



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral des routes OFROU
Filiale 1 Estavayer-le-Lac
Division Infrastructure routière
Gestion du Patrimoine

CONSERVATION DES ROUTES NATIONALES

Réseau Filiale 1

Dossiers de sécurité **DS**

Guide

DOSSIERS DE SECURITE

PARTIE 2 - CONCEPT D'EXPLOITATION

STRUCTURATION ET REPRESENTATION DES CONDITIONS

D'EXPLOITATION LIEES A L'ETAT DES EQUIPEMENTS

**Standards applicables aux routes nationales du périmètre
de la Filiale 1 de l'OFROU**

Données du document

| | |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Date de Rédaction / Révision: | 18.10.2017 |
| Fichier / Nom du fichier: | 20171018 Structure DS_P2 Concept d'exploitation_CME V1.1 |
| N° de référence et indice: | |
| Rédacteur / Rédactrice: | Ch. Boss / A. Mezzanotte |
| Document vérifié par: | Ch. Boss |
| Document contrôlé par: | A. Mezzanotte |
| Document approuvé par: | Ph. Poffet |

Liste des modifications

| Version | Date | Rédacteur/ Rédactrice | Contenu des modifications |
|---------|------------|--------------------------|-----------------------------------------------|
| 1.0 | 20.09.2017 | CHB/AME | Publication initiale à usage interne |
| 1.1 | 18.10.2017 | AME | Mise en forme pour publication sur site OFROU |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Diffusion

Le document est téléchargeable gratuitement sur le site www.ofrou.ch.

© ASTRA 18.10.2017

Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Table des matières

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. | Introduction..... | 2 |
| 1.1 | Objet | 2 |
| 1.2 | But..... | 3 |
| 1.3 | Champ d'application | 3 |
| 1.4 | Destinataires..... | 3 |
| 1.5 | Entrée en vigueur..... | 3 |
| 2. | Fonctions de sécurité d'un tunnel | 4 |
| 3. | Moyens pour garantir les fonctions de sécurité d'un tunnel | 5 |
| 4. | Modes d'exploitation d'un tunnel..... | 7 |
| 5. | Seuils admissibles des pannes et dysfonctionnements..... | 8 |
| 6. | Niveaux de maintenance selon les degrés d'urgence | 9 |
| 7. | Mesures compensatoires | 10 |
| 8. | Modalités de fermeture et de réouverture d'un tunnel à la circulation..... | 11 |
| 9. | Modalités de structuration et de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements | 12 |
| 9.1 | Structure générale | 12 |
| 9.1.1 | Découpage horizontal des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements | 13 |
| 9.1.2 | Découpage vertical des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements ... | 14 |
| 9.2 | Description et représentation des conditions d'exploitation courante | 15 |
| 9.3 | Description et représentation des conditions d'exploitation dégradée..... | 16 |
| 9.4 | Description et représentation des conditions d'exploitation critique | 18 |
| 9.5 | Description et représentation des conditions minimales d'exploitation impliquant la fermeture de l'ouvrage | 19 |
| 10. | Démarche d'élaboration des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel | 21 |

1. Introduction

1.1 Objet

La directive OFROU 16050 « Sécurité opérationnelle pour l'exploitation » donne les précisions suivantes à propos des conditions minimales d'exploitation (CME) des routes nationales.

« Les conditions minimales d'exploitation doivent être respectées pour assurer une réouverture de la route nationale ou pour son maintien en exploitation après un événement, une panne d'équipement ou pendant des travaux d'entretien. La durée d'exploitation sous les conditions minimales doit être limitée dans le temps. Les conditions minimales servent à garantir une circulation sûre en incluant des mesures complémentaires afin d'assurer le maintien de standards de sécurité suffisants.

Les conditions minimales d'exploitation concernent aussi bien les éléments d'infrastructure (éléments de construction, équipements d'exploitation et de sécurité (EES)), que les procédures opérationnelles. Ces conditions sont définies par tronçon ou par tunnel en considérant les dangers potentiels existants et l'accroissement du trafic. Les reports de trafic éventuels sur des routes alternatives doivent être pris en considération.

Les conditions minimales d'exploitation doivent respecter les principes suivants:

- *la garantie de l'auto-sauvetage;*
- *la garantie d'intervention des services d'intervention;*
- *la garantie que les fonctions minimales, ayant une influence sur la sécurité des éléments de construction et des équipements EES des tunnels et tronçons, soient opérationnelles;*
- *la garantie de la sécurité du trafic, un guidage de trafic fluide avec une lisibilité incontestable de la gestion d'axe.*

Les mesures de réduction des risques font partie intégrante des conditions minimales d'exploitation. Ces mesures doivent être adaptées aux événements et aux parties d'ouvrages ou des EES touchés. Les mesures suivantes doivent être prises en considération:

- *mesures organisationnelles et d'exploitation (ex. limitation de la vitesse, interdiction de dépassement pour les poids lourds, distance minimale entre les poids lourds, itinéraire de délestage du trafic poids lourds, mesures visant à éviter des engorgements dans les tunnels, service de piquet des services d'intervention, régulation manuelle des équipements d'exploitation et de sécurité);*
- *mesures sur l'équipement (ex. mise en place d'équipements provisoires de remplacement, pontage de commande).*

Les conditions minimales d'exploitation ainsi que les mesures prévues pour les conditions particulières d'exploitation planifiées sont définies préalablement et documentées. Lors d'événements imprévus, des mesures organisationnelles spéciales sont prévues afin que les mesures minimales d'exploitation et les mesures à prendre puissent être définies et mises en œuvre rapidement.

Afin d'obtenir une structure uniforme des conditions minimales, l'OFROU établit et prescrit dans une directive les conditions cadres nécessaires. »

Dans ce contexte, la filiale 1 de l'OFROU a édicté le présent guide ayant pour objet de fixer les standards de structuration et de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements, y compris des conditions minimales d'exploitation (CME), s'appliquant à chaque tunnel du réseau des routes nationales de son périmètre. Les tronçons à ciel ouvert (hors zones d'influence fonctionnelle des tunnels) ne sont pas soumis à l'établissement de CME selon les standards prescrits par Filiale 1 de l'OFROU, du fait que leurs modalités d'exploitation en cas d'événement ne sont pas essentiellement dépendantes de l'état de fonctionnement des équipements d'exploitation et de sécurité (EES).

1.2 But

Les conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel, y compris les conditions minimales d'exploitation (CME), dépendent directement de la partie 2 - Concept d'exploitation des Dossiers de sécurité réseau des routes nationales situées dans le périmètre de la Filiale 1 de l'OFROU. Il importe que leur définition puisse reposer sur une approche standardisée de sorte à garantir un traitement uniformisé de la problématique. Dans cet esprit, le présent guide vise les objectifs suivants:

- Formalisation des principes d'exploitation sûre des tunnels.
- Uniformisation de la dénomination des modes d'exploitation des tunnels à prendre en compte dans le cadre de l'élaboration des CME des tunnels.
- Formalisation de la définition des modes d'exploitation des tunnels à prendre en compte dans le cadre de l'élaboration des CME des tunnels.
- Définition et formalisation des niveaux de maintenance en fonction des degrés d'urgence.
- Formalisation des modalités de structuration et de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements des tunnels.
- Définition d'une démarche d'élaboration des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements des tunnels.

1.3 Champ d'application

Les indications contenues dans le présent guide s'appliquent à tous les tunnels du réseau des routes nationales gérés par la Filiale 1 de l'OFROU.

A noter que le présent guide ne s'applique pas à la définition des conditions d'exploitation liées aux équipements des tunnels sous chantier.

1.4 Destinataires

Le présent guide s'adresse à toutes les instances concernées par la sécurité de l'exploitation des routes nationales faisant partie du périmètre de la Filiale 1 de l'OFROU.

1.5 Entrée en vigueur

Le présent guide entre en vigueur le 5 septembre 2017.

2. Fonctions de sécurité d'un tunnel

La sécurité des usagers de la route empruntant un tunnel routier doit être garantie à tout moment, quel qu'en soit le mode d'exploitation. Cet état est désigné par la notion d'exploitation sûre. En phase d'exploitation courante, l'exploitation sûre est implicitement définie par le respect des prescriptions légales, des directives de l'OFROU et des normes.

Les fonctions de sécurité d'un tunnel sont définies en cohérence avec les situations de dangers à prendre en compte dans le cadre de l'exploitation. Ces fonctions correspondent aux objectifs et enjeux majeurs de la gestion de la sécurité. Certaines fonctions relèvent de la prévention, d'autres de la protection, tandis que d'autres encore interviennent sur les deux plans.

Les fonctions de sécurité à prendre en compte dans le cadre de la définition des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements, y compris des conditions minimales d'exploitation (CME), pour les tunnels du réseau des routes nationales faisant partie du périmètre de la Filiale 1 de l'OFROU, se déclinent comme suit:

Prévenir les incidents/accidents

- Surveiller l'ouvrage, ses équipements et le trafic dans le tunnel.
- Surveiller les conditions météorologiques, le trafic et l'environnement extérieur.
- Assurer les conditions de conduite génératrices de sécurité et de confort.
- Tenir les usagers de la route informés des conditions de circulation.

Détecter

- Détecter un incident/accident.
- Qualifier l'incident/accident.

Alerter et informer

- Alerter les services d'intervention.
- Alerter les usagers de la route dans l'ouvrage et aux portails du tunnel.
- Informer les usagers de la route sur le réseau hors de l'ouvrage.

Limiter les conséquences de l'incident/accident

- Minimiser le nombre d'usagers de la route présents dans l'ouvrage et éviter les sur-accidents.
- Limiter le développement du sinistre en attendant l'arrivée des secours.
- Favoriser l'évacuation et la mise à l'abri des usagers de la route (auto-évacuation).
- Faciliter l'accès et l'action des services d'intervention.

Assurer le retour à l'exploitation

- Vérifier l'état de l'ouvrage et effectuer les travaux d'urgence éventuellement nécessaires afin de rétablir le trafic.

3. Moyens pour garantir les fonctions de sécurité d'un tunnel

Pour garantir les fonctions de sécurité d'un tunnel, il y a lieu de recourir à différents moyens de prévention et de protection, une distinction étant à faire entre:

- L'infrastructure d'un tunnel;
- Les moyens humains impliqués dans l'exploitation d'un tunnel;
- Les moyens humains engagés lors d'une intervention dans un tunnel;
- Les équipements d'un tunnel (sont entendus par « équipements », pour l'ensemble de ce guide, les équipements d'exploitation et de sécurité (EES) et les équipements de lutte contre l'incendie).

Dans le cadre de la définition des conditions d'exploitation d'un tunnel en fonction des modes d'exploitation normale, dégradée, critique et au seuil des conditions minimales d'exploitation impliquant une fermeture d'ouvrage, il est postulé que:

- L'infrastructure d'un tunnel est disponible, et que son indisponibilité ne survient qu'en cas d'événement grave (ex. incendie, danger naturel) ou d'événement trafic (ex. accident), impliquant de fait la fermeture de tout ou partie de l'ouvrage. La gestion de ce type d'événements est décrite dans la partie 2 du Dossier de sécurité du tronçon concerné.
- Les moyens humains impliqués dans l'exploitation d'un tunnel, respectivement dans le cadre d'une intervention sont disponibles conformément au concept d'exploitation du tunnel, tel que décrit dans la partie 2 du Dossier de sécurité du tronçon concerné.
- Les équipements d'un tunnel peuvent être caractérisés par des situations de fonctionnement dégradé, critique ou au seuil des conditions minimales d'exploitation. C'est pourquoi il est nécessaire de définir les limites de fonctionnement admissibles des différents équipements destinés à garantir les fonctions de sécurité d'un tunnel.

Dès lors, la définition des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements, ainsi que des conditions minimales d'exploitation, doit intervenir selon les corrélations existant entre la satisfaction des fonctions de sécurité d'un tunnel et le bon fonctionnement de ses équipements d'exploitation et de sécurité, comme exposé dans les chapitres suivants.

La matrice ci-après illustre les correspondances existant entre les différentes fonctions de sécurité et les différents moyens de prévention et de protection. Cette matrice montre que chaque fonction de sécurité nécessite que plusieurs moyens de prévention et/ou de protection agissent simultanément. Réciproquement, chaque moyen de prévention et/ou de protection concourt à une ou plusieurs fonctions de sécurité, voire même à la totalité des fonctions de sécurité. Il apparaît ainsi que le maintien en fonctionnement de certains moyens est essentiel pour le niveau de sécurité de l'ouvrage et conduit à des contraintes d'exploitation fortes en cas de défaillance.

La définition des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements ainsi que des conditions minimales d'exploitation de chaque tunnel doit reposer sur l'éventail des moyens de prévention et de protection tels qu'exposés dans la matrice ci-après, les règles correspondantes de structuration et de représentation étant décrites dans le chapitre 5 ci-après.

Fig. 1: Correspondances existant entre les différentes fonctions de sécurité et les différents moyens de prévention et de protection

| Moyens | Fonctions | Prévenir les incidents/accidents | | | | Détecter | | Alerter et informer | | | Limiter les conséquences de l'incident/accident | | | | Assurer le retour à l'exploitation |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Surveiller l'ouvrage, ses équipements, le trafic dans le tunnel | Surveiller les conditions météorologiques, le trafic et l'environnement extérieur | Assurer les conditions de conduite génératrices de confort et de sécurité | Tenir les usagers informés des conditions de circulation | Détecter un incident / accident | Qualifier l'incident / accident | Alerter les services d'intervention | Alerter les usagers dans l'ouvrage et aux portails | Informers les usagers sur le réseau hors de l'ouvrage | Minimiser le nombre d'usagers présents dans l'ouvrage et éviter les sur-accidents | Limiter le développement du sinistre en attendant l'arrivée des secours | Favoriser l'évacuation et la mise à l'abri des usagers (auto-évacuation) | Faciliter l'accès et l'action des services d'intervention | Vérifier l'état de l'ouvrage et effectuer les travaux d'urgence éventuellement nécessaires afin de rétablir le trafic |
| Dispositions constructives | Voies de circulation et BAU | | | | | | | | | | | | | | |
| | Trottoirs | | | | | | | | | | | | | | |
| | Evacuation et traitement des eaux de chaussée | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aménagements pour l'évacuation et la protection des usagers | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aménagements destinés aux véhicules d'intervention | | | | | | | | | | | | | | |
| Moyens humains | Opérateurs trafic (OTP) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Services techniques UT | | | | | | | | | | | | | | |
| | Services de piquet UT | | | | | | | | | | | | | | |
| | Services d'intervention | | | | | | | | | | | | | | |
| Système de gestion | N4_Gestion générale | | | | | | | | | | | | | | |
| | N3_Gestion section (GS-GZ) | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Réseau de communication tronçon | | | | | | | | | | | | | | |
| | N2_Commandes d'installations (CT) et N1_Commandes locales (CS) : | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Ctrl-cde Eclairage | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Ctrl-cde Ventilation | | | | | | | | | | | | | | |
| | *Ctrl-cde Signalisation et cde de secours | | | | | | | | | | | | | | |
| *Ctrl-cde Divers | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Réseau(x) de communication_bus de terrain | | | | | | | | | | | | | | | |
| N0_Eléments de terrain (capteurs/actionneurs) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Energie | Réseau(x) extérieur(s) d'approvisionnement électrique | | | | | | | | | | | | | | |
| | Alimentation haute tension | | | | | | | | | | | | | | |
| | Alimentation principale basse tension | | | | | | | | | | | | | | |
| | Alimentation électrique sans coupure | | | | | | | | | | | | | | |
| Eclairage | Eclairage normal de l'espace de circulation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Eclairage de secours de l'espace de circulation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Eclairage de secours en cas d'incendie | | | | | | | | | | | | | | |
| | Eclairage du chemin de fuite et des niches SOS | | | | | | | | | | | | | | |
| | Balisage lumineux | | | | | | | | | | | | | | |
| Ventilation | Ventilation sanitaire du tunnel | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ventilation de désenfumage du tunnel | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ventilation des chemins de fuite et galeries de | | | | | | | | | | | | | | |
| | Capteurs CO/OP | | | | | | | | | | | | | | |
| | Anémomètres | | | | | | | | | | | | | | |
| Signalisation | Signaux lumineux (d'arrêt) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dispositifs de fermeture | | | | | | | | | | | | | | |
| | Signaux lumineux pour la fermeture temporaire des voies de circulation | | | | | | | | | | | | | | |
| | Signalisation des dispositifs de sécurité | | | | | | | | | | | | | | |
| Surveillance | Vidéosurveillance | | | | | | | | | | | | | | |
| | Détection automatique d'incident DAI | | | | | | | | | | | | | | |
| | Détection incendie auxiliaire | | | | | | | | | | | | | | |
| | Détection incendie en tunnel | | | | | | | | | | | | | | |
| | Contacts d'ouverture des portes | | | | | | | | | | | | | | |
| Contacts de décrochés d'extincteurs | | | | | | | | | | | | | | | |
| Communication | Téléphone de secours | | | | | | | | | | | | | | |
| | Retransmission radio exploitants et secours | | | | | | | | | | | | | | |
| | Retransmission de programmes radio grand public et intercalation de messages de sécurité | | | | | | | | | | | | | | |
| | Conduite de distribution et hydrants | | | | | | | | | | | | | | |
| Lutte contre l'incendie | Extincteurs portables | | | | | | | | | | | | | | |
| | Réseau(x) extérieur(s) d'approvisionnement en eau | | | | | | | | | | | | | | |
| | Conduite de distribution et hydrants | | | | | | | | | | | | | | |

4. Modes d'exploitation d'un tunnel

Se référer au guide OFROU de la Filiale 1 intitulé « Dossier de sécurité; Partie 2 - Concept d'exploitation; Standards applicables aux routes nationales du périmètre de la Filiale 1 ».

5. Seuils admissibles des pannes et dysfonctionnements

Se référer au guide OFROU de la Filiale 1 intitulé « Dossier de sécurité; Partie 2 - Concept d'exploitation; Standards applicables aux routes nationales du périmètre de la Filiale 1 ».

6. Niveaux de maintenance selon les degrés d'urgence

Se référer au guide OFROU de la Filiale 1 intitulé « Dossier de sécurité; Partie 2 - Concept d'exploitation; Standards applicables aux routes nationales du périmètre de la Filiale 1 ».

7. Mesures compensatoires

Se référer au guide OFROU de la Filiale 1 intitulé « Dossier de sécurité; Partie 2 - Concept d'exploitation; Standards applicables aux routes nationales du périmètre de la Filiale 1 ».

8. Modalités de fermeture et de réouverture d'un tunnel à la circulation

Se référer au guide OFROU de la Filiale 1 intitulé « Dossier de sécurité; Partie 2 - Concept d'exploitation; Standards applicables aux routes nationales du périmètre de la Filiale 1 ».

9. Modalités de structuration et de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements

9.1 Structure générale

Les conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel sont à structurer et représenter sous forme matricielle, respectivement de tables de format DIN A3 sur Excel. La figure 2 ci-dessous illustre la structure générale de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel sachant que la moitié inférieure de la figure doit se situer à droite de la moitié supérieure de la figure, la représentation reproduite ici étant éclatée pour des raisons de lisibilité.

Chaque table doit comprendre les colonnes suivantes, de gauche à droite:

- Désignation des équipements EES considérés.
- Mode et conditions d'exploitation courante.
- Mode et conditions d'exploitation dégradée.
- Mode et conditions d'exploitation critique.
- Conditions minimales d'exploitation (CME), respectivement seuil critique correspondant aux CME.

| | | Mode d'exploitation courante | | Mode d'exploitation dégradée | | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Equipements | Fonctionnement nominal | Définition de l'état nominal | Fonctionnement dégradé | Définition de l'état dégradé | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | | | | | |
| Equipement a1 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Equipement a2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | | | | | |
| Equipement b1 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Equipement b2 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Equipement b3 | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Mode d'exploitation critique | | | | Conditions minimales d'exploitation | | |
| Fonctionnement critique | Définition de l'état critique | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance | Conditions minimales d'exploitation (seuil critique) | Définition de l'état du seuil critique | Fermeture immédiate |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Fig. 2: Structure générale de représentation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel, avec éclatement en deux parties pour des raisons de lisibilité

Afin de faciliter la lisibilité de chaque table et des différents champs/colonnes de contenu qui la compose, il y a lieu de recourir à la grille colorimétrique suivante:

| Couleur | Champs/Colonnes de contenu |
|---------|--------------------------------------------|
| | Désignation des équipements EES considérés |
| | Mode et conditions d'exploitation courante |
| | Mode et conditions d'exploitation dégradée |
| | Mode et conditions d'exploitation critique |
| | Conditions minimales d'exploitation |

Fig. 3: Grille colorimétrique applicable aux différents champs/colonnes de contenu des modes et conditions d'exploitation liées d'un tunnel

9.1.1 Découpage horizontal des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements

Horizontalement, les tables de représentation des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel sont à subdiviser par installations EES, parties d'installations EES et équipements (ensembles fonctionnels) EES. Les subdivisions applicables aux installations et parties d'installations EES sont définies dans le Guide OFROU F1 intitulé « Documents du projet et de l'ouvrage réalisé; Nomenclature des ouvrages et des installations » (diffusion à qui de droit en temps opportun). Ce principe de découpage s'applique également aux autres moyens de prévention et de protection (p. ex lutte contre l'incendie).

La figure 4 ci-après illustre le principe de découpage horizontal des modes et conditions d'exploitation liées d'un tunnel. Seuls les équipements ayant une incidence sur les conditions d'exploitation dégradée, critique et/ou minimale d'un tunnel sont à prendre en compte.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Equipements | |
| Dénomination des équipements pertinents associés à chaque sous-domaine, resp. partie d'installation EES (un champ par équipement). | |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | |
| Equipement a1 | |
| Equipement a2 | |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | |
| Equipement b1 | |
| Equipement b2 | |
| Equipement b3 | |

Fig. 4: Principe de découpage horizontal des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel

Les règles suivantes de subdivision horizontale des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel s'appliquent à l'appui d'une représentation sur Excel en format DIN A3:

- Un onglet par installation EES est à prendre en compte, soit:
 - 100 - Energie
 - 200 - Eclairage
 - 300 - Ventilation
 - 400 - Signalisation
 - 500 - Surveillance
 - 600 - Communication, systèmes de gestion
 - 800 - Auxiliaires
 - 900 - [A spécifier]
- Au niveau de chaque installation EES, différenciation des équipements EES par partie d'installation, chaque équipement EES pris en compte étant à identifier par une ligne.
- L'onglet « 600 - Communication, systèmes de gestion » réunit sous l'angle fonctionnel les différents niveaux hiérarchiques subordonnés au système de gestion générale, soit les commandes d'installations et locales.
- L'onglet « 900 - [A spécifier] » réunit tous les autres équipements. L'intitulé de l'onglet est à adapter selon le contenu.

9.1.2 Découpage vertical des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements

Verticalement, les tables de représentation des modes et conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel sont à subdiviser comme suit et comme illustré dans le principe dans la figure 5 ci-après, sachant que la moitié inférieure de la figure doit se situer à droite de la moitié supérieure de la figure, la représentation reproduite ici étant éclatée pour des raisons de lisibilité.

- Conditions d'exploitation courante avec la description du fonctionnement nominal et la définition de l'état de fonctionnement nominal de chaque équipement EES considéré.
- Conditions d'exploitation dégradée avec la description du fonctionnement dégradé, la définition de l'état de fonctionnement dégradé de chaque équipement EES considéré, les actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que le niveau de maintenance requis pour remédier à la panne ou défaillance.
- Conditions d'exploitation critique avec la description du fonctionnement critique, la définition de l'état de fonctionnement critique de chaque équipement EES considéré, les actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que le niveau de maintenance requis pour remédier à la panne ou défaillance.
- Conditions minimales d'exploitation, respectivement seuil critique correspondant aux conditions minimales d'exploitation, la définition de l'état de fonctionnement correspondant au seuil critique et les modalités de fermeture immédiate de l'ouvrage.

| | Mode d'exploitation courante | | Mode d'exploitation dégradée | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|
| Equipements | Fonctionnement nominal | Définition de l'état nominal | Fonctionnement dégradé | Définition de l'état dégradé | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
| Mode d'exploitation critique | | | Conditions minimales d'exploitation | | | |
| Fonctionnement critique | Définition de l'état critique | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance | Conditions minimales d'exploitation (seuil critique) | Définition de l'état du seuil critique | Fermeture immédiate |

Fig. 5: Principe de découpage vertical des modes et conditions d'exploitation liées d'un tunnel, avec éclatement en deux parties pour des raisons de lisibilité

9.2 Description et représentation des conditions d'exploitation courante

Les conditions d'exploitation courante de chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel doivent être décrites sous forme tabulaire, comme spécifié dans la figure 6 ci-dessous. La description des conditions d'exploitation courante de chaque équipement pertinent doit être subdivisée selon les rubriques suivantes:

- Description du fonctionnement nominal.
- Définition de l'état de fonctionnement nominal.

La partie supérieure de la figure précise les éléments de contenu attendus par champ, la partie intermédiaire indique le principe de description par équipement et la partie inférieure illustre la trame vierge à construire.

| Equipements | Fonctionnement nominal | Définition de l'état nominal |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dénomination des équipements pertinents associés à chaque sous-domaine, resp. partie d'installation EES (un champ par équipement). | Spécifier, sous forme de descriptif compact, le concept d'équipement (quoi, combien, où) et, si nécessaire, comment cet équipement est alimenté. | Spécifier le mode de fonctionnement nominal de l'équipement du point de vue des fonctionnalités actives et de ses performances attendues. Spécifier l'écarte entre fonctionnement nominal et courant. |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | |
| Equipement a1 | ... | ... |
| Equipement a2 | ... | ... |

Fig. 6: Principe de description, pour les conditions d'exploitation courante, du fonctionnement nominal et de l'état de fonctionnement nominal de chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel

La figure 7 ci-après illustre un exemple de descriptif du fonctionnement nominal et de l'état de fonctionnement nominal correspondant de l'éclairage de traversée d'un tunnel, cet exemple représentant le niveau de détail au-delà duquel il n'y a pas lieu de s'engager.

| Equipements | Fonctionnement nominal | Définition de l'état nominal |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Éclairage de traversée | 1 réseau d'éclairage constitué de tubes néon de 40 W, par tiers des 2 tubes (3 à 6 rampes de 50 à 68 luminaires) alimenté respectivement depuis les locaux techniques LFS, LFG, LFN. LFS : 3 rampes tube France, 3 rampes tube Lausanne (3426 à 3510). LFG : 6 rampes tube France, 6 rampes tube Lausanne (3770 à 4452). LFN : 3 rampes tube France, 3 rampes tube Lausanne (4452 à 4889). | L'éclairage de traversée fonctionne sur 4 modes Délestage = 10 % Nuit = 33 % Jour (normal) = 66 % Incendie = 100 % L'éclairage de sécurité est assuré par l'alimentation de l'éclairage de traversée sur le réseau secours. Le mode délestage correspond à l'éclairage de sécurité. |

Fig. 7: Exemple de descriptif du fonctionnement nominal et de l'état de fonctionnement nominal correspondant de l'éclairage de traversée d'un tunnel

9.3 Description et représentation des conditions d'exploitation dégradée

Les conditions d'exploitation dégradée de chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel doivent être décrites sous forme tabulaire, comme spécifié dans la figure 8 ci-après. La description des conditions d'exploitation dégradée de chaque équipement pertinent doit être subdivisée selon les rubriques suivantes:

- Fonctionnement dégradé.
- Définition de l'état de fonctionnement dégradé.
- Actions (procédures) et mesures compensatoires à mettre en œuvre.
- Niveau de maintenance requis.

La partie supérieure de la figure précise les éléments de contenu attendus par champ, la partie intermédiaire indique le principe de description par équipement et la partie inférieure illustre la trame vierge à construire.

| Equipements | Fonctionnement dégradé | Définition de l'état dégradé | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Dénomination des équipements pertinents associés à chaque sous-domaine, resp. partie d'installation EES (un champ par équipement). | Spécifier, qualifier et quantifier (valeur dimensionnante et/ou nb) la perte admissible de fonction(s) et/ou d'éléments d'équipement pour un fonctionnement dégradé. Préciser la localisation de l'équipement là où il est un risque de perte simultanée de plusieurs systèmes proches. | Spécifier les fonctionnalités résiduelles et les conséquences de la perte de fonction(s) et/ou d'élément(s) d'équipement. Si nécessaire, géolocaliser la perte de fonction(s) et/ou d'éléments d'équipement. | Destinataire(s) de l'alarme technique: [Préciser] Action(s) à mettre en œuvre (qui, quoi): [Préciser] Spécifier la/les mesure(s) compensatoire(s) à mettre en œuvre avec indication, si pertinent, de la durée max. admissible de compensation. | Spécifier le niveau de maintenance requis |
| [N° Dénomination de la partie d'installation] | | | | |
| Equipement a1 | ... | ... | ... | ... |
| Equipement a2 | ... | ... | ... | ... |

Fig. 8: Principe de description, pour les conditions d'exploitation dégradée, du fonctionnement dégradé, de l'état de fonctionnement dégradé, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel

La figure 9 ci-après illustre un exemple de descriptif du fonctionnement dégradé, de l'état de fonctionnement dégradé, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour l'éclairage de traversée d'un tunnel, cet exemple représentant le niveau de détail au-delà duquel il n'y a pas lieu de s'engager.

| 202_ Éclairage de traversée | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Equipements | Fonctionnement dégradé | Définition de l'état dégradé | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
| Éclairage de traversée | Perte d'une rampe d'éclairage (50 à 68 luminaires). | Une partie du linéaire n'est plus éclairé sur une centaine de mètres. | Renforcer la vigilance de l'opérateur via la vidéosurveillance. Activer manuellement au niveau max les éclairages de secours en cas d'incendie | Niveau 2 |

Fig. 9: Exemple de descriptif du fonctionnement dégradé, de l'état de fonctionnement dégradé, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour l'éclairage de traversée d'un tunnel

9.4 Description et représentation des conditions d'exploitation critique

Les conditions d'exploitation critique de chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel doivent être décrites sous forme tabulaire, comme spécifié dans la figure 10 ci-après. La description des conditions d'exploitation critique de chaque équipement pertinent doit être subdivisée selon les rubriques suivantes:

- Fonctionnement critique.
- Définition de l'état de fonctionnement critique.
- Actions (procédures) et mesures compensatoires à mettre en œuvre.
- Niveau de maintenance requis.

La partie supérieure de la figure précise les éléments de contenu attendus par champ, la partie intermédiaire indique le principe de description par équipement et la partie inférieure illustre la trame vierge à construire.

| Equipements | Fonctionnement critique | Définition de l'état critique | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Dénomination des équipements pertinents associés à chaque sous-domaine, resp. partie d'installation EES (un champ par équipement). | Spécifier, qualifier et quantifier (valeur dimensionnante et/ou nb) la perte admissible de fonction(s) et/ou d'éléments d'équipement pour un fonctionnement critique. Préciser la localisation de l'équipement là où il est un risque de perte simultanée de plusieurs systèmes proches. | Spécifier les fonctionnalités résiduelles et les conséquences de la perte de fonction(s) et/ou d'élément(s) d'équipement. Si nécessaire, géolocaliser la perte de fonction(s) et/ou d'éléments d'équipement | Destinataire(s) de l'alarme technique: [Préciser] Action(s) à mettre en œuvre (qui, quoi): [Préciser] Spécifier la/les mesure(s) compensatoire(s) à mettre en œuvre avec indication, si pertinent, de la durée max. admissible de compensation | Spécifier le niveau de maintenance requis |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | | | |
| Equipement a1 | ... | ... | ... | ... |
| Equipement a2 | ... | ... | ... | ... |

Fig. 10: Principe de description, pour les conditions d'exploitation critique, du fonctionnement critique, de l'état de fonctionnement critique, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel

La figure 11 ci-après illustre un exemple de descriptif du fonctionnement critique, de l'état de fonctionnement critique, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour l'éclairage de traversée d'un tunnel, cet exemple représentant le niveau de détail au-delà duquel il n'y a pas lieu de s'engager.

| 202_ Éclairage de traversée | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Equipements | Fonctionnement critique | Définition de l'état critique | Actions et mesures compensatoires | Niveau de maintenance |
| Éclairage de traversée | Perte de 2 rampes d'éclairage (50 à 68 luminaires) non successives | 2 parties du linéaire ne sont plus éclairés sur une centaine de mètres. | Renforcer la vigilance de l'opérateur via la vidéosurveillance Activer manuellement au niveau max les éclairages de secopurs en cas d'incendie | Niveau 1 |

Fig. 11: Exemple de descriptif du fonctionnement critique, de l'état de fonctionnement critique, des actions et mesures compensatoires à mettre en œuvre ainsi que du niveau de maintenance requis pour l'éclairage de traversée d'un tunnel

9.5 Description et représentation des conditions minimales d'exploitation impliquant la fermeture de l'ouvrage

Les conditions minimales d'exploitation de chaque équipement pertinent associé à la partie d'installation correspondante d'un tunnel doivent être décrites sous forme tabulaire, comme spécifié dans la figure 12 ci-après. La description des conditions minimales d'exploitation de chaque équipement pertinent doit être subdivisée selon les rubriques suivantes:

- Seuil critique correspondant aux conditions minimales d'exploitation.
- Définition de l'état de fonctionnement correspondant au seuil critique.
- Modalités de fermeture immédiate de l'ouvrage (tout ou partie), y compris conditions de réouverture de l'ouvrage (tout ou partie) et de rétablissement de la circulation avec/sans mesures compensatoires.

Seuls les équipements caractérisés par un seuil critique de fonctionnement correspondant aux conditions minimales d'exploitation sont à mettre en évidence.

La partie supérieure de la figure précise les éléments de contenu attendus par champ, la partie intermédiaire indique le principe de description par équipement et la partie inférieure illustre la trame vierge à construire.

| Conditions minimales d'exploitation | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Equipements | Conditions minimales d'exploitation (seuil critique) | Définition de l'état du seuil critique | Fermeture immédiate |
| Dénomination des équipements pertinents associés à chaque sous-domaine, resp. partie d'installation EES (un champ par équipement). | Par équipement assurant la sécurité, qualifier et quantifier (valeur dimensionnante et/ou nb) de l'état de disponibilité et de performance minimal au-dessous duquel la sécurité n'est plus assurée. Préciser la localisation de l'équipement là où il existe un risque de perte simultanée de plusieurs systèmes proches. | Spécifier les fonctionnalités résiduelles et les conséquences de la perte de fonction(s) et/ou d'élément(s) d'équipement. Si nécessaire, géolocaliser la perte de fonction(s) et/ou d'éléments d'équipement | Spécifier les modalités de fermeture de l'ouvrage Spécifier les conditions de réouverture de l'ouvrage et de rétablissement de la circulation |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | | |
| Equipement a1 | ... | ... | ... |
| Equipement a2 | ... | ... | ... |
| [N°_Dénomination de la partie d'installation] | | | |
| Equipement b1 | ... | ... | ... |
| Equipement b2 | ... | ... | ... |
| Equipement b3 | ... | ... | ... |

Fig. 12: Principe de description des conditions minimales d'exploitation, de l'état de fonctionnement et des modalités de fermeture immédiate de l'ouvrage pour chaque équipement pertinent associé à une installation et partie d'installation d'un tunnel

La figure 13 illustre un exemple de descriptif des conditions minimales d'exploitation et de l'état de fonctionnement au seuil critique de l'éclairage de traversée d'un tunnel avec les modalités associées de fermeture immédiate de l'ouvrage, cet exemple représentant le niveau de détail au-delà duquel il n'y a en principe pas lieu de s'engager.

| 202_ Éclairage de traversée | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Equipements | Conditions minimales d'exploitation (seuil critique) | Définition de l'état du seuil critique | Fermeture immédiate |
| Éclairage de traversée | Sur 1 tiers du tube perte simultanée de l'éclairage de traversée et du balisage lumineux. La perte de l'éclairage de traversée et de sécurité est consécutive à la perte de l'alimentation électrique via la boucle SIG ainsi que la perte de l'onduleur | Plus de visibilité pour les usagers sur un tiers de l'ouvrage. Les usagers dans l'ouvrage ne sont visibles du PC que difficilement grâce aux phares des véhicules. La fonction DAI est perturbée par le manque d'éclairage | Fermeture du tube concerné |

Fig. 13: Exemple de descriptif des conditions minimales d'exploitation et de l'état de fonctionnement au seuil critique de l'éclairage de traversée d'un tunnel avec les modalités associées de fermeture immédiate de l'ouvrage

10. Démarche d'élaboration des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements d'un tunnel

Comme indiqué en préambule, l'élaboration des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements de chaque tunnel intervient en principe dans le cadre de l'établissement des Dossiers de sécurité des différents tronçons et tunnels gérés par la Filiale 1 de l'OFROU. Au besoin l'élaboration des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements peut être l'objet d'une démarche spécifique, celle-ci devant s'inscrire dans le cadre de la partie 2 - Concept d'exploitation des Dossiers de sécurité réseau des routes nationales situées dans le périmètre de la Filiale 1 de l'OFROU.

Dans tous les cas, les étapes de travail suivantes sont à réaliser pour chaque tunnel, à l'appui notamment du présent guide.

1. Collecte et exploitation des données de base (selon les modalités fixées dans le cahier des charges lié à l'établissement du Dossier de sécurité des différents tronçons et tunnels gérés par la Filiale 1 de l'OFROU). Parmi les données de base à prendre en compte, il y a lieu de citer (liste non exhaustive):
 - Dossier de l'ouvrage réalisé et de ses équipements d'exploitation et de sécurité (EES) ainsi que dossier d'exploitation de l'ouvrage. En cas de documentation inexistante ou lacunaire, recours à l'appui et aux connaissances de l'exploitant.
 - Procédures d'exploitation et de maintenance appliquées par l'Unité territoriale.
 - Répartition des tâches entre Unité territoriale et Police au niveau de la gestion des différents modes d'exploitation d'un tunnel.
2. Identification des équipements ayant un impact sur les conditions d'exploitation d'un tunnel, avec analyse fonctionnelle de ceux-ci dans leur contexte/environnement, ainsi qu'analyse des pannes et défaillances possibles avec identification des conséquences résultantes du point de vue de l'exploitation sûre d'un tunnel, y compris identification des niveaux/degrés d'indisponibilité des équipements et des conditions de levée des défauts.
3. Définition/Analyse des mesures compensatoires pouvant être mises en place par l'exploitant et/ou les feux bleus pour rétablir un niveau de sécurité acceptable, par équipement impacté, ainsi que définition des conditions de fermeture d'un tube ou de la totalité de l'ouvrage si le niveau de sécurité pour les usagers n'est plus acceptable, ou si le délai de levée du défaut ne permet pas le maintien des mesures compensatoires.
4. Elaboration, par installation, respectivement par partie d'installation, des modes et conditions d'exploitation liées de chaque tunnel avec la description et représentation, selon les standards du présent guide des conditions d'exploitation:
 - courante;
 - dégradée;
 - critique;
 - au seuil critique des conditions minimales d'exploitation.
5. Mise en consultation, pour préavis de la part du gestionnaire du tronçon (StreMa), de l'Unité territoriale, du chargé de sécurité du tronçon (SiBe-S) et de la Police, pompiers inclus, des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements de chaque tunnel.
6. Revue et finalisation des conditions d'exploitation liées à l'état des équipements de chaque tunnel en fonction des préavis collectés.