

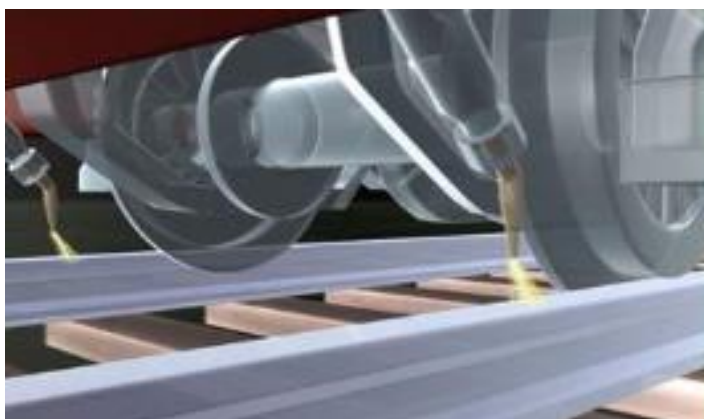
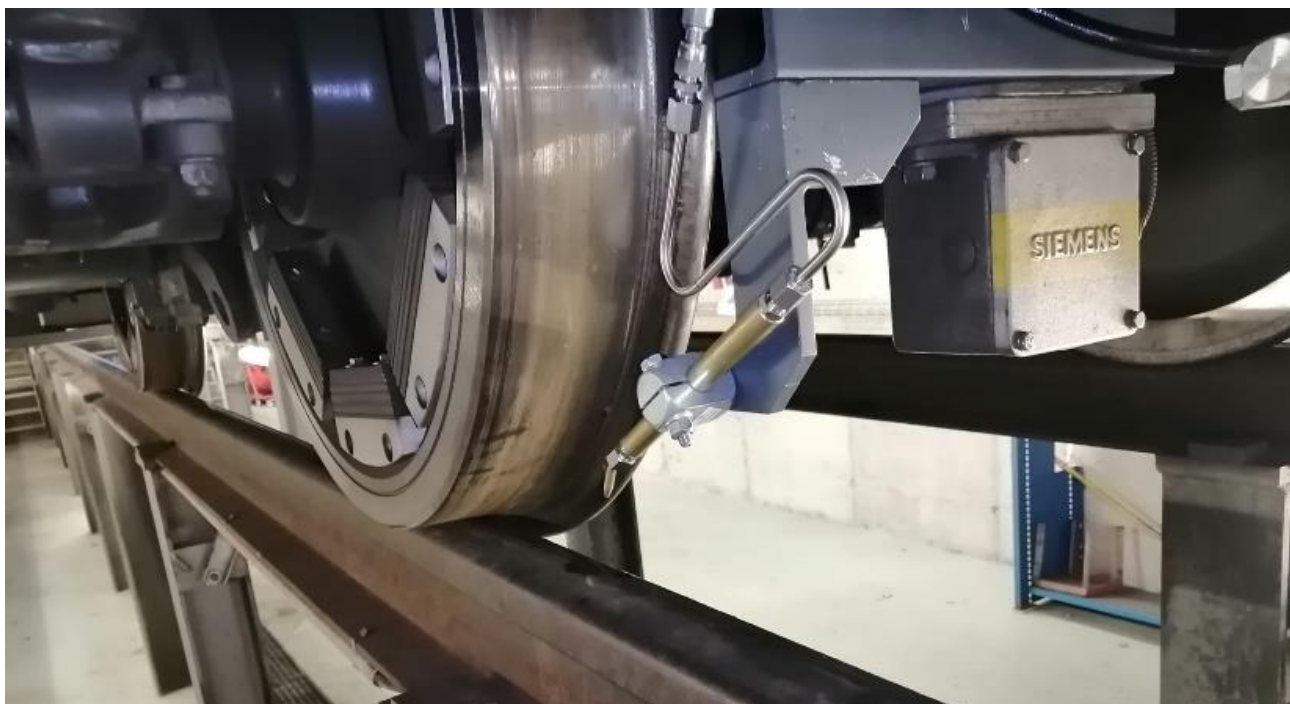
Concept d'introduction et d'homologation du SKK

Maîtrise de système Interaction Véhicule – Voie ferrée à écartement métrique

Projet: 2 SKS / SKK

Module: 2 Bases normatives SKS & SKK

Directives pour l'introduction et l'homologation du SKK



ID: RAILPlusSF-00039

Date / Statut: 23.05.2023 / Validé

Nombre de pages
17

Auteur: Michael Stalder / CE cideon engineering Schweiz AG

Contrôle: Mauro Saputelli / PRJMA GmbH

Validation: Nikolaus Ritter / zb

Liste des modifications

Version	Date	Responsable	Description
0.1	24.04.2023	M. Stalder	Premier projet
0.2	17.05.2023	M. Stalder	Révision du projet
0.3	21.05.2023	M. Stalder	Rapport rédigé et finalisé
0.4	22.05.2023	M. Saputelli	Rapport contrôlé
1.0	23.05.2023	N. Ritter	Mise au point finale et validation par le chef de projet

Validation par la maîtrise de système

Version	Responsable	Date
1.0	Technical Board	25.05.2023
1.0	Management Board	

Statut public

Public

Abréviations

Abr.	Signification
OCF	Dispositions d'exécution sur les chemins de fer
OFT	Office fédéral du transport
DB	Deutsche Bahn (Systemtechnik)
LCdF	Loi fédérale sur les chemins de fer
OCF-DE	Dispositions d'exécution sur les chemins de fer suisses
LCC	Coûts du cycle de vie
MGB	Matterhorn Gotthard Bahn
RTE	Règlement technique ferroviaire
SKK	Conditionnement du champignon du rail
SKS	Graissage de boudins
tpf	Transports publics Fribourgeois
UIC	Union internationale des chemins de fer
zb	Zentralbahn

Glossaire

Terme	Description
Modification non essentielle	Une modification apportée à un véhicule qui ne nécessite pas d'autorisation d'exploitation.
Modification essentielle	Une modification touchant à la sécurité d'un véhicule pour lequel une nouvelle autorisation d'exploitation est nécessaire.
Troisième couche	Couche entre la roue et le rail.

Table des matières

1	Introduction	5
2	Situation initiale.....	5
3	Bases normatives.....	6
3.1	Processus d'homologation suivant la directive «Homologation des véhicules ferroviaires»	6
4	Processus	8
4.1	Introduction (Expériences avec les essais en exploitation)	8
4.2	Pas à pas jusqu'au système SKK.....	10
4.3	Processus d'évaluation de l'homologation des essais en exploitation avec SKK	10
4.4	Courte description des documents	14
4.4.1	<i>Concept d'homologation pour les essais d'exploitation (Document de couverture).....</i>	<i>14</i>
4.4.2	<i>Annexe 1: Equipement véhicule avec système SKK onboard.....</i>	<i>14</i>
4.4.3	<i>Annexe 2: Description et équipement du parcours pour les essais d'exploitation</i>	<i>14</i>
4.4.4	<i>Annexe 3: Bases pour l'application du produit de conditionnement</i>	<i>14</i>
4.4.5	<i>Annexe 4: Fiche technique du produit de conditionnement.....</i>	<i>14</i>
4.4.6	<i>Annexe 5: Description des effets sur les circuits de voie</i>	<i>14</i>
4.4.7	<i>Annexe 6: Impact environnemental sur la protection des eaux.....</i>	<i>15</i>
4.4.8	<i>Annexe 7: Analyse de sécurité suivant la D RTE 49100.....</i>	<i>15</i>
4.4.9	<i>Annexe 8: Essais de freinage et de traction sur la voie</i>	<i>15</i>
4.4.10	<i>Annexe 9: Rapport d'expertise concernant le comportement de freinage.....</i>	<i>15</i>
4.4.11	<i>Annexe 10: Spécification pour les essais d'exploitation.....</i>	<i>16</i>
5	Répertoire	17
5.1	Références.....	17
5.2	Figures	17
6	Annexe	17

1 Introduction

Ce document s'adresse aux chemins de fer qui souhaitent introduire un système de conditionnement du champignon du rail (SKK) en raison d'une usure importante de la roue et du rail et/ou d'émissions sonores. Cette directive se compose de deux études de cas (MGB [7] en allemand et tpf [8] en français), auxquelles il est fait référence. Les bases normatives généralement valables et la procédure sont également décrites.

Selon les règles relatives à la justification des modifications apportées aux véhicules ferroviaires (D RTE 49100 [6]), l'équipement additionnel avec un système SKK ne constitue pas une modification essentielle du véhicule dans le cas des Matterhorn Gotthard Bahn (MGB), étant donné que les clarifications correspondantes ont eu lieu et que les mesures nécessaires ont été mises en œuvre. Dans ce contexte, l'OFT a informé les MGB en septembre 2021 que seuls les documents relatifs aux modifications du véhicule jugées essentielles par les chemins de fer seraient consultés par l'OFT.

Par conséquent, aucune nouvelle homologation des véhicules par l'OFT n'a été nécessaire pour le rééquipement des MGB et des tpf avec le SKK.

En principe, les installations et la sécurité de l'exploitation ferroviaire relèvent de la responsabilité des chemins de fer respectifs et il est dans leur intérêt de procéder aux clarifications décrites dans le présent document.

2 Situation initiale

En cas d'usure très importante des roues et des rails due à l'exploitation régulière et / ou de crissements indésirables dans les virages serrés, des systèmes tels que le graissage des boudins de roue (SKS) et le conditionnement du champignon du rail (SKK) peuvent apporter une solution. Alors que le SKS est un système déjà établi et équipé de manière standard, le SKK doit être installé, le plus souvent additionnellement, sur des véhicules existants. Le cas du MGB a toutefois montré qu'en cas d'usure correspondante, l'utilisation du SKK est rentable dans tous les cas [9]. Le LCC du matériel roulant et de la superstructure est nettement amélioré. En conséquence, on obtient une plus grande disponibilité des véhicules et de la voie.

Le succès et la sécurité de l'exploitation de ce système reposent sur des essais d'exploitation dans les conditions réelles du chemin de fer. Pour les essais d'exploitation, un concept a été élaboré au préalable et des clarifications normatives ont été effectuées. Les chapitres suivants présentent le processus en détail.

3 Bases normatives

Les lois et directives suisses ainsi que les normes, ordonnances et fiches UIC pertinentes pour les modifications sont utilisées comme base d'évaluation.

- [1] Schweizer Eisenbahnverordnung (EBV); Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen; Dok.-Nr.: 742.141.1 vom 23 November 1983, (Stand am 1. Januar 2021).
- [2] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV); Dok.-Nr.: 741.141.11; Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (IVEK) – Bundesamt für Verkehr (BAV); Stand am 1. November 2020.
- [3] Eisenbahngesetz (EBG); Dok.-Nr. 742-101 vom 20 Dezember 1957; Stand am 1. Januar 2022.
- [4] BAV: Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge; (Typenzulassung/Betriebsbewilligung); Dok.-Nr.: BAV-511.5-10/14; Ausgabe 1. Januar 2022.

Une autorisation d'exploiter au sens de l'article 18w LCdF [3] est nécessaire pour la mise en service à la suite :

- 1. d'une installation ferroviaire après des modifications significatives ([1] art. 8c) ;
- 2. d'un matériel roulant nouveau ou substantiellement modifié.

La condition préalable à la procédure décrite ci-après pour un essai en service est que les véhicules prévus disposent d'une homologation de l'OFT.

A l'aide du règlement d'application CSM 402/2013 [5] et de la règle de justification des modifications apportées aux véhicules ferroviaires D RTE 49100 [6], il convient d'examiner si les modifications de nature opérationnelle, technique ou organisationnelle à apporter par le conditionnement du champignon de rail sont importantes pour la sécurité et doivent être considérées comme significatives.

3.1 Processus d'homologation suivant la directive «Homologation des véhicules ferroviaires»

Les prescriptions suisses des véhicules à voie métrique et à voie spéciale sont ancrées dans les OCF et les DE-OCF. Lorsque c'est judicieux et possible, des règles techniques issues du domaine de l'interopérabilité sont appliquées. Pour tous les projets qui requièrent une autorisation d'exploiter, le requérant est tenu de présenter le rapport de sécurité dans le cadre de l'établissement du concept d'homologation.

Conformément à l'art. 8, al. 1, let. b OCF, une autorisation d'exploiter est requise pour la mise en service de véhicules sujets à des changements essentiels. On entend par changement essentiel des modifications déterminantes pour la sécurité de systèmes, de constituants ou de fonctions. Si l'absence de rétroaction sur les fonctions non modifiées du véhicule est prouvée, le dossier de sécurité peut se limiter aux systèmes, composants ou fonctions modifiés.

C'est au demandeur d'estimer si une modification est essentielle ou non.

La Figure 1 illustre les étapes nécessaires du processus du point de vue du requérant.

Les documents suivants sont nécessaires pour l'analyse et la classification de la modification :

- Description et spécification des modifications envisagées.
- Analyse d'impact à quels systèmes et fonctions du véhicule sont touchés ?
- Analyse de risque à quels sont les risques pouvant émaner de la modification du véhicule ainsi que les mesures pour y remédier ?

Pour les **modifications non essentielles**, aucune nouvelle autorisation d'exploiter n'est requise. Les modifications, qui doivent toujours être documentées et vérifiables, peuvent alors être réalisées (sans notification à l'OFT). On peut consulter l'OFT en cas d'incertitude quant à la catégorisation des modifications.

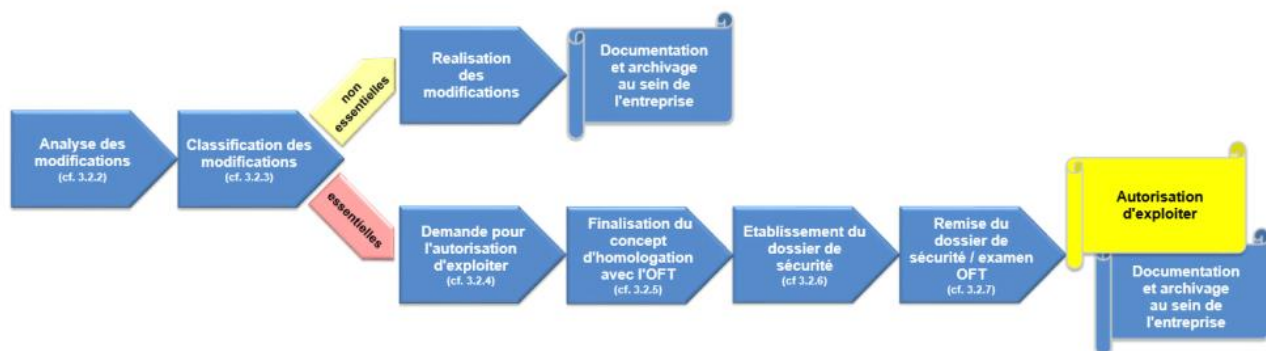


Figure 1: Processus de modifications suivant la directive pour l'homologation des véhicules ferroviaires [4]

Pour la preuve de la sécurité en vue de l'obtention d'une autorisation d'exploitation après modifications, les preuves suivantes doivent être apportées :

- Description du changement
- Attestation d'une exécution conforme aux prescriptions
- Attestation d'un fonctionnement correct
- Attestation de l'absence de rétroaction
- Rapport d'examen d'experts (en cas de changement à haute importance pour la sécurité)
- Rapport de sécurité
- Rapport d'évaluation de la sécurité, dressé par un OER (en cas de changements significatifs)

4 Processus

4.1 Introduction (Expériences avec les essais en exploitation)

Les expériences relatives à l'introduction de systèmes SKK et donc à l'homologation des essais d'exploitation chez MGB et tpf ont montré, dans le cadre du leadership du système Interaction véhicule - voie métrique, qu'aucune modification essentielle n'a été apportée aux véhicules et à la ligne. Par conséquent, l'autorisation d'exploitation de la part de l'OFT n'était pas nécessaire. Dans ce cas, l'exploitant est lui-même responsable de la sécurité d'utilisation du SKK.

Les cas des MGB et tpf montrent, dans leurs configurations (lubrifiant, résultat des essais de traction et de freinage, évaluation des risques selon RTE 49100 [6]), des essais d'exploitation dans lesquels aucune modification essentielle n'a été effectuée. Si les mêmes configurations sont appliquées, les évaluations qui en découlent peuvent également être reprises. Si les conditions générales des essais en service changent (p. ex. autre lubrifiant, autres conditions de parcours, etc.), une nouvelle évaluation des risques selon RTE 49100 [6] doit être effectuée. Ensuite, la compatibilité environnementale doit être analysée et des essais de traction et de freinage doivent être réalisés. Par ailleurs, les mesures qui en résultent doivent être mises en œuvre.

L'objectif est d'éviter de devoir établir à nouveau la documentation complète de tous les chemins de fer. Au contraire, seuls les points qui doivent être vérifiés selon la RTE49100 [6] doivent être traités.

Pour l'analyse de la modification, l'évaluation des risques et la sécurisation des chemins de fer, les documents suivants (voir Figure 2) doivent être établis et archivés. Ceux-ci peuvent être dérivés et adaptés à partir des deux exemples des MGB [7] en allemand et des tpf [8] en français.

- Concept d'homologation pour les essais d'exploitation (Document de couverture)
- Annexe 1: Equipement véhicule avec système SKK onboard
- Annexe 2: Description et équipement du parcours pour les essais d'exploitation
- Annexe 3: Bases pour l'application du produit de conditionnement
- Annexe 4: Fiche technique du produit de conditionnement
- Annexe 5: Description des effets sur les circuits de voie
- Annexe 6: Impact environnemental sur la protection des eaux
- Annexe 7: Analyse de sécurité suivant la D RTE 49100
- Annexe 8: Essais de freinage et de traction sur la voie
- Annexe 9: Rapport d'expertise concernant le comportement de freinage
- Annexe 10: Spécification pour les essais d'exploitation

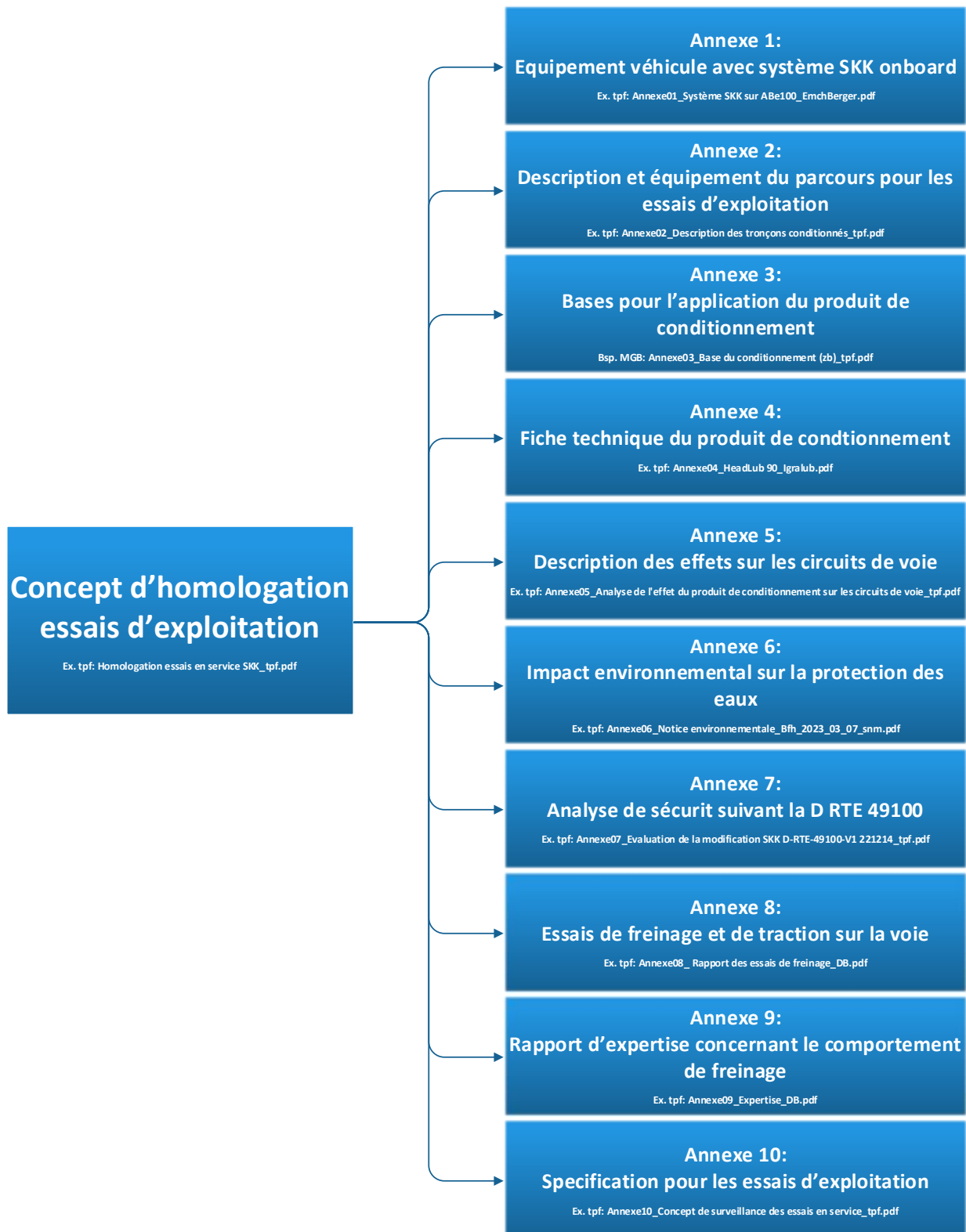


Figure 2: Structure des documents pour l'homologation des essais d'exploitation du SKK

4.2 Pas à pas jusqu'au système SKK

Dans un premier temps, chaque chemin de fer devrait élaborer un concept (document de couverture) indiquant comment, quand et où le SKK doit être utilisé. Ce n'est qu'alors qu'un véhicule d'essai et une ligne pourront être équipés et que les essais opérationnels pourront commencer.

1. Élaborer le document de couverture - toutes les tâches sont définies et le concept du SKK est déterminé
2. Établir l'analyse de sécurité spécifique aux chemins de fer RTE 49100
3. Equipement d'un véhicule d'essai
4. Effectuer des essais de conduite (fonctionnement, effet, influence sur la traction, essais de freinage)
5. Vérifier l'analyse de sécurité RTE
6. Equiper le parcours et d'autres véhicules
7. Mise en service du SKK en service régulier
8. Surveillance de l'effet du SKK
9. Vérification de l'analyse de sécurité RTE
10. Rapport final sur l'introduction de SKK

4.3 Processus d'évaluation de l'homologation des essais en exploitation avec SKK

La Figure 3 ci-dessous présente sommairement la procédure pour obtenir une autorisation d'exploitation en prenant en considération la sécurisation au moyen de la documentation du chemin de fer.

Les questions posées dans l'illustration du processus se réfèrent toujours aux deux projets de référence des MGB [7] et tpf [8]. S'il existe une comparabilité avec les deux projets de référence et que celle-ci peut être justifiée, aucune adaptation n'est nécessaire dans l'analyse de sécurité (annexe 7). Dans ce cas, le document de couverture renvoie à la référence avec une justification.

Les documents (voir Figure 2) doivent être structurés de la même manière que les deux projets de référence.

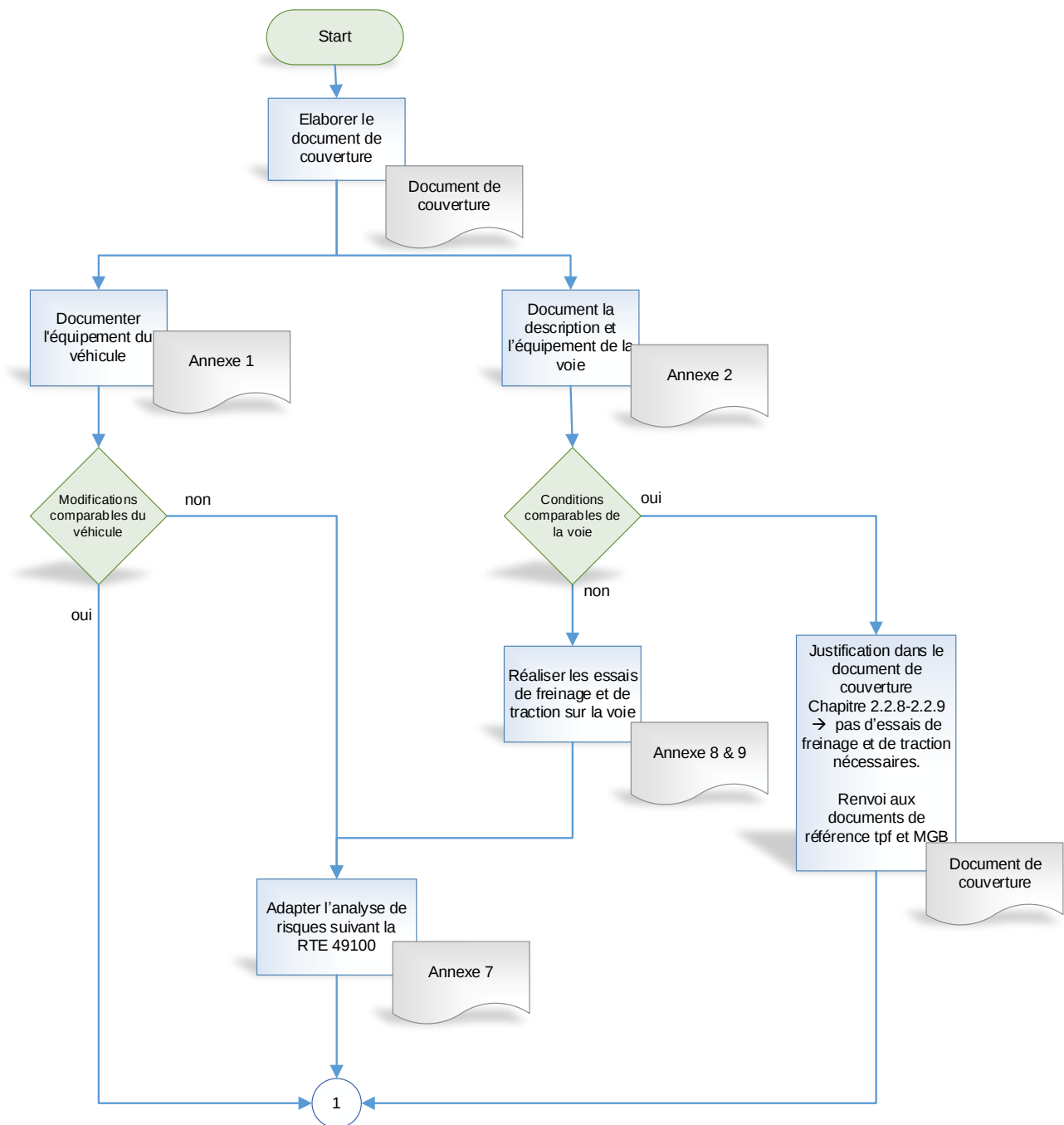


Figure 3: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation

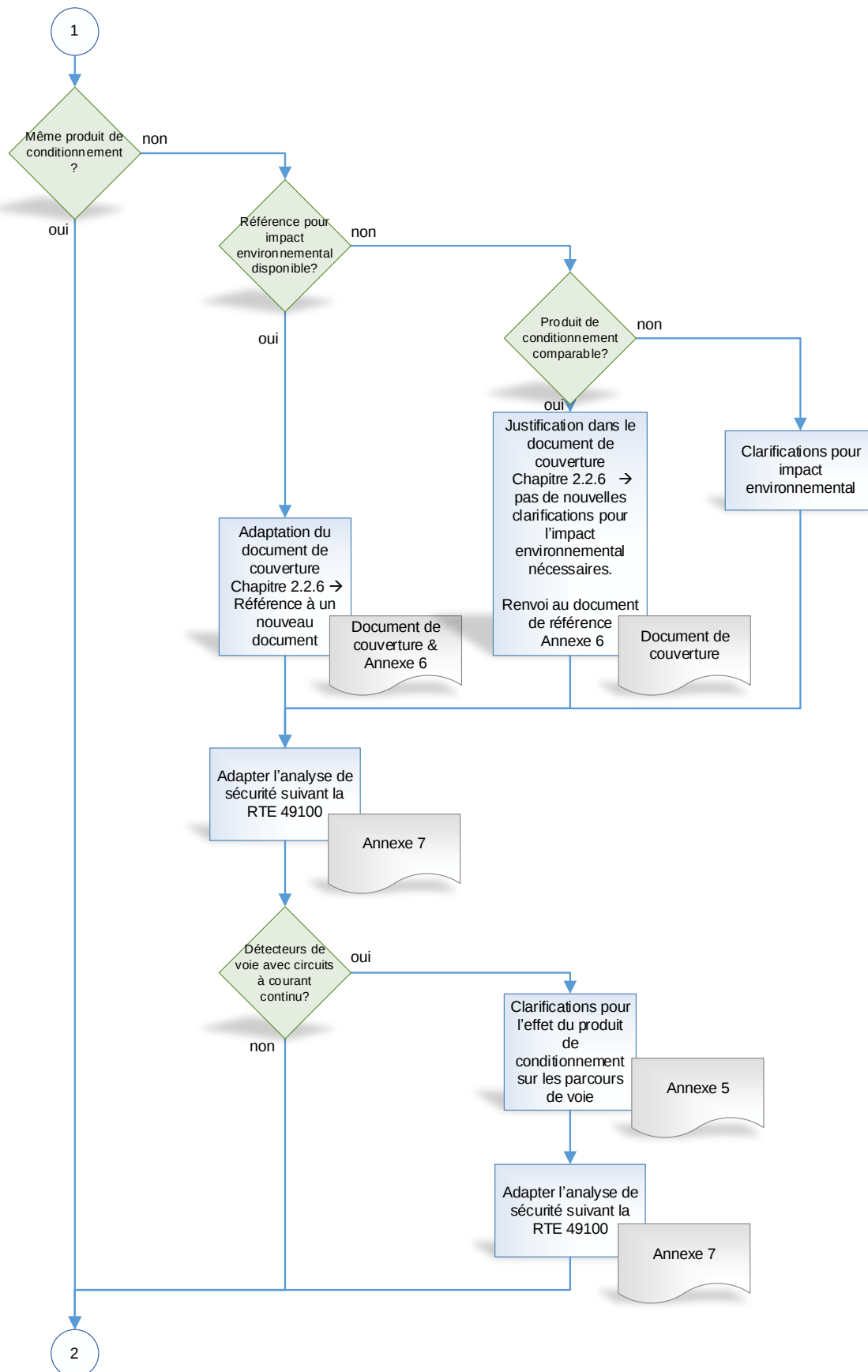


Figure 4: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation

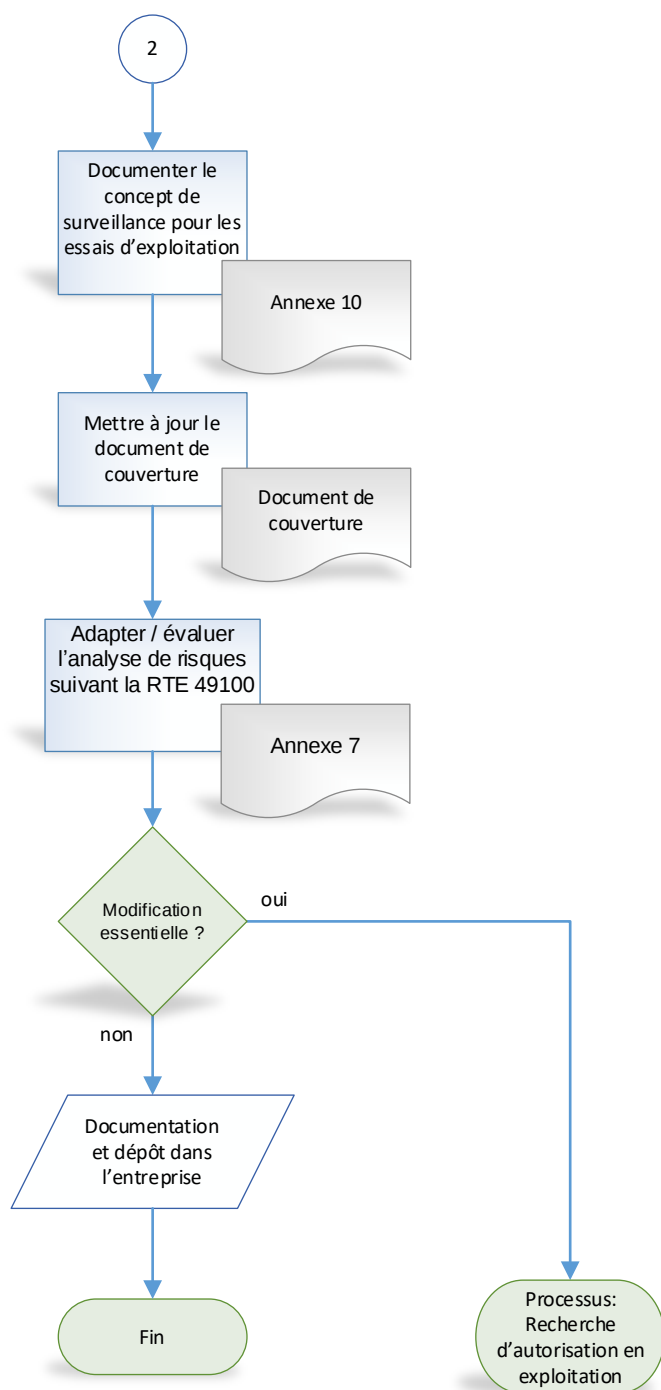


Figure 5: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation

4.4 Courte description des documents

4.4.1 Concept d'homologation pour les essais d'exploitation (Document de couverture)

Le document de couverture décrit l'ensemble du projet. Il sert de document conceptuel que chaque chemin de fer doit élaborer en premier lieu. Toutes les autres annexes (de l'annexe 1 à l'annexe 10) y sont mentionnées et brièvement décrites (résumé de toutes les annexes). Si aucune adaptation d'un document de référence n'est nécessaire, cela doit être justifié dans le document de couverture.

4.4.2 Annexe 1: Equipement véhicule avec système SKK onboard

L'annexe 1 décrit le véhicule ainsi que les modifications apportées à celui-ci. La modification électrique ainsi que la modification mécanique / l'installation des composants (système de conditionnement, commande et capteurs) pour le conditionnement embarqué doivent être documentées en détail.

4.4.3 Annexe 2: Description et équipement du parcours pour les essais d'exploitation

L'annexe 2 décrit le parcours de test ainsi que son équipement. Les raisons et le choix des tronçons pour le conditionnement doivent être documentés. Les installations nécessaires au pilotage du parcours doivent également être décrites.

4.4.4 Annexe 3: Bases pour l'application du produit de conditionnement

L'annexe 3 est la description de l'introduction du système chez Zentralbahn (zb). Ce document est basé sur l'expérience des zb en matière de réglage des systèmes de conditionnement installés sur les véhicules et constitue donc une base pour le domaine d'application d'autres chemins de fer. Ce document sert d'information pour l'introduction du SKK. Il peut être directement référencé.

4.4.5 Annexe 4: Fiche technique du produit de conditionnement

La fiche technique du produit de conditionnement utilisé est fournie en annexe 4.

Dans les projets de référence, un produit de conditionnement de la société Igralub a été utilisé. Si un autre agent de conditionnement est utilisé pour les essais d'exploitation, ce qui peut être tout à fait judicieux, il convient de noter que des clarifications concernant l'influence des circuits à courant continu (annexe 5), la compatibilité environnementale avec la protection des eaux (annexe 6) ainsi que des essais de freinage et de traction sur la ligne (annexe 8) sont nécessaires.

4.4.6 Annexe 5: Description des effets sur les circuits de voie

L'annexe 5 permet de démontrer que le produit de conditionnement utilisé n'a pas d'influence sur les détecteurs de voie libre avec circuits de voie. S'il n'y a pas de détecteurs de voie libre avec circuits de voie ou si le même produit de conditionnement que dans les projets de référence est utilisé, il est possible de se référer aux documents des exemples.

4.4.7 Annexe 6: Impact environnemental sur la protection des eaux

Dans ce rapport d'expertise (annexe 6), outre le produit prévu pour les essais en entreprise, deux autres produits proposés sur le marché sont examinés quant à leur aptitude à être utilisés dans les zones de protection des eaux souterraines.

L'objectif de ce document est d'évaluer les risques pour les eaux de surface liés à l'apport de produits de conditionnement. Les dangers énumérés et les mesures éventuellement nécessaires pour les réduire sont mentionnés dans l'analyse de sécurité (annexe 7). D'autres études approfondies sur le produit de conditionnement utilisé ainsi que sur d'autres produits de conditionnement seront réalisées dans le cadre du projet 2, module 2 "Compatibilité avec l'environnement" et du module 5 "Essais de laboratoire sur les produits SKK" en 2023 et publiées sur le site RAILplus.

Si un autre produit de conditionnement est utilisé pour les essais d'exploitation, il convient de noter que des clarifications supplémentaires concernant la compatibilité environnementale de la protection des eaux sont nécessaires. Dans le cas contraire, il est possible de se référer aux documents des exemples.

4.4.8 Annexe 7: Analyse de sécurité suivant la D RTE 49100

L'annexe 7 constitue le document final du processus d'homologation conformément à la directive relative à l'admission des véhicules ferroviaires (chapitre 3.1). L'analyse de sécurité selon la norme D RTE 49100 est une estimation du caractère essentiel ou non d'une modification. Basé sur les documents déjà élaborés (voir chapitre 4.2 "Pas à pas jusqu'au système SKK"), ce document doit être adapté et vérifié pour chaque nouveau projet.

4.4.9 Annexe 8: Essais de freinage et de traction sur la voie

L'annexe 8 décrit les essais de freinage réalisés par DB Systemtechnik en tenant compte des différents états de la troisième couche entre la roue et le rail. Ces essais ont été réalisés auprès des MGB ainsi que tpf avec un véhicule entièrement instrumenté du point de vue de la technique de freinage et un véhicule suivant dit critique. Les deux projets de référence servent de base pour décider si d'autres essais sont nécessaires.

Si un autre moyen de conditionnement est utilisé pour les essais d'exploitation ou si les caractéristiques des tronçons d'essai (pente, répartition des courbes, etc.) diffèrent de celles des MGB ou tpf, des essais de freinage et de traction supplémentaires peuvent être nécessaires. Dans le cas contraire, il est possible de se référer à ce document en justifiant la comparaison.

4.4.10 Annexe 9: Rapport d'expertise concernant le comportement de freinage

Dans la présente expertise, une évaluation des essais de freinage réalisés (annexe 8) est effectuée en ce qui concerne les effets de l'utilisation de dispositifs de conditionnement du champignon du rail à bord du véhicule sur les distances de freinage. Cette évaluation sert de base de décision dans le cadre de l'évaluation de la sécurité pour un essai d'exploitation.

Selon cette expertise, il doit être possible pour les chemins de fer de réaliser des essais de freinage simples et peu nombreux afin de garantir une exploitation sûre.

4.4.11 Annexe 10: Spécification pour les essais d'exploitation

L'annexe 10 décrit le concept d'expérimentation et de surveillance ainsi que l'organisation et la planification sous-jacentes des essais en service.

5 Répertoire

5.1 Références

- [1] Schweizer Eisenbahnverordnung (EBV); Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen; Dok.-Nr.: 742.141.1 vom 23 November 1983, (Stand am 1. November 2020)
- [2] Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV); Dok.-Nr.: 741.141.11; Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (IVEK) – Bundesamt für Verkehr (BAV); Stand am 1. November 2020
- [3] Eisenbahngesetz (EBG); Dok.-Nr. 742-101 vom 20 Dezember 1957; Stand am 1. Juli 2020
- [4] BAV: Richtlinie Zulassung Eisenbahnfahrzeuge; (Typenzulassung/Betriebsbewilligung); Ausgabe 1. Dezember 2019
- [5] Durchführungsverordnung (EU); Dok.-Nr.: 402/2013; Stand am 30 April 2013
- [6] Nachweisführung bei Änderungen an Eisenbahnfahrzeugen; D RTE 49100; VÖV UTP; Stand: am 19. Januar 2016
- [7] Datenpaket Zulassungsdokumente MGB
- [8] Datenpaket Zulassungsdokumente tpf
- [9] RAILplus; Schlussbericht zur Betriebserprobung SKK auf der Strecke Täsch – Zermatt; Technischer Bericht, 20.10.2022; [Link](#)

5.2 Figures

- Figure 1: Processus de modifications suivant la directive pour l'homologation des véhicules ferroviaires
[4] 7
- Figure 2: Structure des documents pour l'homologation des essais d'exploitation du SKK 9
- Figure 3: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation. 11
- Figure 4: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation. 12
- Figure 5: Processus de visualisation pour l'obtention d'une autorisation d'exploitation / sécurisation. 13

6 Annexe

- Pack de données documents d'homologation MGB [7]
- Pack de données documents d'homologation tpf [8]