danger/Situation dangereuse	État pouvant conduire à un accident
Défaillance	Écart d'un système par rapport aux performances spécifiées. Une défaillance est la conséquence d'une panne ou d'une erreur dans le système. Cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise.  Les défaillances résultant d'un événement extrinsèque au système (vandalisme, etc.), contraire aux cahiers des charges ou aux procédures d'exploitation (manœuvre incorrecte effectuée par le personnel ou les passagers) ne sont pas prises en compte. Les signalements conduisant par exemple à un diagnostic RAS – « Rien à signaler » ne sont pas comptabilisés dans la défaillance du système concerné.
Entités de contrôle technique externe	Entité indépendante et compétente responsable du contrôle des produits/équipements/sous-systèmes. Ces entités produisent les attestations de conformité accompagnées d'un rapport de conformité eu égard aux produits/équipements/sous-systèmes contrôlés
Évaluation et démonstration sécurité	Processus d'analyse d'un produit ou système visant à déterminer qu'il satisfait aux exigences de sécurité spécifiées et visant à formuler un jugement sur le fait que le produit est sûr pour sa mission attendue

Gravité	Expression qualitative ou quantitative du niveau de la conséquence potentielle d'un danger (nombre de morts, de blessés graves, de blessés légers)
Criticité ou Risque	Combinaison de la probabilité d'occurrence d'une situation dangereuse et de sa gravité
Sécurité	Absence de risque inacceptable  La sécurité désigne l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques réunis pour faire face aux risques techniques pouvant nuire aux personnes et aux biens.
Sûreté	La sûreté concerne l'ensemble des moyens humains, organisationnels et techniques réunis pour faire face aux actes spontanés ou réfléchis ayant pour but de nuire, ou de porter atteinte dans un but de profit psychique ou financier
Validation	Confirmation par des preuves tangibles que les exigences pour une utilisation ou une application prévue spécifique ont été satisfaites
Vérification	Confirmation par des preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites

### 1.3 Abréviations

APD	Analyse Préliminaire des Dangers
AFTPU	Axes Forts de transports publics urbains
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effet et de leur Criticité
ARI	Analyse des Risques aux Interfaces
ARS	Analyse des Risques Système
DAO	Dossier d'Appel d'Offre
DAP	Décision d'Approbation des Plans
GoA	Grade of Automation
GC	Génie Civil
ISA	Independent Safety Assessor
MO	Maître de l'Ouvrage
Mandataire AP	Mandataire Auteur de Projet
MSC	Méthodes de Sécurité Communes
OFT	Office Fédéral des Transports
PALM	Programme d'agglomération Lausanne-Morges
PAP	Procédure d'Approbation des Plans
PMGS	Plan de management général de la sécurité
PMS(S)	Plan de management de la sécurité (système / sous-système)

SIL	Safety Integrity Level
RD	Registre des dangers
RDG	Registre des dangers Général
tl	Transports publics de la région lausannoise
UITP	Union Internationale des Transports Publics
V&V	Vérification & Validation

## 1.4 Documents de référence

### 1.4.1 Réglementation

Règlements de l'Office Fédéral des Transports (OFT) en lien avec la sécurité :

- [Ref 1.] RS 742.101 Loi fédérale du 20 décembre 1957 sur les chemins de fer (LCdF) / (01/01/2018)
- [Ref 2.] 742.141.1 Ordonnance du 23 novembre 1983 sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (OCF) / (15/05/2018)
- [Ref 3.] 742.141.11 Dispositions d'exécution du 15 décembre 1983 de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF) / (01/07/2016)
- [Ref 4.] 151.342 Ordonnance du DETEC du 23 mars 2016 concernant les exigences techniques sur les aménagements visant à assurer l'accès des personnes handicapées aux transports publics (OETHand) / (01/07/2016)
- [Ref 5.] Prescriptions de circulation des trains (PCT) / (01.07.2016)
- [Ref 6.] Obtention d'autorisations d'accès au réseau, de certificats de sécurité et d'agréments de sécurité (Directive AAR Cersec et Agsec) / (01.01.2018)
- [Ref 7.] Directive Organismes de contrôle indépendants Chemins de fer (Dir. OCI-CF) V 2.0, 2017 (16.01.2017)
- [Ref 8.] Homologation des véhicules ferroviaires (01.01.2016)
- [Ref 9.] Homologation de série pour éléments d'installations ferroviaires (24.11.2014)
- [Ref 10.] Démonstration de la sécurité : Installations de sécurité (23/10/2015)
- [Ref 11.] 742.142.1 Ordonnance du 2 février 2000 sur la procédure d'approbation des plans pour les installations ferroviaires (OPAPIF) / (01.11.2014)
- [Ref 12.] Directive de l'Office fédéral des transports (OFT) concernant l'article 3 de l'ordonnance du 2 février 2000 sur la procédure d'approbation des plans pour les installations ferroviaires (OPAPIF; RS 742.142.1) / (01.07.2013)
- [Ref 13.] Exigences de sécurité pour les tunnels ferroviaires existants (10.08.2009)
- [Ref 14.] État de la technique de sécurité pour l'infrastructure ferroviaire (26.08.2011)
- [Ref 15.] Gestion de la sécurité OFT (01.02.2016)

Autres réglementations applicables :

- [Ref 16.] RÈGLEMENT (CE) n°352/2009 DE LA COMMISSION du 24 avril 2009 concernant l'adoption d'une méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques visée à l'article 6, paragraphe 3, point a), de la directive 2004/49/CE du Parlement européen et du Conseil
- [Ref 17.] Règlement d'exécution (UE) 2015/1136 de la Commission du 13 juillet 2015 modifiant le règlement d'exécution (UE) n° 402/2013 concernant la méthode de sécurité commune relative à l'évaluation et à l'appréciation des risques



### 1.4.2 Normes

- [Ref 18.] EN 50126-1 - Applications ferroviaires - Spécification et démonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS) - Partie 1 : exigences de base et procédés génériques - Octobre 2017
- [Ref 19.] EN 50126-2 - Applications ferroviaires - Spécification et démonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS) - Partie 2 : approche systématique pour la sécurité – Octobre 2017
- [Ref 20.] EN 50128 - Applications ferroviaires - Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement - Logiciels pour systèmes de commande et de protection ferroviaire - Octobre 2011
- [Ref 21.] EN 50129 - Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunications et de traitement - Systèmes électroniques de sécurité pour la signalisation - Mai 2003
- [Ref 22.] EN 50159 - Applications ferroviaires - Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement - Communication de sécurité sur des systèmes de transmission - Août 2011
- [Ref 23.] EN 50657 - Applications ferroviaires - Applications du matériel roulant - Logiciels embarqués
- [Ref 24.] EN 50662 - Applications ferroviaires - Installations fixes - Processus, mesures de prévention et démonstration de la sécurité pour les installations fixes de traction électrique
- [Ref 25.] SIA 197 - Projets de tunnels - Bases générales

### 1.4.3 Documents applicables

- [Ref 26.] Prestation de mandataire Sécurité Générale système métro (SECU) – Pièce 2.2 – Cahier des Charges : Exigences techniques et fonctionnelles
- [Ref 27.] Prestation de mandataire Sécurité Générale système métro (SECU) – Pièce 2.2 – Cahier des Charges : exigences organisationnelles et qualité
- [Ref 28.] Prestation de mandataire Sécurité Générale système métro (SECU) – Pièce 4 – Annexes du dossier d'appel d'offres : Fiches de description des interfaces des mandats métros.pdf



## 2 Description générale du projet et des opérations

Le projet concerne le développement du réseau de métro automatique (exploitation sans personnel de conduite à bord, de type GoA4 au sens de l'UITP) de la Ville de Lausanne avec des modifications de la ligne m2 et la création d'une nouvelle ligne m3 desservant le Nord de la ville.

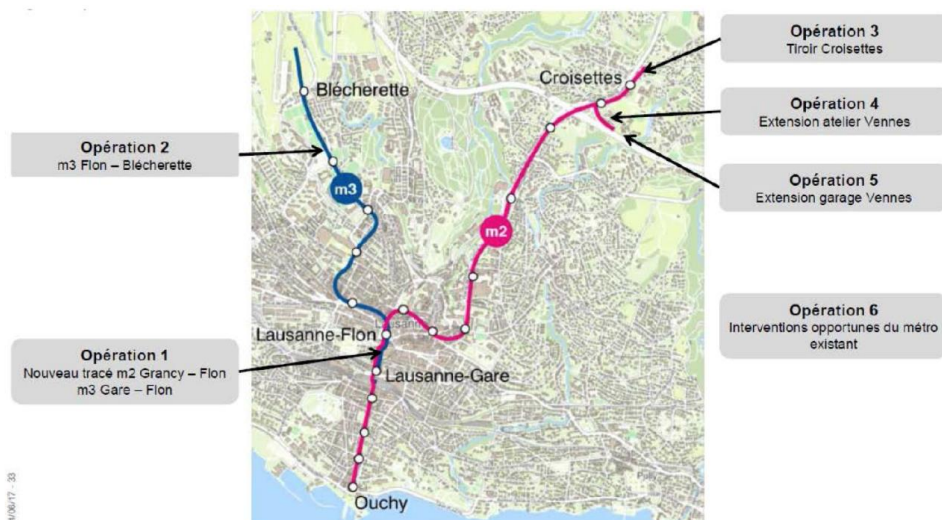


Fig. 1 Vue synoptique des lignes m2 et m3

Les deux lignes m2 et m3 seront entièrement interopérables.

La ligne m3 comprend 7 stations avec 2 stations communes au m2 actuel, il représente un ouvrage d'environ 3 kilomètres en souterrain (Flon-Blécherette).

Le développement des métros a été décomposé en 6 « Opérations » cohérentes, qui peuvent se dérouler à des échéances différentes :

### **Opération 1 :**

- Déviation du tracé du m2 dans un nouveau tunnel plus à l'Ouest entre les stations Grancy et Lausanne-Flon, de façon à contourner la voie unique existante entre les stations Grancy et Lausanne-Gare avec une double voie sur l'intégralité du tracé du m2 ; libération du tracé au profit du m3 entre Lausanne-Gare et Lausanne-Flon ;
- Réalisation de la première étape du métro m3 entre Lausanne-gare et Lausanne-Flon ;
- Modification des automatismes du m2 actuel (obsolescence de l'automatisme actuel).

**Opération 2 :** Prolongation de la ligne de métro m3 jusqu'à la Blécherette : nouvelle desserte, avec arrière-gare et dépôt de Blécherette.

**Opération 3 :** modification des infrastructures du terminus à Croisettes pour permettre un retournement en arrière gare

**Opération 4 :** extension du garage atelier de Vennes dans l'emprise foncière existante

**Opération 5 :** extension du site de remisage à Vennes au-delà de l'emprise foncière actuelle

**Opération 6 :** interventions opportunes sur le m2 existant.

### 3 Organisation générale du projet

#### 3.1 Management général du projet

##### 3.1.1 Organisation générale en phase « études »

Le maître de l'ouvrage (MO) pour la phase études est le Canton de Vaud.

L'organisation générale repose sur une implication de l'ensemble des acteurs publics constitués du Canton de Vaud, de la Ville de Lausanne et des Transports Publics de la région Lausannoise (tl) tel que présenté dans l'organigramme ci-après (Fig. 2).

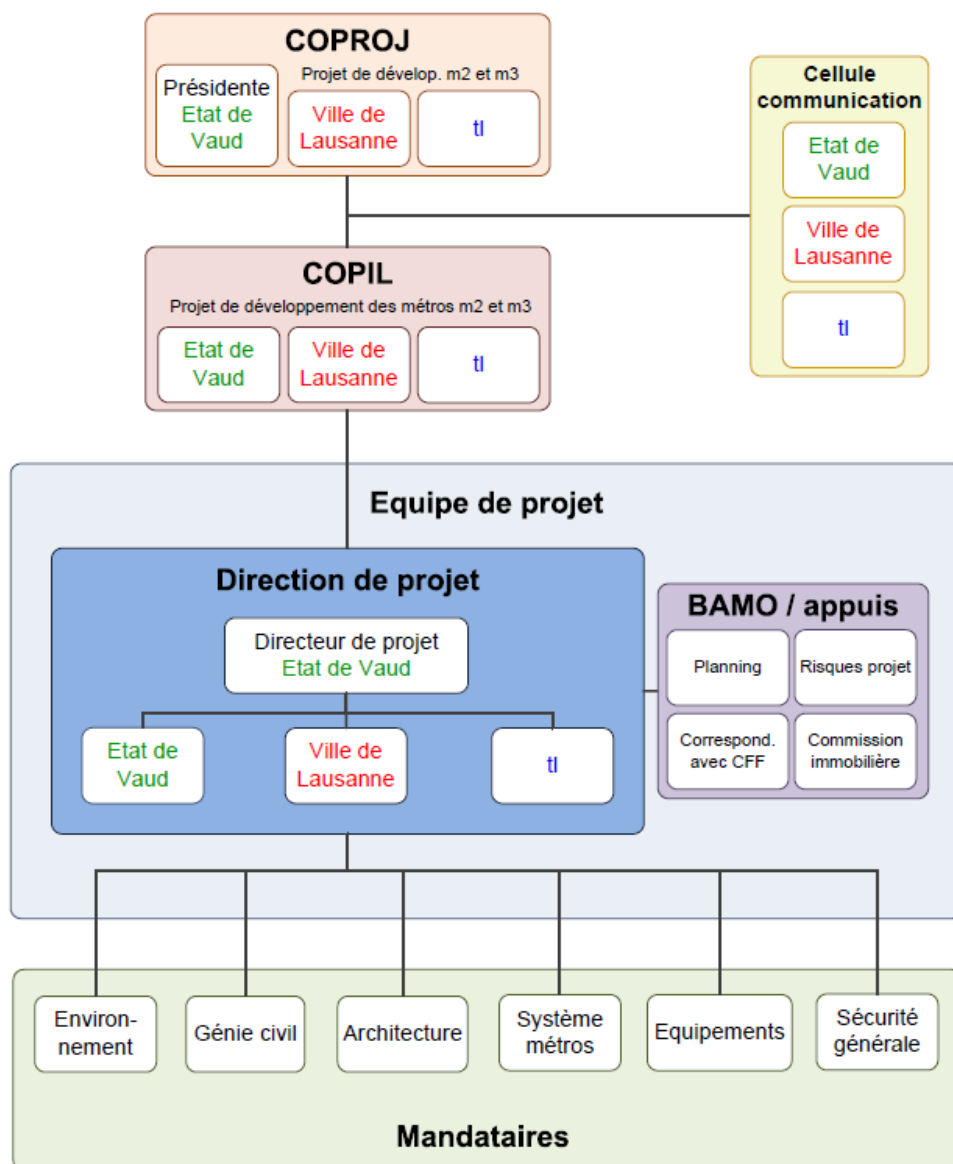


Fig. 2 Structure de gouvernance du projet de développement des métros m2 et m3

Les tl sont mandatés par le Canton de Vaud pour piloter certains mandats d'études et assurer la mission d'ensemble général du projet.

Les tl assurent notamment les principales fonctions suivantes :

- Intégrateur du projet,
- Ensemblier du projet,
- Exploitant du Réseau de Métro Automatique,
- Mainteneur du Réseau de Métro Automatique.

### **3.1.2 Le COPROJ (Délégation politique)**

Le projet est suivi par une Délégation politique qui :

- Prend les orientations stratégiques et politiques nécessaires au projet
- Valide la stratégie de communication
- S'assure de la coordination et de l'intégration du projet dans les projets AFTPU / PALM
- Rapporte à leurs instances respectives (VD – VdL – tl)

### **3.1.3 Le COPIL (comité de pilotage)**

Le projet de développement des métros m2 et m3 est soutenu par un COPIL technique, placé sous la présidence du Canton, via le Directeur Général de la Mobilité et des Routes.

Le rôle du COPIL est de :

- Prendre les décisions nécessaires au projet,
- Valider les livrables du projet,
- Autoriser les différentes phases,
- Suivre le bon déroulement du projet (coût, délai, qualité, risques),
- S'assurer, auprès de la DIR-PROJ, que des mesures sont prises en cas de dérive,
- Soutenir le projet,
- Valider la communication externe proposée par la direction de projet.

### **3.1.4 La DIR-PROJ (direction de projet)**

La DIRPROJ se compose de :

- Un directeur de projet général qui coordonne l'ensemble des activités des projets métros pour les 2 étapes : Canton de Vaud,
- Un Chef de projet responsable de l'intégration urbaine : Ville de Lausanne,
- Un Chef de projet responsable du développement des métros m2-m3 : tl,
- Un Chef de projet Génie Civil : Canton de Vaud

Le rôle de la DIRPROJ est de :

- Appliquer les orientations stratégiques validées par la COPROJ,
- Appliquer les décisions du COPIL,
- S'assurer de la cohérence des projets 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> étape,
- Suivre le bon déroulement des projets (coût, délai, qualité, risques),

- Déléguer au besoin des compétences décisionnelles au responsable hiérarchique du chef de projet, pour une période définie.

### 3.1.5 Organisation générale des mandats d'études métro

La **prestation d'ensemblier** est assurée par le Maître d'ouvrage, c'est-à-dire la fixation et le contrôle de l'objectif fonctionnel final, la cohérence d'ensemble de tous les ouvrages et équipements, le découpage des mandats ainsi que la responsabilité de la sécurité d'exploitation.

Le découpage par localisation et domaine et le découpage fonctionnel sont présentés ci-dessous.

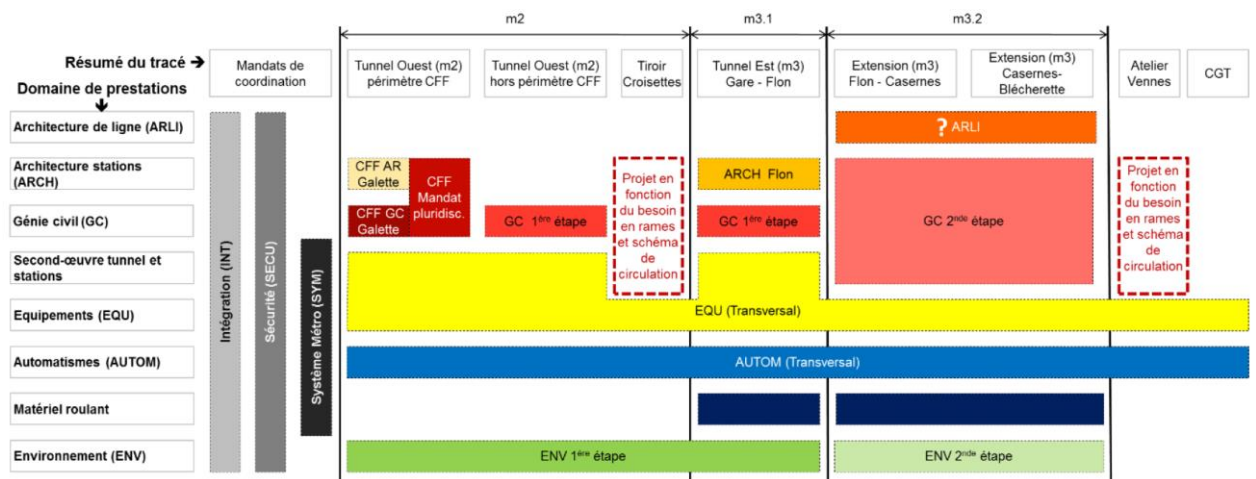


Fig. 3 Découpage par localisation et domaine

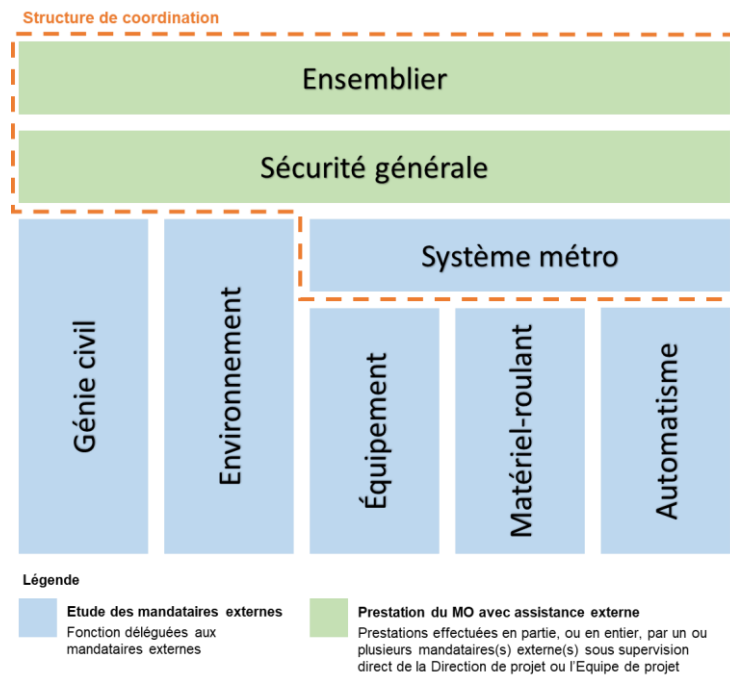


Fig. 4 Découpage mandat et fonctionnel

Les principaux mandats sont :

- Mandat Génie Civil
- Mandat Architecture
- Mandat Environnement
- Mandat Equipements
- Mandat Système Métro
- Mandat Sécurité Générale

Dans l'organisation mise en place, le mandat « Sécurité générale » est une partie intégrante des prestations du Maître d'ouvrage.

Les Interfaces entre mandats sont décrites dans le document [28] : Fiches de description des interfaces des mandats métros. Prestation de mandataire Sécurité Générale système métro (SECU) – Pièce 4 – Annexes du dossier d'appel d'offres : Fiches de description des interfaces des mandats métros.pdf

### Organisation des CFF

L'organisation des CFF pour le projet gare de Lausanne permet un développement commun avec les projets métros. Des séances régulières de coordination ont lieu entre les CFF et l'équipe de projet du métro m2-m3. Le paragraphe §6.2.4 décrit le rôle des CFF dans la démarche sécurité du projet. Le processus de gestion des interfaces de sécurité est détaillé au paragraphe 7.1.7.

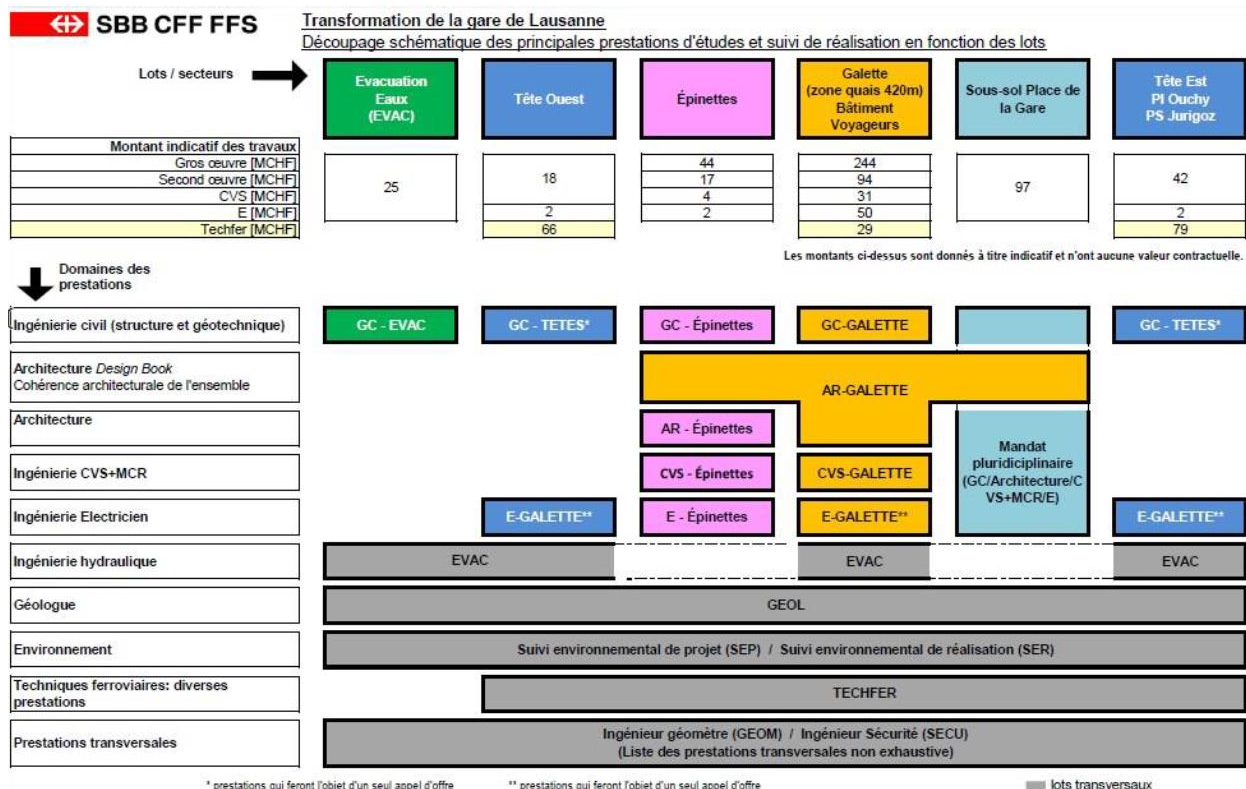


Fig. 5 L'organisation des CFF pour le projet gare de Lausanne



### 3.2 Organisation générale en phase Travaux

L'organisation en phase travaux repose sur la même organisation qu'en phase études à laquelle s'ajoutent les entreprises de travaux.

Ces entreprises sont pilotées par les mandats :

- Génie Civil
- Equipements
- Système Métro

## 4 Champ d'application du PMGS

Le présent Plan de Management Général de la Sécurité (PMGS) définit les modalités de gestion de la sécurité mises en œuvre sur l'ensemble du projet.

Le Mandat Système Métro, le Mandat Equipements et le Mandat Génie Civil définissent les plans de management de la sécurité couvrant leur périmètre (PMSS) qui décrivent la démarche sécurité appliquée à leur périmètre d'étude (y compris les interfaces externes).

Le schéma suivant illustre la hiérarchie entre les différents plans de management de la sécurité:

PMGS : Plan de Management Général de la Sécurité

PMSSM : Plan de Management de la Sécurité Système Métro

PMS GC : Plan de Management de la Sécurité Génie Civil<sup>1</sup>

PMSS Equi : Plan de Management de la Sécurité Sous-Système Equipements

PMSS MR : Plan de Management de la Sécurité Sous-Système Matériel-roulants<sup>2</sup>

PMSS AUTO : Plan de Management de la Sécurité Sous-Système Automatismes<sup>3</sup>

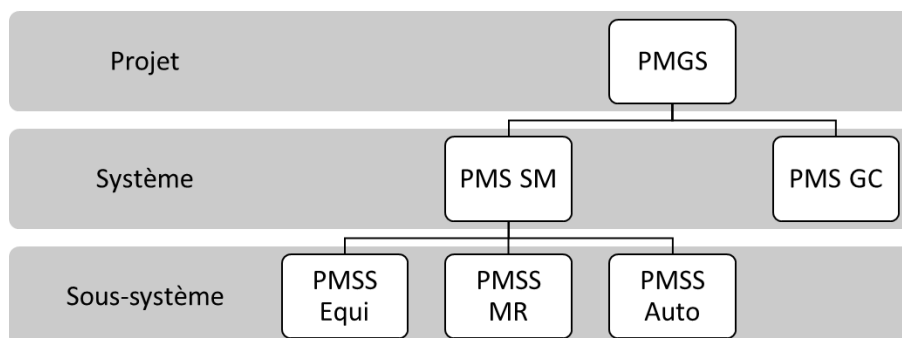


Fig. 6 Hiérarchie entre les plans de management de la sécurité

<sup>1</sup> La notion de Plan de Management de la Sécurité Génie Civil regroupe l'ensemble des documents décrivant l'approche sécurité mise en œuvre dans le cadre des études GC, incluant la gestion des interfaces. Il s'agit en particulier du document de Convention d'utilisation des tunnels Ouest, Est, station Flon m3 et ouvrages liés, et des Bases de projet (documents I du dossier PAP).

<sup>2</sup> Le mandat Matériel-roulant n'étant pas attribué, le plan en question n'existe pas encore.

<sup>3</sup> Le mandat Automatismes n'étant pas attribué, le plan en question n'existe pas encore

Le périmètre couvert par le présent Plan de Management Général de la Sécurité est le niveau « Réseau Métro Automatique » ou « Système Global », tel que représenté sur la figure suivante :

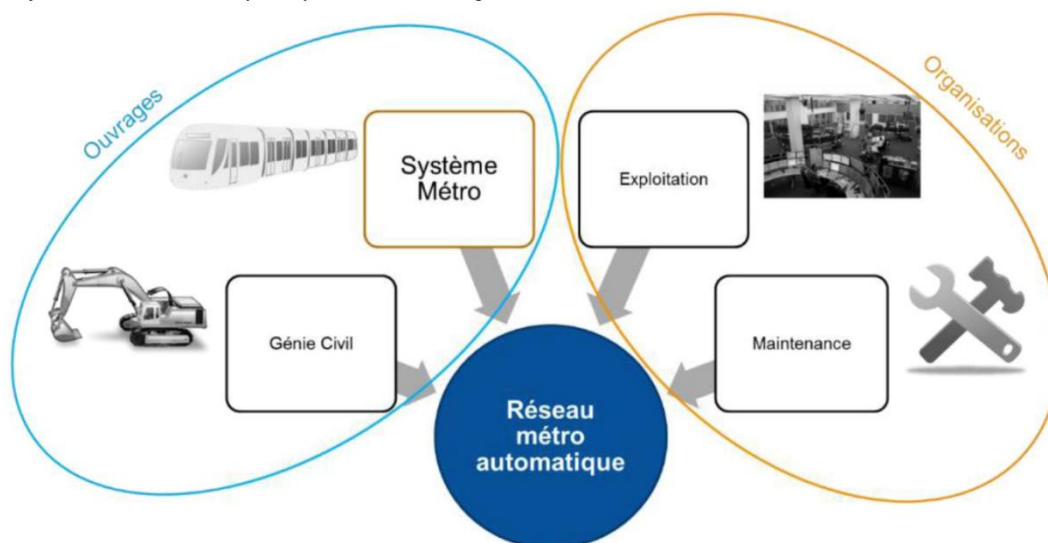


Fig. 7 Périmètre couvert par le Plan de Management Général de la Sécurité

Par « Réseau Métro Automatique » on entend le métro dans son ensemble, c'est-à-dire le Système Métro (au sens système de Transport), le Génie Civil (incluant les stations), l'Exploitation/Maintenance et la gestion de l'évacuation, de l'incendie et des situations d'urgence, sur l'ensemble du périmètre du programme de développement des métros m2 et m3.

## 5 Démarche générale relative à la sécurité

### 5.1 Cadre de la démarche sécurité

Le projet m2-m3 a une incidence sur la sécurité. Les critères majeurs du changement sont, selon l'article 4, alinéa 2 du règlement (CE) n° 352/2009

c) la complexité du changement ;

e) la réversibilité : l'impossibilité de rétablir le système tel qu'il existait avant le changement

Le projet m2-m3 est considéré comme complexe et de haute importance pour la sécurité : il satisfait donc les critères d'un 'changement significatif' selon l'OCF et les Méthodes de Sécurité Communes (MSC).

Afin de garantir la sécurité des modifications du m2 et de la création du m3, il est nécessaire de mettre en place une démarche sécurité générale.

La démarche générale de sécurité pour le projet de développement des métros m2 et m3 est le respect de l'ensemble des dispositions du règlement CE n°352/2009 de la commission européenne du 24 avril 2009 concernant les Méthodes de Sécurité Communes.



## 5.2 Objectifs de sécurité

L'objectif de sécurité est l'absence de risque non acceptable selon la matrice de criticité définie pour le projet m2-m3.

La méthode de sécurité commune est appliquée par tous les mandataires du projet m2-m3 pour l'identification des dangers et l'évaluation de risque.

Les 3 principes d'acceptation du risque selon les MSC sont appliqués par danger, par chacun des mandataires dans son périmètre et pour les dangers des interfaces aux limites de leurs périmètres.

Pour l'estimation explicite du risque des dangers qui sont évalués selon le principe 'estimation de risque explicite', chacun des mandataires applique les mêmes critères et catégories des niveaux de gravité, des fréquences d'occurrence des dangers, et du risque.

De façon plus spécifique, les objectifs de sécurité du métro m2 actuel pourront être utilisés comme système de référence dans la démarche d'allocation des objectifs de sécurité et dans la démonstration de l'atteinte de ses objectifs si des équipements sont reconduits à l'identique.

Une démonstration de non régression de la sécurité vis-à-vis du nouvel environnement du sous-système ou équipement considéré comme identique à celui du m2 existant devra alors être réalisée.

## 6 Management général de la sécurité du projet

### 6.1 Organisation générale du projet

Ce chapitre précise le rôle et les responsabilités des différentes entités impliquées dans le processus sécurité.

L'organisation mise en place (voir schéma page suivante) est structurée pour garantir la maîtrise du projet et son contrôle externe ou interne.

L'organisation sécurité du projet est une organisation basée sur six niveaux :

- L'OFT,
- le MO, les CFF et le Mandat Sécurité Générale (SECU),
- l'exploitant et mainteneur,
- les mandataires Auteurs de Projet SyM, EQUI (à noter que le mandat Système Métro pilote et inclut dans sa démarche sécurité la démarche sécurité du mandat Equipement), et le mandat GC,
- les experts et évaluateurs (ISA) sécurité,
- les entreprises adjudicataires.

Ce schéma d'organisation garantit :

- une définition claire du rôle et de la responsabilité de chaque entité,
- une traçabilité entre les différents niveaux de l'organisation,

- l'assurance de l'indépendance nécessaire des équipes en charge des vérifications et des validations liées à la sécurité vis-à-vis de celles en charge de la conception et de la réalisation, le double regard qui est une règle déclinable à tous les niveaux de l'organisation.

L'ensemble des processus mis en place pour la réalisation des tâches de sécurité assure un circuit clair, transparent et traçable.

Le système de management de la sécurité s'appuie sur les processus de management de la sécurité (PMGS et PMSS) qui traduisent la description des activités, la chronologie et la méthodologie de déclinaison des principaux processus opérationnels issus des exigences des Cahiers des Charges respectifs.

## 6.2 Organisation du projet : description des acteurs et de leurs responsabilités sécurité

La figure suivante présente l'organisation du projet du point de vue de la sécurité :

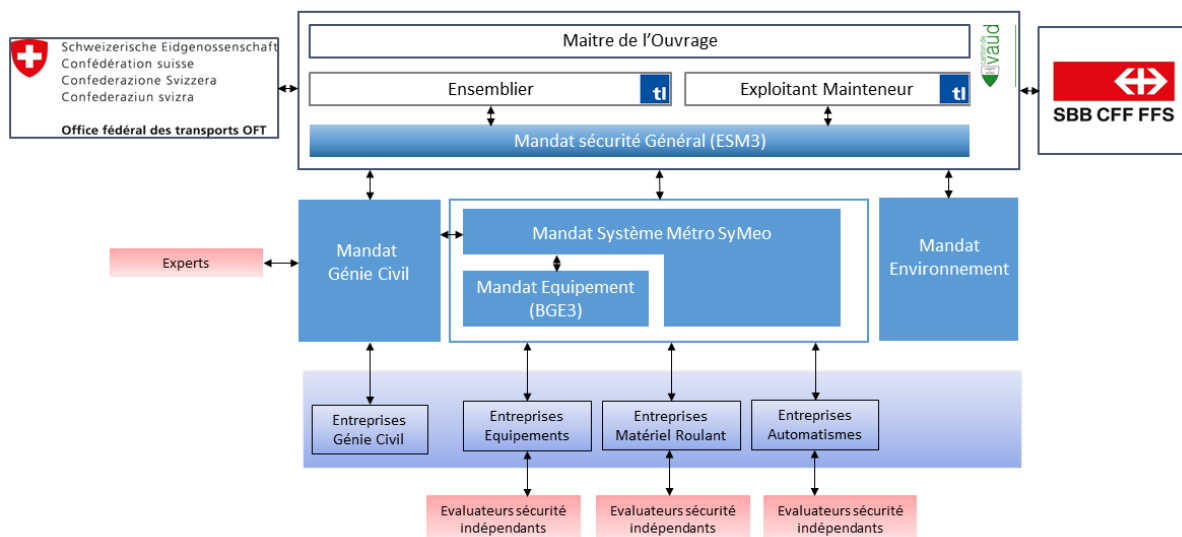


Fig. 8 Organisation du projet du point de vue de la sécurité

### 6.2.1 L'Office Fédéral des Transports

L'Office Fédéral des Transports (OFT) est l'autorité de surveillance dont l'approbation est requise dans les étapes clés du projet.

L'OFT s'assure que le niveau de sécurité répond aux attentes exprimées dans les documents de références de l'état fédéral suisse. Dans le cadre du projet, l'OFT a comme interlocuteur principal et privilégié le groupe de direction de projet du MO.

L'OFT a pour mission sécurité :

- d'approuver les dossiers relatifs à la sécurité : dossiers PAP et les DS (Dossiers de Sécurité)
- de donner l'autorisation de démarrage des essais site
- de donner l'autorisation de mise en service commerciale

### 6.2.2 Le MO et coordinateur général du projet m2-m3

Le MO est responsable de la sécurité globale du projet et assume le rôle et les tâches de l'organisme d'évaluation des risques au niveau système global

Le MO a pour mission sécurité :

- de définir les objectifs de sécurité et le référentiel servant à la démonstration de sécurité du projet ;
- de valider et d'approuver les dossiers relatifs à la sécurité (PAP et DS) ;
- de préparer un rapport d'évaluation de la sécurité pour confirmer l'application correcte du processus de gestion des risques par le mandataire SECU, et pour confirmer la validité des résultats et conclusions dans le dossier de sécurité préparé par le mandataire SECU ;
- de soumettre à l'OFT les demandes d'approbation des plans et les demandes d'autorisation d'exploiter aux différentes étapes du projet ;
- de garantir à l'exploitant mainteneur l'atteinte des objectifs de sécurité à la mise en service du projet et son maintien dans le temps.

### 6.2.3 L'Exploitant et Mainteneur

Dans le processus sécurité l'exploitant et le mainteneur de l'infrastructure de transport :

- est responsable de la sécurité de l'exploitation des lignes m2 et m3 ;
- assure le fonctionnement sûr du réseau pendant les travaux ;
- est responsable de la prise en compte des exigences de sécurité exportées vers l'exploitation et la maintenance dans le cadre du projet dans ses procédures, instructions, et consignes d'exploitation/maintenance.

### 6.2.4 Les CFF

Les travaux de la gare de Lausanne sont sous la responsabilité des CFF en tant que Maître d'ouvrage, y compris pour la structure génie civil du métro en tant que Maître d'Ouvrage délégué. Dans ce cadre, les CFF réalisent l'ensemble des activités permettant de démontrer la sécurité des travaux sous leur responsabilité. Pour cela, les CFF transmettent au MO le dossier PAP des travaux de la gare de Lausanne. Ce dossier PAP est pris comme une donnée d'interfaces pour le projet de développement des métros automatiques m2-m3.

Les risques aux interfaces sont analysés lors des réunions d'interface techniques entre les CFF et le projet de développement des métros automatiques m2-m3 ainsi que lors des ateliers thématiques métro ou sécurité hors chantier.

L'objectif est d'analyser l'ensemble des points touchant au génie civil sous la responsabilité des CFF et les contraintes liées à l'exploitation du métro et du réseau ferré Suisse.

La démarche sécurité appliquée aux interfaces est détaillée au paragraphe 7.1.7.

### 6.2.5 Le Mandat Sécurité Générale (Mandat SECU)

Le Mandataire Sécurité Générale est le groupement ES<sub>m</sub>3.

Le Mandat SECU :

- propose les objectifs de sécurité au niveau système global ;
- est garant de la démarche sécurité globale et de la cohérence de l'approche sécurité entre les différents mandataires ;
- coordonne les activités sécurité entre les intervenants mandataires Système Métro et mandataires Génie Civil ;
- est garant de l'exhaustivité des dangers identifiés en phase études entre le mandat Système Métro et le mandat Génie civil ;
- assiste le MO dans les échanges avec l'OFT ;
- assiste le MO dans le pilotage et les échanges avec les Experts ;
- établit le Registre des situations dangereuses au niveau système global et statue sur la clôture des risques ;
- évalue les activités sécurité au niveau Système Métro et Génie Civil ;
- 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 et Mainteneur.

### 6.2.6 Les Experts et évaluateurs de sécurité

Les mandataires Système Métro, Equipement et Génie Civil ont la charge de faire appel à des experts techniques et des évaluateurs indépendants de sécurité, en fonction des normes, de la réglementation applicable et de la démarche sécurité décrite dans les PMSS.

L'ensemble des normes et des directives applicables seront respectées.

Les experts contrôlent des objets ou projets particulièrement déterminants pour la sécurité, dans la mesure où ce contrôle n'est pas garanti par une procédure d'évaluation de la conformité ou par l'activité de contrôle d'un autre organisme indépendant. Ils attestent de leur compétence spécialisée pour le projet m2-m3 [art. 15z, let. a, OCF].

Les évaluateurs de sécurité certifient l'atteinte du niveau de sécurité défini dans les études de sécurité conformément aux normes applicables du projet telles que les normes EN 50126, 50128, 50129 et 50657 (liste non exhaustive). Par exemple si une fonction de sécurité est identifiée dans les études de sécurité comme devant être SIL4, elle fera l'objet d'une évaluation indépendante par un ISA qui certifiera ce niveau SIL4.

Les évaluateurs de sécurité pour Système Métro et Equipements ne sont pas encore désignés à ce jour.

### 6.2.7 Le Mandat Système Métro

Le Mandataire Système Métro est le groupement SyMeo.

Le Mandataire Système Métro :

- est le responsable de la sécurité du Système Métro sur l'ensemble m2 et m3 à tout moment et jusqu'à la fin de la période de garantie, c'est à dire :
  - pour tout nouvel élément du Système Métro mis en service, il s'assure que le niveau de sécurité atteint au niveau du Système Métro dans son ensemble est acceptable
  - pour toute modification d'un élément du Système Métro, réalisée dans son périmètre ou dans le périmètre d'un des autres mandataires, et pouvant avoir, une fois mis en service, un impact sur la sécurité du Système Métro dans son ensemble, il s'assure que les conséquences de cette modification sur la sécurité du « Système Métro » sont acceptables ;
  - pour tous travaux ou interventions réalisés dans son périmètre ou dans le périmètre d'un des autres mandataires et pouvant avoir, du fait des travaux, un impact sur la sécurité du Système Métro en exploitation, il s'assure que les conséquences de ces travaux sur la sécurité du Système Métro sont acceptables.
- est responsable du management de la sécurité sur le périmètre Système Métro,
- établit le Plan de Management de la Sécurité Système Métro ;
- s'assure que les études et travaux des entreprises sous sa responsabilité permettent de garantir l'atteinte d'un niveau de sécurité acceptable
- établit l'analyse de risques Système Métro :
  - il couvre dans cette analyse l'ensemble des composantes du Système Métro et leurs interfaces internes (au sein du Système Métro) et externes (entre le Système Métro et les autres composantes du « Réseau Métro Automatique »),
  - il transmet au Mandataire Sécurité Générale les exigences ou mesures de sécurité exportées au Mandataire Génie Civil issues de l'analyse des dangers Système Métro et le cas échéant celles du Mandataire Equipements quand elles ne peuvent être traitées directement au niveau Système Métro ;
  - il transmet au Mandataire Equipements les éléments de l'analyse des dangers le concernant, pour déclinaison au sein de ses études,
  - en cas d'écart signalé par le Mandataire Equipements, le Mandataire Système Métro valide ces écarts et met à jour l'analyse de risques Système Métro ;
- s'assure de la bonne prise en compte des exigences de sécurité issues de l'analyse des dangers Système Métro par le Mandataire Equipements et par le Mandataire Génie Civil ;
- fournit au Mandataire Sécurité Générale les éléments nécessaires à la constitution des dossiers PAP et des Dossiers de Sécurité ;
- s'assure de la bonne prise en compte des exigences de sécurité issues de l'analyse des dangers Système Métro par les entreprises sous sa responsabilité (matériel roulant et automatismes) ;
- assure le suivi et la clôture des exigences de sécurité au niveau des interfaces internes dans son périmètre ;
- transmet au mandataire Sécurité Générale les exigences de sécurité exportées au niveau des interfaces externes avec son périmètre ; réciproquement, il prend en compte les exigences de sécurité exportées vers son périmètre que le mandataire «Sécurité Générale » lui transmet ;

- transmet au mandataire Sécurité Générale les exigences de sécurité exportées vers l'exploitation et la maintenance sur l'ensemble du périmètre Système Métro ;
- établit le Registre des situations dangereuses (« Hazard Log ») Système Métro et est responsable de la clôture des risques identifiés dans l'analyse des dangers Système Métro ;
- contrôle les dossiers de sécurité des entreprises sous sa responsabilité ;
- établit les dossiers de sécurité Systèmes Métro. Ces dossiers apportent la preuve que les exigences de sécurité issues de l'analyse des dangers Systèmes Métro sont couvertes et que le niveau de sécurité sur le périmètre Systèmes Métro est acceptable.

### 6.2.8 Le Mandat Equipement

Le Mandataire Équipements est le groupement BGE.

Le Mandataire Equipement :

- est responsable de la sécurité sur le périmètre Équipements ;
- est responsable du management de la sécurité sur le périmètre Équipements, et à ce titre établit le Plan de Management de la Sécurité Équipements, qui décline les principes de management de la sécurité définis dans le plan de management de la sécurité Système Métro ;
- fournit au Mandataire Sécurité Générale les éléments nécessaires à la constitution des dossiers PAP et des Dossiers de Sécurité ;
- s'assure que les études et travaux des entreprises sous sa responsabilité permettent de garantir l'atteinte d'un niveau de sécurité acceptable ;
- établit l'analyse des dangers Équipements,
- assure le suivi et la clôture des exigences de sécurité au niveau des interfaces internes dans son périmètre ;
- transmet au mandataire Système Métro les exigences de sécurité exportées au niveau des interfaces externes avec son périmètre ; réciproquement, il prend en compte les exigences de sécurité exportées vers son périmètre que le mandataire Système Métro lui transmet ;
- transmet au mandataire Système Métro les exigences de sécurité exportées vers l'exploitation et la maintenance ;
- établit le Registre des situations dangereuses Équipements et est responsable de la clôture des dangers identifiés dans l'analyse des dangers Équipements ;
- contrôle les dossiers de sécurité des entreprises sous sa responsabilité ;
- établit le dossier de sécurité Équipements. Ce dossier apporte la preuve que les exigences de sécurité issues de l'analyse des dangers Équipements sont couvertes et que le niveau de sécurité sur le périmètre équipements est acceptable.

### 6.2.9 Le Mandat Génie Civil

Le Mandataire Génie Civil est le groupement EBS pour l'opération 1 :

D'un point de vue de la démarche sécurité, le mandat Génie Civil :

- est responsable de la sécurité du Génie Civil et établit le plan de management de la sécurité GC ;



- réalise l'analyse de dangers permettant d'identifier les dangers liées à la conception du Génie Civil et identifie les risques en interfaces avec les systèmes qu'il transmet au Mandat Sécurité Générale pour qu'ils soient pris en compte par le mandat Système Métro ;
- transmet au Mandataire Sécurité Générale les exigences de sécurité exportées au niveau des interfaces externes avec son périmètre, en particulier pendant les phases de travaux pouvant avoir un impact sur la sécurité du métro en exploitation.
- prend en compte les exigences de sécurité exportées vers son périmètre que le Mandataire Sécurité Générale lui transmet ;
- s'assure que les études et travaux des entreprises sous sa responsabilité permettent de garantir l'atteinte des objectifs de sécurité et la couverture de l'ensemble des dangers de son périmètre ;
- démontre et est responsable de la couverture de l'ensemble des risques de son périmètre y compris les interfaces externes sous sa responsabilité ;
- fournit au Mandataire Sécurité Générale les éléments nécessaires à la constitution des dossiers de la PAP et des Dossiers de Sécurité.

#### **6.2.10 Les entreprises en charge de la réalisation des travaux**

Les entreprises de réalisation des travaux ont la charge de :

- la définition et l'implémentation du processus d'assurance sécurité pour leur périmètre de responsabilité en conformité avec le processus global défini au niveau Réseau Métro Automatique ;
- la démonstration des objectifs et exigences sécurité applicables à leur périmètre de responsabilité ;
- l'identification et la résolution des risques applicables à leur périmètre de responsabilité.



## 7 Démarche sécurité

### 7.1 Gestion des dangers et des risques

#### 7.1.1 Application de la méthode de sécurité commune

Le management des risques est le processus formel permettant, de façon systématique, d'identifier, d'évaluer et d'éliminer les dangers ou réduire leur risque à un niveau acceptable, pour toutes les phases du projet (de la conception à l'exploitation) et pour toutes les personnes concernées (clients, employés, le public).

Les dangers identifiés sont catégorisés en fonction de leur sévérité et probabilité d'occurrence, et analysés en fonction de leur impact. Ils sont résolus par des mesures de conception, de contrôle, par des procédures, des systèmes d'avertissement, ou toute autre méthode permettant de réduire les risques à un niveau acceptable.

La figure ci-après illustre le processus utilisé pour l'identification, la résolution et le suivi des risques dans le projet. Ce processus est un processus de gestion itératif proposé par le règlement CE n°352/2009 de la commission européenne du 24 avril 2009 concernant les Méthodes de Sécurité Communes. Il repose sur trois étapes principales, à savoir :

- (a) l'identification systématique des dangers, en fonction de la définition du système évalué, des mesures de sécurité associées et des exigences de sécurité qui en résultent;
- (b) l'analyse et l'évaluation des dangers ;
- (c) la démonstration de la conformité du système par rapport aux exigences de sécurité identifiées.

Outre ces trois étapes fondamentales, le processus définit d'autres mesures à mettre en œuvre :

- (a) l'élaboration d'une documentation sur la gestion des dangers fondée sur un « Registre des Dangers Général », pour contrôler le partage des exigences de sécurité entre les différents acteurs (interfaces) impliqués dans le changement significatif d'une part, et surveiller l'évolution des dangers sous la responsabilité du proposant, d'autre part;
- (b) une évaluation indépendante de l'application correcte de l'ensemble du processus.

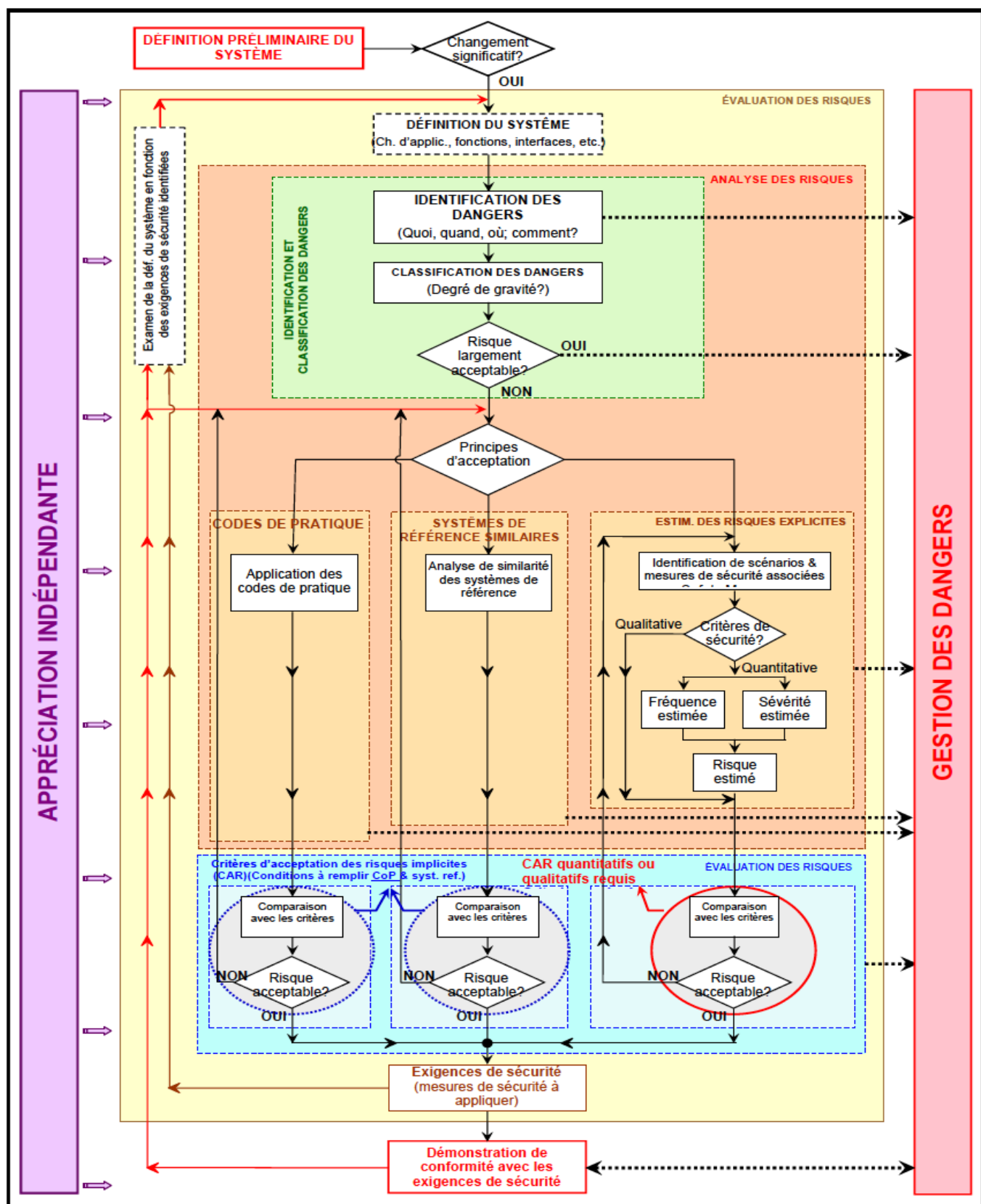


Fig. 9 Processus selon le règlement CE n°352/2009 de la commission européenne du 24 avril 2009 concernant les Méthodes de Sécurité Communes

Le processus repose sur les méthodes existantes de maîtrise des dangers identifiés et des risques associés. Ces méthodes permettent de recourir de manière alternative à l'un des trois principes d'acceptation des risques (sans ordre de priorité) au cours de la phase d'analyse et d'évaluation des risques :

- (a) codes de pratique (règles nationales, normes, etc.) ;
- (b) systèmes de référence similaires ;
- (c) estimation des risques explicites et critères d'acceptation des risques.

Le lien entre le danger et le principe d'acceptation du risque appliqué pour contrôler le danger doit être décrit dans le registre des situations dangereuses afin de démontrer le bienfondé des décisions prises.

Les analyses se basent sur une liste générique des dangers potentiels, partagée par tous les mandats d'études.

### 7.1.2 Evaluation des risques

La Méthode de Sécurité Commune ne définit pas toutes les catégories des accidents (tous les niveaux de gravité) ni la matrice des risques complète.

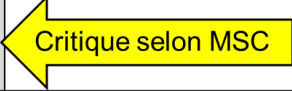

Malgré ces réserves contenues dans les documents MSC, la proposition faite ci-dessous est dérivée des exigences et définitions des documents MSC.

Pour calculer le risque, en particulier dans le cas d'une estimation explicite des risques, il faut connaître la fréquence d'occurrence et la catégorie de gravité. Les catégories suivantes sont proposées :

Fréquence d'occurrence				
Catégorie	Événements par heure d'opération		Correspond à peu près à un événement par	
	de	jusqu'à	de	jusqu'à
A	1,00E-03	1,00E-04	mois	année
B	1,00E-04	1,00E-05	année	10 ans
C	1,00E-05	1,00E-06	10 ans	100 ans
D	1,00E-06	1,00E-07	100 ans	1000 ans
E	1,00E-07	1,00E-08	1000 ans	10 000 ans
F	1,00E-08	1,00E-09	10 000 ans	100 000 ans
G	1,00E-09	1,00E-10	100 000 ans	1 000 000 années

Tab. 1 Catégories de la fréquence d'occurrence

Niveaux de gravité		
Catégorie	Description	Nombre de morts équivalents
I	Contusion	0.001
II	Blessures légères (une personne)	0.01
III	Plusieurs personnes avec blessures légères ou une personne avec blessures graves	0.1
IV	Plusieurs personnes avec blessures graves ou un mort	1
V	Plusieurs morts (2-10)	10
VI	Morts nombreux (>10)	100

 Critique selon MSC  
 Catastrophique selon MSC

Tab. 2 : Catégories des niveaux de gravité

Les catégories de la fréquence d'occurrence et de gravité sont logarithmiques.

Pour chaque catégorie des niveaux de gravité, le nombre de morts équivalents est indiqué, ce qui permet de calculer un risque numérique en multipliant la gravité avec la fréquence d'occurrence.

Le niveau de gravité IV correspond aux conséquences d'un accident 'critique' selon MSC : un mort équivalent.

Le niveau de gravité V correspond aux conséquences d'un accident 'catastrophique' selon MSC : plusieurs morts, donc 10 morts équivalents.

Dans la matrice de risque, qui résulte de la fréquence d'occurrence et de la gravité, les champs sont toujours alloués à une des trois catégories suivantes :

Risque acceptable	Risques acceptables. Pas d'autre mesure de réduction du risque nécessaire.
Risque tolérable (zone de transition)	Risques supportables lorsque toutes les mesures raisonnables selon l'impératif de proportionnalité ont été mises en œuvre.
Risque non acceptable	Les risques doivent être éliminés ou atténués. Le trafic est interdit.

Tab. 3 : Définition des niveaux d'acceptabilité des risques

Ces trois catégories sont communes dans les normes et dans plusieurs documents (guides, RTE).

Les MSC définissent spécifiquement deux champs de risques acceptables dans la matrice :

1. Le champ E IV est équivalent à un accident avec des conséquences critiques avec une fréquence qui donne un risque acceptable.
2. Le champ G V est équivalent à un accident avec des conséquences catastrophiques avec une fréquence qui donne un risque acceptable.

La ligne de l'acceptation de risque est une droite et toujours à la même limite pour les catégories

- Catégories I – IV : 1 mort équivalent par  $10^7$  heures.
- Catégories V – VI : 1 mort équivalent par  $10^8$  heures.

Le changement du taux d'acceptation de risque entre les catégories IV et V s'explique par l'aversion contre les grands accidents.

Fréquence d'occurrence	A	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	B	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	C	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	D	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	E	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	F	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable
	G	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable
		I	II	III	IV	V	VI
		Catégorie de gravité					

Tab. 4 : Taux d'acceptation

La matrice d'acceptation du risque ou matrice de criticité résultant pour le projet m2-m3 est donc la suivante :

Fréquence d'occurrence	A	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	B	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	C	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	D	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	E	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque non acceptable	Risque non acceptable
	F	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable	Risque non acceptable
	G	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque acceptable	Risque tolérable
		I	II	III	IV	V	VI
		Catégorie de gravité					

Tab. 5 Matrice de criticité

Chaque risque identifié comme tolérable sera analysé au cas par cas afin de statuer sur son acceptabilité ou non. Chaque conclusion sera justifiée par une analyse de risque réalisée par chaque acteur dans son domaine de responsabilité, et vérifiée (second regard) selon le processus des normes EN 50126, 28, 29 et soumis pour acceptation au MO.

### 7.1.3 Principe d'acceptation d'un risque résiduel Tolérable

Un risque Tolérable est défini comme étant acceptable lorsque toutes les mesures raisonnables selon l'impératif de proportionnalité ont été mises en œuvre. De façon générale il s'agit d'un principe d'adéquation des moyens à un but recherché : la sécurité des passagers et du personnel d'exploitation et de la maintenance.

Dans cette zone l'acceptabilité du risque doit faire l'objet d'un accord par le MO.

Pour cela, l'entité qui identifie un risque résiduel Tolérable produira une note justificative, démontrant que ce risque résiduel Tolérable ne peut être raisonnablement réduit à un niveau de risque Acceptable.

La note sera validée par le responsable projet MOE concerné, le responsable sécurité MOE concerné, et évaluée d'un point de vue de la sécurité par un expert indépendant, avant d'être soumise au mandataire SECU et au MO pour avis.

En se basant sur l'avis du mandataire SECU, le MO acceptera le risque résiduel Tolérable ou demandera au MOE de rendre le risque Acceptable.

L'acceptation du risque Tolérable résiduel pourra aussi être donnée sous réserve que soient mises en œuvre des mesures complémentaires qui seraient jugées nécessaires par le mandataire SECU et le MO.

### 7.1.4 Méthodologie d'analyse de risques, et de suivi des exigences de sécurité

La méthodologie d'analyse des dangers et des risques par rapport au processus de la MSC est illustrée dans la Fig. 10.

Une APD sera réalisée par chacun des mandataires. Les différentes APD seront revues au niveau système globale afin d'en vérifier la complétude et la cohérence. Sur la base des APD, le Registre des Dangers Général (RDG) est initialisé.

Le Registre des Dangers Général est utilisé en tant que support pour assurer l'enregistrement et la traçabilité de tous dangers avec les mesures de réduction de risque associées. Il est initialisé en phase d'Avant-Projet (typiquement en sortie de l'Analyse Préliminaire des Dangers) et mis à jour régulièrement.

Les documents qui alimenteront le RDG sont essentiellement les APD et les exigences de sécurité issues des concepts de sécurité, ou tout autre sujet spécifique non traité initialement dans les études qui nécessite une résolution du point de vue de la sécurité.

Durant les différentes phases du projet, le mandat sécurité s'assure de l'implémentation effective des exigences identifiées pendant les phases de conception. Il s'agit d'une activité progressive réalisée en fonction de l'avancement des activités de Vérification & Validation. Elle est basée sur la revue des contributions de chaque sous-système au RDG selon le principe suivant : un risque



de niveau système pourra être considéré comme clos si toutes les exigences correspondantes transférées au niveau sous-système sont-elles-mêmes closes dans leur contribution respective.

Aux étapes clés de la vie du projet, une revue formelle de ce document est réalisée afin d'assurer la progression du processus de résolution, en adéquation avec le cycle de vie du projet.

Le Registre Général des Dangers est présenté dans la pièce K20 du dossier PAP.

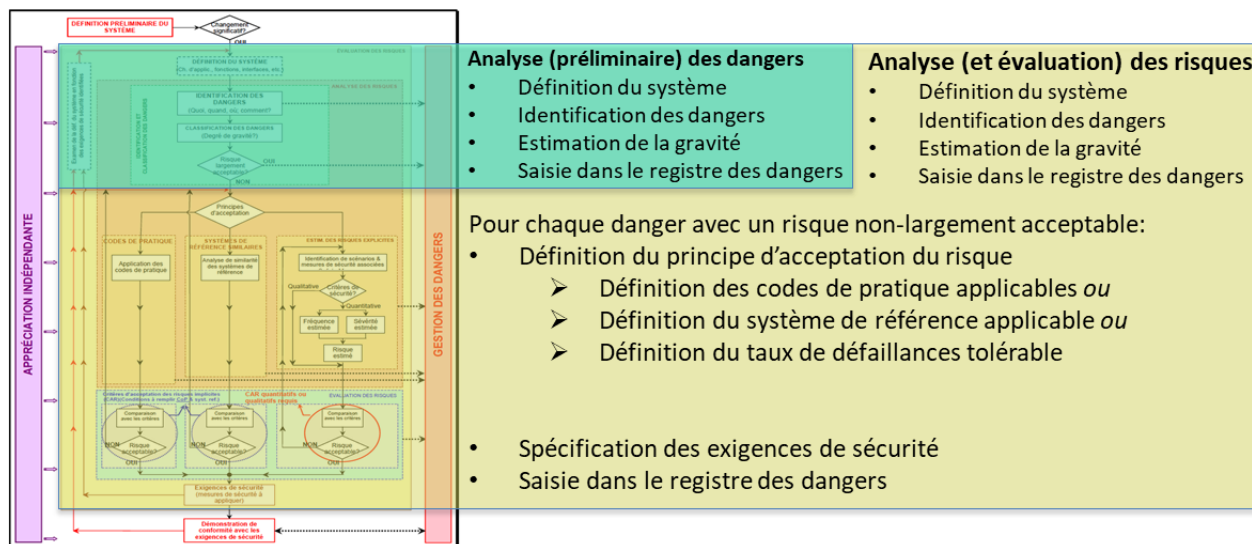


Fig. 10 Méthodologie analyse des dangers et des risques par rapport au processus de la MSC

## 7.1.5 Processus de vérification et validation

La vérification et la validation des documents de sécurité seront réalisées conformément à la norme EN 50126: 2017.

Un plan de validation sera réalisé par le mandat SECU afin de décrire l'organisation des vérifications et de la validation au sens de la norme EN 50126:2017. Ce plan de validation inclura le processus de contrôle tel que présenté ci-dessous.

### 7.1.6 Processus de contrôle

Les activités de contrôle, en rapport avec l'évaluation de risques, selon les méthodes de sécurité communes, seront réalisées par le mandataire SECU et couvriront le système global tel que défini au paragraphe 4.

Le mandataire SECU réalisera le rapport d'évaluation de la sécurité du Système Métro.

Le mandataire SECU réalisera le dossier de sécurité système global et sera garant de l'intégration sûre des sous-systèmes au niveau du système global.

L'ensemblier réalisera un rapport d'évaluation de la sécurité pour confirmer l'application correcte du processus de gestion des risques par le mandataire SECU et pour confirmer la validité des résultats et conclusions dans le dossier de sécurité préparé par le mandataire SECU.



### 7.1.7 Gestion des interfaces de sécurité

La gestion des interfaces de sécurité par le mandataire SECU se base sur les documents officiels élaborés par chaque mandataire dans le domaine sous sa responsabilité.

Une des tâches du mandataire SECU est le contrôle de la cohérence des documents de sécurité entre les différents mandats et le contrôle du respect des principes de gestion de la sécurité au niveau Réseau Métro Automatique. Les mandataires devront réaliser des analyses des risques aux interfaces. Les risques identifiés seront reportés dans les APD. Pour les interfaces impactant la sécurité, le mandat sécurité s'assurera de l'adéquation des exigences allouées à chacune d'elles ou à défaut ces exigences seront identifiées/complétées.

Chaque mandataire doit s'assurer que ses interfaces fonctionnelles, techniques et de sécurité sont bien prises en compte par les autres mandataires

Chaque mandataire doit s'assurer que les exigences de sécurité qu'il reçoit sont transférées à l'équipe de conception qui est en charge de les intégrer dans les documents de spécification d'interface.

La cohérence aux interfaces est réalisée entre les documents suivants :

- Concepts transverses K10, K11, K12, K13 définis par les Mandataires Système Métro et Equipement ;
- Avant-Projet (complet) Système Métro ;
- Convention d'utilisation et Base de projet définis par le Mandataire Génie Civil ;
- Analyse de risques réalisée par CFF ;
- Analyse de risques transverse réalisée par le Mandataire Système Métro (prenant en compte les risques incendie/évacuation) ;
- Exigences de sécurité de Système Métro (incluant les exigences de sécurité du Mandataire Equipement) à exporter au Mandataire Génie Civil.

La vérification de la prise en compte des exigences aux interfaces est réalisée de façon croisée. Chaque mandataire effectue une déclaration de conformité ou de cohérence selon les principes suivants :

1. Une déclaration de conformité de l'Avant-Projet Système Métro aux Concepts Transverses K10, K11, K12 et K13 est réalisée par le mandataire Système Métro ;
2. Une déclaration de conformité des Conventions d'utilisation et Bases de projet aux Concepts Transverses K10, K11, K12 et K13 est réalisée par le mandataire Génie Civil ;
3. Une déclaration de conformité des Conventions d'utilisation et Bases de projet aux Exigences de sécurité de Système Métro exportées au mandataire Génie Civil est réalisée par le mandataire Génie Civil ;
4. Une déclaration de cohérence entre les documents Analyse de risques CFF et l'Analyse de Risques Transverse est réalisée par le mandataire SECU.

Le cas échéant, les éventuels écarts identifiés dans ces déclarations sont listés et évalués dans le rapport de sécurité PAP (Pièce K01).

### 7.1.8 Processus d'approbation des plans, réalisation des Dossiers de sécurité et autorisation d'exploiter

Le projet complet de développement des métros m2-m3 est divisé en étapes de réalisation. Chaque étape de réalisation fait l'objet d'une procédure particulière envers l'autorité nationale ferroviaire (Office Fédéral des Transports). La procédure, dite PAP, consiste en :

	Action	Auteur	Objet
1	Demande d'approbation des plans,	par le requérant à l'OFT,	en soumettant un Dossier PAP (contenant entre autres le Rapport de Sécurité PAP).
2	Approbation des plans,	par l'OFT,	en produisant une Décision d'approbation des plans (contenant si besoin des réserves ou charges), en se basant sur l'analyse du Dossier PAP (contenant entre autres le Rapport de Sécurité PAP).
3 <sup>4</sup>	Constitution et soumission,	par le requérant à l'OFT,	du Dossier de Sécurité relatif à l'étape de réalisation.

Tab. 6 : Principe de la procédure d'approbation des plans.

L'articulation en « étapes de réalisation » du projet complet de développement des métros m2-m3 n'est pas encore arrêtée. L'articulation sera donnée dans un futur « concept d'homologation m2-m3 ».

Seule la première étape de réalisation est arrêtée et fait l'objet de la présente procédure d'approbation des plans.

Afin de pouvoir transporter des passagers avec ces métros m2-m3, une procédure supplémentaire devra être suivie auprès de l'autorité nationale ferroviaire (Office Fédéral des Transports) : l'octroi de l'autorisation d'exploiter. Les principes de cette procédure sont les suivants :

	Action	Auteur	Objet
1	Demande d'autorisation d'exploiter	par le requérant à l'OFT,	en soumettant une Demande d'autorisation incluant entre autres le Dossier de Sécurité du système à exploiter
2	Octroi de l'autorisation d'exploiter	par l'OFT,	en octroyant une Autorisation d'exploiter (contenant si besoin des réserves ou charges), en se basant sur l'analyse du Dossier de Sécurité du système à exploiter

Tab. 7 : Principe de la procédure d'autorisation d'exploiter

L'articulation en « système à exploiter » du projet complet de développement des métros m2-m3 n'est pas encore arrêtée. L'articulation sera donnée dans un futur « concept d'homologation m2-m3 ».

Le phasage, la spécification et planification des différentes étapes et livrables des procédure(s) d'approbation des plans, dossier(s) de sécurité et autorisation(s) d'exploiter seront donnés ultérieurement dans le « concept d'homologation m2-m3 ».

<sup>4</sup> La phase 3 du Tab. 6 n'est pas formellement requise mais est généralement réalisée suite à des réserves ou charges émises par l'OFT

Le futur « concept d'homologation m2-m3 » donnera chacune des étapes envisagées qui seront définies en fonction des besoins du projet.

Le principe suivant sera néanmoins respecté :

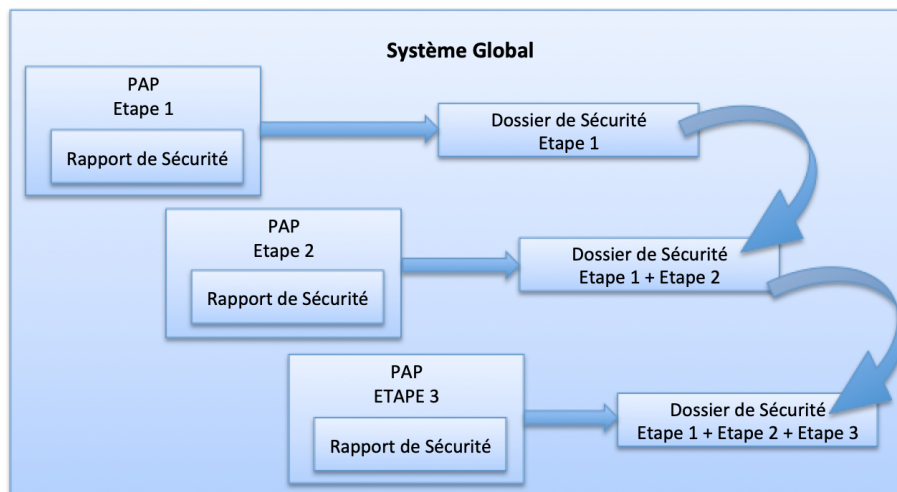


Fig. 11 Principe des dossiers PAP et des dossiers de sécurité par étape

Chaque demande d'approbation des plans intégrera un Rapport de Sécurité PAP présentant la démarche de sécurité adoptée pour l'étape considérée. Pour la présente procédure d'approbation des plans, voir la Pièce K01.

Par application, à l'issue de la première étape, un Dossier de sécurité, de la responsabilité du mandataire SECU, sera réalisé afin d'obtenir une vision globale de la sécurité et donner la certitude de la couverture de l'ensemble des risques.

Ce même Dossier de Sécurité sera modifié et complété avec les éléments de preuves relatifs à chacune des étapes de réalisation (objet des procédures d'approbation des plans ultérieures).

De la même manière, le même dossier de sécurité pourra servir la(les) future(s) demande(s) d'autorisation d'exploiter.

Note : des procédures subséquentes ou intermédiaires envers l'autorité nationale ferroviaire (Office Fédéral des Transports) pourront être réalisées en cours de projet. Ces procédures subséquentes concerneront des systèmes techniques particuliers, mais pas les infrastructures. Elles auraient comme avantage de pouvoir adresser un sujet technique particulier.

A titre indicatif, les dossiers suivants pourront être établis au cours du projet :

- Un Dossier d'Homologation du matériel roulant, qui intégrera sa propre démonstration de sécurité
- Une PAP Automatisme

Par ailleurs, chacun des sous-systèmes ayant un impact potentiel sur la sécurité du système pourra faire l'objet d'un Dossier de Sécurité spécifique. A ce stade du projet, les sous-systèmes concernés ne sont pas encore identifiés. Le cas échéant, cette identification sera faite dans le futur « concept d'homologation m2-m3 ».

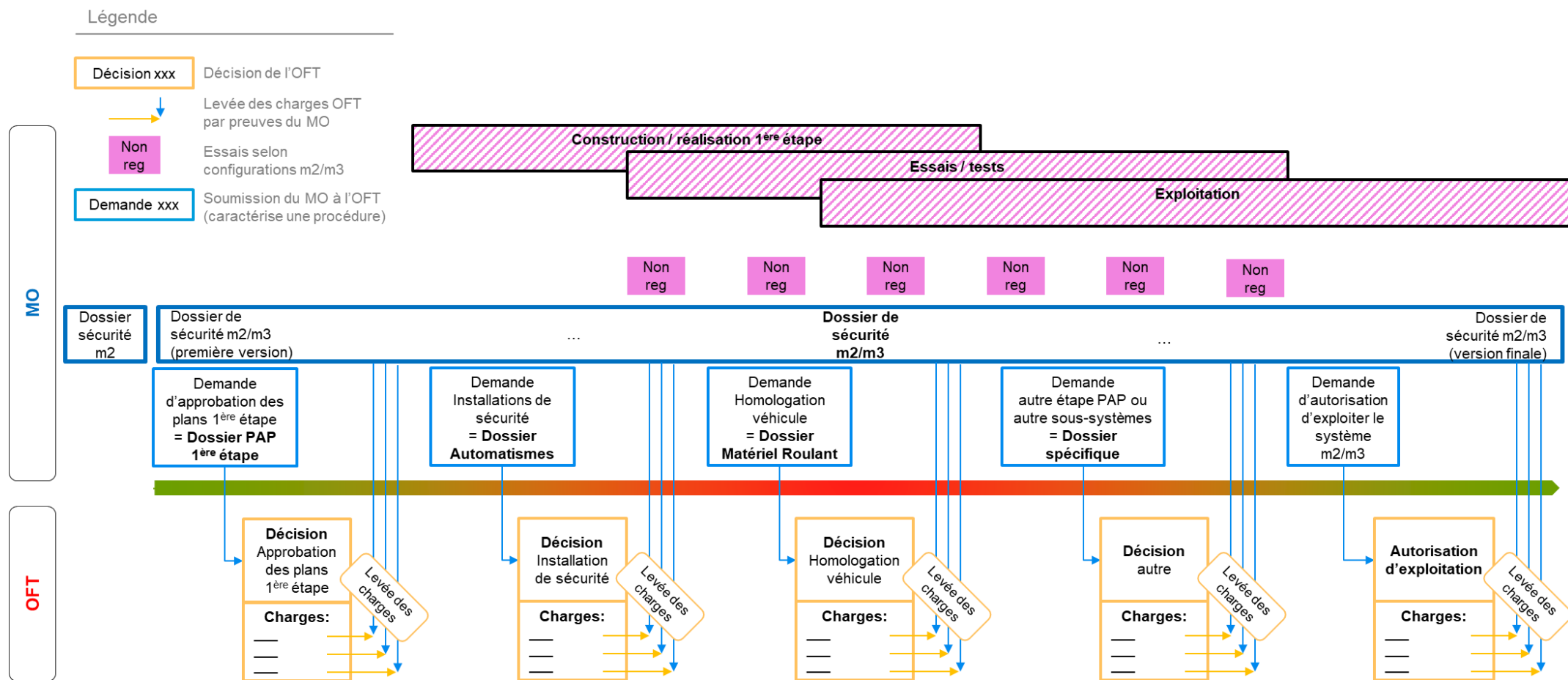


Fig. 12 Illustration des processus d'approbation des plans, réalisation des Dossiers de sécurité et autorisation d'exploiter

## **7.2 Processus d'approbation des plans de l'OFT**

La procédure d'approbation des plans doit se dérouler selon la directive OPAPIF de l'OFT (Juillet 2013).

Les éléments du Dossier PAP à soumettre à l'OFT ainsi que leur contenu attendu sont définis dans la directive OPAPIF.

Les points suivants d'un Dossier PAP sont en relation avec la sécurité et sont explicités ci-dessous.

### **7.2.1 Rapport de Sécurité PAP (pièce K)**

Le dossier PAP doit contenir un Rapport de Sécurité conforme aux articles 2 et 3 de l'OCF. Le Rapport de Sécurité du dossier PAP est dans la responsabilité du mandataire Sécurité Générale. Il contiendra des éléments qui seront élaborés par les mandataires Système Métro, Equipements et Génie Civil.

### **7.2.2 Demande de dérogation aux prescriptions (pièce J)**

En cas de dérogation aux prescriptions, les mandataires responsables prépareront une demande d'approbation de dérogation selon l'art. 5 OCF qui est à fournir avec le dossier PAP. Toute demande de dérogation est justifiée par une analyse de risque pour démontrer que la solution proposée atteint le même niveau de sécurité qu'une solution conforme aux prescriptions, ou qu'elle ne comprend au moins aucun risque inadmissible. Le mandataire Sécurité Générale est en charge de la vérification de la plausibilité d'éventuelles demandes de dérogation, et de l'intégration des demandes dans le dossier PAP.

### **7.2.3 Rapports d'évaluation de la sécurité (pièce L)**

Les rapports d'évaluation de la sécurité indiquent les résultats des procédures de gestion des risques conformément à l'art. 8c OCF. Ces rapports sont identifiés dans un Dossier PAP. Ils seront transmis avec les Dossiers de Sécurité. Les éléments de cette pièce de la PAP sont cohérents avec les chapitres 5.1, 6.2.6 et 7.1.6.

### **7.2.4 Rapports d'examen d'experts (pièce M)**

Certains domaines techniques doivent être analysés d'une manière indépendante, tel que défini par la réglementation de l'OFT. Ces rapports d'examens d'experts sont identifiés dans un Dossier PAP. Les rapports d'expert concernant le Génie Civil seront transmis dans cette pièce, les rapports d'experts concernant le Système Métro seront transmis avec les Dossiers de Sécurité. Les éléments de cette pièce de la PAP sont cohérents avec le chapitre 7.1.6.

## **7.3 Gestion des évolutions du référentiel normatif**

Un seul référentiel normatif (commun) est créé pour le projet m2-m3

Le référentiel normatif définit les lois, ordonnances, directives et normes applicables

Le mandataire SECU dirige l'établissement du référentiel et le gère

Chaque mandataire contribue au référentiel en définissant les normes et règlements applicables dans son propre domaine.

Le référentiel normatif évolue avec l'évolution des règlements et des normes, mais l'état est 'gelé' aux jalons suivants du projet :

- Mise en service du m2 (2007, base pour l'autorisation de circuler). Définition des normes en vigueur à l'époque.
- Dépôt d'un dossier PAP à l'OFT
- Acceptation des plans par l'OFT (normalement identique à l'état du dossier PAP)
- Appel d'offre pour un sous-système (par exemple matériel roulant)
- signature du contrat avec un fournisseur (normalement identique à l'état lors de l'appel d'offre)
- Dépôt d'un dossier de sécurité à l'OFT pour demander une autorisation d'exploiter ou pour une homologation de type (par exemple pour le matériel roulant)
- Octroi d'une autorisation d'exploiter ou d'une homologation de type par l'OFT (normalement identique à l'état du dépôt du dossier de sécurité correspondant)
- En cas d'un changement essentiel ou significatif qui exige une nouvelle autorisation d'exploiter (lors du dépôt du dossier de sécurité à l'OFT)

Pour chaque version gelée du référentiel, le processus suivant sera appliqué :

- Chaque mandataire fait une mise à jour des règlements et normes en vigueur dans son domaine.
- Chaque mandataire fait une analyse des modifications et de leur impact pour toutes les prescriptions changées depuis le dernier jalon, surtout concernant les aspects de sécurité.
- Normalement, les prescriptions actuelles et officiellement en vigueur (lois, directives, normes) sont listées dans le référentiel pour chaque jalon identifié en dessus. Dans des cas exceptionnels, des versions anciennes de certaines normes ou directives peuvent être appliquées. Le mandataire propose et justifie ces exceptions.
- La version du référentiel doit être identifiée, vérifiée, validée et sauvegardée
- Pour la première version 'gelée' du référentiel (référentiel de référence de la PAP étape 1) une version électronique (pdf) de chaque document listé dans le référentiel doit être sauvegardée : concrètement les documents sauvegardés sont ceux accessibles au domaine public. Pour les normes, la version applicable au projet de chaque norme est définie afin que chacun puisse se procurer cette version.
- Cette première version gelée du référentiel est réalisée par l'ensemble des mandats. La formalisation finale est établie par le mandat SECU.

Une copie électronique (pdf) de chaque document changé par rapport à la version précédente du référentiel doit être sauvegardée par le mandataire responsable.

Ces processus permettent d'identifier à chaque instant les versions et le contenu de toutes lois, directives, normes etc. en vigueur lors des jalons importants du projet.

## 7.4 Processus sécurité détaillé

Le processus sécurité est détaillé étape par étape depuis les études préliminaires jusqu'à la mise en service commerciale.



#### **7.4.1 Management de la sécurité en phase d'avant-projet**

##### **1. Tâches sous responsabilité du mandat Sécurité Générale**

- Définition du processus sécurité :
  - Le PMGS réalisé par le mandat SECU définit les moyens, méthodes et organisations mis en œuvre pour atteindre, mesurer et justifier les objectifs de sécurité
  - Le mandat SECU valide ensuite la conformité à ces exigences des plans de management de la sécurité des mandataires
  - Mise en place du phasage des dossiers PAP et du dossier de sécurité en coordination avec le MO
- Définition des objectifs de sécurité des lignes m2 et m3 :
  - Le mandat SECU définit et fait valider par le MO les critères d'acceptation des risques par le présent PMGS
- Initialisation du RDG (système global)
- Soutient des dossiers PAP :
  - Le mandat SECU assistera le MO dans la production des réponses aux interrogations de l'OFT portant sur la sécurité du projet

##### **2. Tâches sous responsabilité des Mandats Système Métro, Equipement et Génie-Civil :**

- Réalisation des PMSS Mandats Système Métro, Equipement et Génie-Civil
- Réalisation des APD Mandats Système Métro, Equipement et Génie-Civil (et implémentation dans le format RDG)
- Initialisation des analyses de risques aux interfaces
- Contributions à la réalisation des dossiers PAP

#### **7.4.2 Management de la sécurité en phase de Projet de l'ouvrage (PO)**

##### **1. Tâches sous responsabilité du mandat SECU**

- Vérification des analyses des risques et documents sécurité du mandat Système Métro,
- Consolidation du RDG,
- Pilotage de la sécurité :
  - Analyse des propositions d'allocation sur chaque système du mandat Système Métro
  - Résolution des litiges aux interfaces entre le mandat Système Métro et le Mandat Génie-Civil
  - Résolution des litiges aux interfaces entre Mandataires AP Systèmes / Génie-Civil et les CFF
  - Revue des Dossier d'Appel d'Offres (DAO) rédigés par les Mandataires AP : présence des exigences sécurité
  - Pilotage et synthèses des analyses des risques aux interfaces entre le mandat Système Métro et le Mandat Génie-Civil
  - Pilotage et synthèses des analyses des risques aux interfaces entre Mandataires AP Systèmes / Génie-Civil et les CFF
  - Réalisation du dossier préliminaire de sécurité



## 2. Tâches sous responsabilité des Mandat Système Métro et Mandat Génie-Civil

- Consolidation des Analyse de Risques (systèmes et équipement et aux interfaces) et du RD,
- Allocations internes des objectifs de sécurité de chaque système
- Intégration des exigences sécurité dans les cahiers des charges pour les marchés industriels
- Dossier préliminaire de démonstration sécurité consolidé pour chaque périmètre du mandat Système Métro, avec identification des exigences exportées vers l'exploitation ou la maintenance

### 7.4.3 Management de la sécurité en phase d'Exécution de l'Ouvrage

#### 1. Tâches sous responsabilité du mandat SECU

- Revue des études de sécurité et des dossiers de démonstration sécurité de chaque mandat, et des exigences exploitation maintenance
- Consolidation de l'atteinte des objectifs de sécurité des lignes m2 et m3 et mise à jour du RDG
- Activités de pilotage des mandats :
  - Suivi des visas des mandats sur les démonstrations sécurité des industriels, et les essais de qualification sécurité
- Coordination avec le MO et les acteurs externes :
  - Revue avec le MO, des exigences exportées par les mandataires AP sur l'exploitation et la maintenance

#### 2. Tâches sous responsabilité des Mandat Système Métro et Mandat GC

- Mise à jour du RD
- Activités de revue des activités sécurité des industriels (études d'exécution – réalisation et essais unitaires)

### 7.4.4 Activités en Phase d'Intégration et de Réception de la Ligne (mise en service)

#### 1. Tâches sous responsabilité du mandat SECU

- Revue des dossiers de sécurité mandats Système Métro et GC
- Préparation du rapport d'évaluation pour le système métro
- Réalisation des Dossiers de sécurité système global
- Activités de pilotage des mandats :
  - Suivi des rapports des mandats sur la sécurité durant les essais d'intégration des systèmes et la marche à blanc
- Coordination avec le MO et les acteurs externes :
  - Le mandat SECU assistera le MO dans la production des réponses aux interrogations de l'OFT portant sur la sécurité du projet.

#### 2. Tâches sous responsabilité des mandats Système Métro et GC

- Mise à jour du RD durant les essais d'intégration systèmes
- Réalisation des dossiers de sécurité systèmes et équipement
- Pilotage des activités des industriels (essais d'intégration)

### 7.4.5 Revues, audits et inspections

Des revues sont spécifiquement prévues pour suivre et assurer l'avancement correct des activités sécurité. Ce sont :

- Des revues avec les mandataires :
  - Pour coordonner les activités sécurité ;
  - Pour mesurer l'avancement de ces activités ;
  - Pour vérifier la prise en compte des exigences sécurité par les études détaillées et, inversement, vérifier la cohérence entre la configuration des études détaillées et celles prises en compte par les études sécurité.

Ces réunions sont périodiques et peuvent également être tenues à la demande des mandataires pour aborder des sujets spécifiques.

Ces réunions peuvent être organisées dans le cadre des réunions d'avancement du projet.

- Des revues avec le Maître d'ouvrage :
  - Pour suivre l'avancement des activités sécurité ;
  - Pour préparer la constitution des différents dossiers de sécurité.

Plusieurs audits sécurité seront menés. Chaque acteur projet définira un programme d'audit dans son périmètre d'activité.

Ces audits ont pour but d'évaluer la méthodologie d'analyse de la sécurité ainsi que de contrôler son application effective et la documentation associée des mandataires et en particulier du maître d'œuvre systèmes qui est garant de l'atteinte des objectifs de sécurité.

## 8 Planning prévisionnel

Le planning projet est la pièce C01 du dossier PAP.