



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 transports OFT
Division Sécurité

Ernst Basler + Partner AG

mars 2015

Risques inhérents au transport de marchandises dangereuses par le rail

Screening des risques environnementaux 2014
sur l'ensemble du réseau
Rapport sur les résultats





Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Avant-propos

Les travaux du présent rapport ont été accompagnés, sous la direction de l'Office fédéral des transports (OFT), par les représentants suivants des autorités fédérales, des entreprises de chemin de fer et des cantons :

M. Ammann	OFT, section Environnement
B. Baumgartner	Office de l'environnement du canton de Thurgovie
D. Bonomi	Office fédéral de l'environnement (OFEV), section prévention des accidents majeurs et mitigation des séismes
M. Flisch	Laboratoire cantonal de Berne
J. Hansen	AWEL canton de Zurich
A. Kaufmann	OFT, section Environnement
P. Kuhn	CFF SA, division Infrastructure
T. Schaller	OFT, section Environnement (direction du projet jusqu'à décembre 2012)
S. Schnell	OFT, section Environnement (direction du projet depuis décembre 2012)
J. Schöbi	CFF SA, division Infrastructure
H. P. Stoll	CFF SA, Service central Sécurité (depuis mai 2013 à la division Infrastructure)
C. Troxler	Office de l'environnement du canton de Zoug
J. Vouillamoz	BLS SA, Gestion des risques et environnement (jusqu'en avril 2013), depuis mai 2013 représentante de CFF SA, Service central sécurité
N. Schnittfeld	BLS SA, Gestion du développement durable et de la sécurité (depuis août 2014)
R. Zürcher	BLS SA, Gestion du développement durable et de la sécurité (jusqu'en juillet 2014)

Quatre collaborateurs de la société Ernst Basler + Partner mandatée par l'OFT étaient responsables du traitement :

Ch. Graf	Traitemet des projets
P. Locher	Direction et traitement du projet
Ch. Willi	Traitemet du projet
C. Zulauf	Garantie de la qualité



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Table des matières

1. INTRODUCTION	4
1.1 POINT DE LA SITUATION	4
1.2 OBJECTIF.....	4
1.3 RÉSEAU DE TRONÇONS ÉTUDIÉ	5
2. DÉVELOPPEMENT DU SCREENING DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX.....	7
2.1 APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE	7
2.2 COLLECTE ET PRÉPARATION DES DONNÉES	8
3. QUANTITÉS DE MARCHANDISES DANGEREUSES TRANSPORTÉES.....	10
4. RÉSULTATS DU SCREENING DES RISQUES ENVIRONNEMENTAUX 2014	14
4.1 INTRODUCTION.....	14
4.2 INDICATEUR D'ACCIDENT « EAUX SUPERFICIELLES »	14
4.3 INDICATEUR D'ACCIDENT « NAPPE PHRÉATIQUE »	22
5. DOCUMENTS DE BASE	28



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

1. Introduction

1.1 Point de la situation

Les voies de communication sur lesquelles des marchandises dangereuses sont transportées sont assujetties à l'ordonnance sur les accidents majeurs [OPAM, 1991]. Aux termes de l'OPAM, il faut prendre les mesures de sécurité nécessaires sur les voies de communication pour protéger la population et l'environnement de graves dégâts dus à des accidents majeurs. Un élément central de l'OPAM est une procédure à deux niveaux de contrôle et d'évaluation, un instrument qui permet de contrôler les mesures de sécurité prises et la tolérabilité du risque pour la population et pour l'environnement en cas d'accidents majeurs dans le transport de marchandises dangereuses. La direction de cette procédure est confiée à l'OFT, l'autorité de surveillance pour les chemins de fer.

Dans le cadre de l'échelon de procédure « rapport succinct », on a eu recours ces dernières années à des procédures de screening qui ont fait leurs preuves. Une procédure de ce type avait déjà été élaborée en 2011 afin de déceler les risques pour la population, cf. [transport des marchandises dangereuses (TMD) Rail, 2011]. Les procédures de screening sont définies comme suit par l'OFEV [OFEV, 2010]: « procédure d'examen des risques pour tout un réseau de voies de communication, qui fournit des courbes cumulatives dans le diagramme P/C, calculées de manière simplifiée et conservative, normées sur 100 m de longueur des lignes ainsi qu'une liste de segments considérés comme sans danger en raison des critères d'exclusion. » Le screening sert donc de base à la décision de l'autorité exécutive, qui détermine pour quelles parties du réseau ferré la procédure d'évaluation voulue par l'OPAM peut se clore par un rapport succinct car les risques sont jugés sans gravité. Si le screening fait apparaître des sections qui présentent des risques critiques potentiels, il faut soumettre ces sections à l'étape de procédure « étude de risque ».

1.2 Objectif

Par analogie aux précédents screenings des risques pour la population, le screening des risques environnementaux poursuit les objectifs suivants :

- Les risques sont recensés selon une méthode uniformisée sous forme de courbes cumulatives de sections courtes et homogènes qui tiennent compte des principales caractéristiques pertinentes pour les risques de chaque section et de ses abords.
- Il s'agit des mêmes courtes sections que celles du screening de la population de 2010. Pour des raisons historiques, elles sont appelées ci-après « sous-éléments ».



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

- Les risques sont recensés pour les deux indicateurs d'accident « pollution des eaux superficielles » (ci-après le plus souvent « eaux superficielles ») et « pollution des eaux souterraines » (ci-après le plus souvent « nappe phréatique ») ainsi que pour trois groupes de substances. Les groupes de substances considérés sont :
 - marchandises dangereuses liquides non hydrosolubles, moins denses que l'eau et qui surnagent de ce fait sur l'eau (substance représentative Dérivés des huiles minérales),
 - marchandises dangereuses liquides hydrosolubles, mélangées à l'eau ou dissoutes dans l'eau (substance représentative Épichlorhydrine),
 - marchandises dangereuses liquides non hydrosolubles, plus denses que l'eau et qui tombent de ce fait au fond de l'eau (substance représentative Perchloréthylène ou PER).

Du point de vue des risques environnementaux, il n'est pas nécessaire de tenir compte, eu égard à l'exécution de l'OPAM dans les chemins de fer, des marchandises dangereuses qui sont à l'état gazeux ou solide dans des conditions standard de pression et de température, car ces risques sont d'importance secondaire.

1.3 Réseau de tronçons étudié

Conformément à [TMD rail, 2011], le réseau des chemins de fer suisses à voie normale mesure au total 3652 km, dont 3039 km ou 83 % sur le réseau des CFF et 440 km ou 12 % sur celui de BLS SA.¹⁾

Dans le cadre de l'actuelle révision de l'OPAM, on a défini un réseau de tronçons sur lequel des marchandises dangereuses sont ou seront probablement transportées dans des quantités qui impliquent des risques potentiellement significatifs pour la population ou pour l'environnement. Le réseau de screening qui en résulte a été réduit par rapport à celui du screening de la population 2011 ; il est représenté graphiquement en rouge dans la figure 1. Les tronçons qui s'ajouteront au réseau, mais sur lesquels des marchandises dangereuses ne circulent pas encore (par ex. AlpTransit-Gotthard entre Altdorf et Vezia) ne sont pas encore représentés. Le réseau de screening représenté en rouge mesure 1596 km.

Les règles de délimitation sont analogues à celles des risques pour la population :

- Les risques environnementaux inhérents aux manœuvres et aux tronçons situés au sein de gares de triage ne sont pas étudiés.

1) Autres gestionnaires d'infrastructure : Deutsche Bahn (Schaffhouse – Thayngen), Thurbo (Wil – Kreuzlingen) et le chemin de fer portuaire concessionnaire du canton de Bâle-Campagne (gare de triage Basel–SBB – Auhafen / Birsfelder Hafen).



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

- Les tronçons en tunnel ne le sont pas non plus. Le recensement des risques inhérents aux tronçons en tunnel pour les eaux superficielles et pour la nappe phréatique demanderait des vérifications détaillées sur l'évacuation des eaux des tunnels, ce qui aurait largement dépassé le cadre de la présente enquête.

Le calcul des courbes cumulatives des risques a porté au total sur les 1394 km de tronçons à voie normale (hors tunnels et zones de manœuvre). Tous les résultats exposés dans le présent rapport se réfèrent au réseau de screening étudié de 1394 km (qui équivaut à 100% pour les indications en pourcentage).

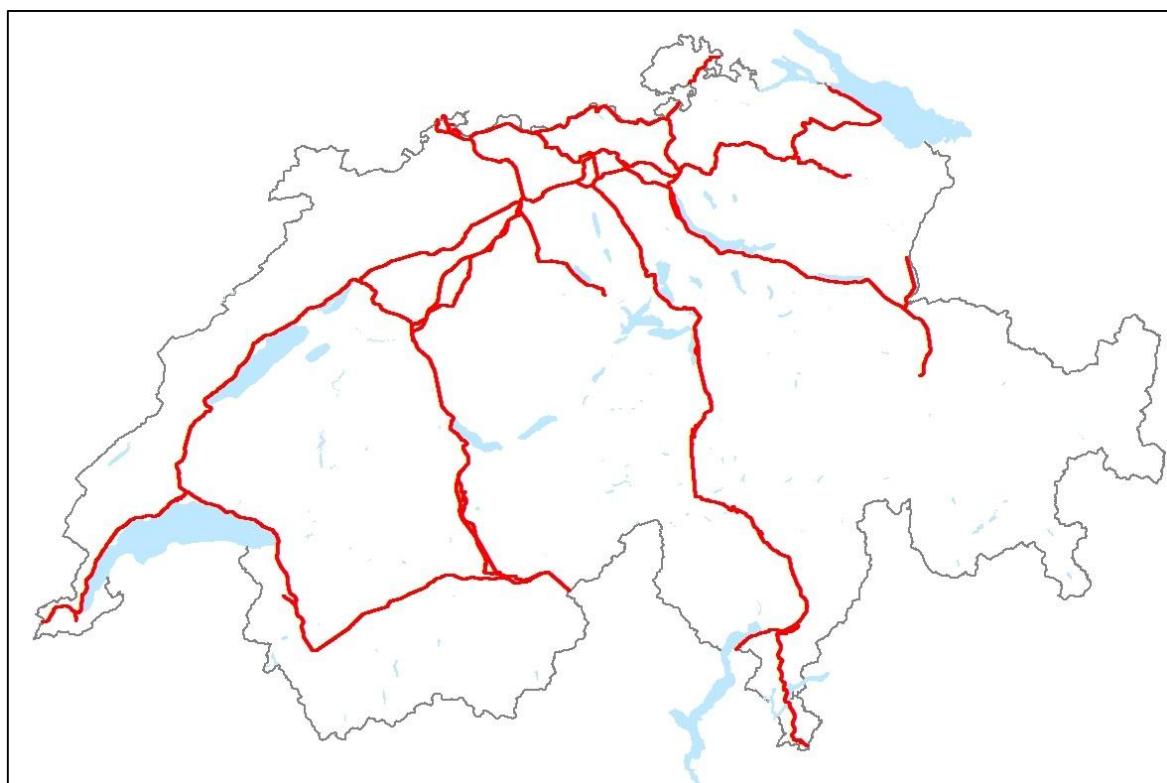


Figure 1: Réseau de tronçons étudié pour les screenings de la population et de l'environnement



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

2. Développement du screening des risques environnementaux

2.1 Aperçu de la méthodologie

La méthodologie du screening environnemental a été développée sur plusieurs années par le groupe de suivi mentionné dans l'avant-propos, puis appliquée au réseau ferré. Ses règles, qui permettent de déterminer la courbe cumulative à partir d'un jeu de grandeurs d'influence par substance représentative et par indicateur d'accident, sont décrites en détail dans [OFT, 2015]. En résumé, on peut déclarer ce qui suit :

- Les bases de calcul de la fréquence d'accidents majeurs entraînant une propagation de marchandises dangereuses liquides dans des quantités significatives et leurs grandeurs d'influence (par ex. densité de branchements, vitesse maximale des trains de marchandises) sont reprises telles quelles du screening des risques pour la population [OFT, 2011]. L'hypothèse de départ est que toutes les marchandises dangereuses liquides déterminantes pour le screening des risques environnementaux sont transportées dans des wagons-citernes qui n'ont pas à répondre à des exigences plus sévères en matière de sécurité (à la différence des wagons-citernes servant au transport de gaz liquéfiés sous pression, dont l'épaisseur des parois est supérieure, ce qui diminue la probabilité de fuite en cas d'accident).
- Les différences de classe de mise en danger des eaux (CMDE) – cf. prescription administrative allemande sur les substances pouvant polluer les eaux – sont prises en compte au moyen des facteurs de pondération suivants (influence sur la fréquence par déplacement parallèle de la courbe cumulative par rapport à l'axe des ordonnées y) :
 - CMDE 3 (pouvant polluer gravement les eaux): facteur 1 (valeur de référence pour les trois substances représentatives)
 - CMDE 2 (pouvant polluer les eaux): facteur 0.25
 - CMDE 1 (pouvant polluer faiblement les eaux): facteur 0.0625
- Les marchandises dangereuses de CMDE < 3 sont donc prises en compte avec un poids réduit pour chaque substance représentative.
- Les eaux superficielles (ESup (OFG en allemand)) peuvent être polluées dans les cas suivants :
 - un drainage de la voie débouche directement dans les ESup qui font office de cours d'eau récepteur,



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

- la distance par rapport aux ESup ainsi que la topographie sont telles que des marchandises dangereuses liquides peuvent se déverser dans les ESup en s'écoulant superficiellement depuis le lieu de propagation.

Afin de pouvoir prendre en compte systématiquement la seconde voie de propagation, les voies d'écoulement superficielles sont calculées à l'aide d'un modèle altimétrique numérique à partir de chaque lieu de propagation potentiel, ce qui fournit une estimation des quantités qui s'infiltrent dans le sol (et qui représentent donc un danger pour la nappe phréatique) et de celles qui peuvent se déverser superficiellement dans les ESup (« modélisation de l'écoulement »).

- Les eaux d'une nappe phréatique²⁾ utilisée pour l'approvisionnement en eau potable peuvent être polluées lorsqu'elles sont acheminées à partir de captages ou de sources situés dans des zones de protection des eaux souterraines délimitées qui se trouvent à moins de 500 m de distance et de 30 m de hauteur de la ligne ferroviaire.
- L'indicateur d'accident « nappe phréatique » tient compte des modifications prévues dans les critères d'évaluation II, qui sont en cours de révision (cf. [OFEV, 2010]). Autrement dit, l'indice d'accident majeur n'est pas calculé à partir des personnes-mois, mais de la quantité d'eau de nappe phréatique polluée transportable des captages qui n'est (provisoirement ou durablement) plus utilisable comme eau potable. On considère qu'un dégât est sérieux lorsque le débit inutilisable atteint ou dépasse 2500 l/min.

2.2 Collecte et préparation des données

La collecte et le traitement par sous-élément des données locales nécessaires au recensement des risques environnementaux s'étendent sur plusieurs années. Les principales informations sur le sujet sont résumées ci-après.

Les données relatives au tracé et au type de tronçon (différenciation entre tronçons en pleine voie et en tunnel) ainsi que toutes les grandeurs qui déterminent les taux de perte par wagons-citernes-km (par ex. densité de branchements, emplacements des détecteurs de boîtes chaudes ou de frein bloqué, vitesse autorisée des trains de marchandises), ont été reprises telles quelles du screening des risques pour la population 2011. Les quantités de marchandises dangereuses transportées servant au calcul de la fréquence d'une propagation par substance représentative ont toutefois été mises à jour : les valeurs considérées sont celles de 2013.

2) Les captages d'approvisionnement de secours n'ont pas été pris en compte. Les captages servant à la production de denrées alimentaires l'ont été.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

La collecte et le traitement des données pour l'estimation de l'ampleur des dégâts se sont déroulés en deux phases :

- En phase 1, les grandeurs d'influence locales ont été préparées à partir des données de l'ensemble du réseau de tronçons disponibles sur tout le territoire national (pour chaque sous-élément). Les bases de données qui faisaient défaut pour tout le territoire national qui n'auraient été rendues disponibles qu'à grands frais ont été remplacées par des valeurs standard (par ex. profondeur du niveau piézométrique, type de drainage de la voie, direction du flux de la nappe phréatique par rapport à la position du captage). Les courbes cumulatives des risques ont été calculées sur l'ensemble du réseau avec ce corpus de données.
- En phase 2, les sous-éléments dont la courbe cumulative des risques, d'après les résultats de la phase 1, se trouvaient au moins dans la moitié supérieure du domaine intermédiaire, ont été examinés de plus près. Pour l'indicateur d'accident « eaux superficielles », on s'est borné à examiner les sections d'au moins trois sous-éléments voisins correspondant chacun à ce critère, afin d'exfiltrer les pointes de risque très locales dues à des ruisseaux et rivières qui les traversent. L'examen a eu lieu sous deux angles :
 - L'entreprise ferroviaire compétente (gestionnaire d'infrastructure) a vérifié ou corrigé les attributs suivants des données (entre autres au moyen de visites des lieux) :
 - existence d'une évacuation des eaux captées et de volumes de rétention (par ex. ARA).
 - évaluation de la possibilité d'une propagation à gauche ou à droite du tronçon du fait de la position du tronçon (par ex. existence d'une tranchée dans le terrain ou de murs de soutènement massifs).
 - contrôle sommaire de plausibilité des quantités déversées dans les eaux superficielles, par ex. une dépression naturelle qui réduirait l'écoulement en direction des eaux.
 - Les cantons ont vérifié et, le cas échéant, corrigé les données suivantes :
 - position des captages ou des sources (à moins de 500 m de la ligne ferroviaire) y c. pertinence pour le screening environnemental (utilisation publique pour l'alimentation en eau potable ou la production de denrées alimentaires, position dans la zone de protection des eaux souterraines S1, S2 ou S3).
 - débit concessionnaire.
 - profondeur du niveau piézométrique et direction de l'écoulement de l'aquifère à proximité de la voie.

Les courbes cumulatives des risques ont été mises à jour sur l'ensemble du réseau à partir du corpus de données actualisé. Grâce à la mise au point des données par les chemins de fer et les cantons en phase 2, il a été possible de garantir l'obtention de résultats du screening plausibles pour les sections qui présentaient des risques accrus en phase 1.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

3. Quantités de marchandises dangereuses transportées

Le procédé de recensement des flux de marchandises dangereuses se résume comme suit :

- Comptage des trains transportant des marchandises dangereuses qui ont circulé en 2013 (référencés par numéro de train et par date) à un grand nombre de points de référence appropriés sélectionnés dans le réseau ferré.
- Attribution des quantités de marchandises dangereuses (tonnage net et numéro ONU) par numéro de train et par date à l'aide du système Cargo-Information (CIS).
- Désignation des sections sur lesquelles les quantités de marchandises dangereuses sont jugées constantes par approximation.
- Agrégation des quantités de marchandises dangereuses transportées annuellement par numéro ONU pour chaque section (somme des tonnages qui circulent sur la section).
- Attribution de chaque substance (caractérisée par son numéro ONU) à une substance représentative (ou au groupe « aucune substance représentative »), pondération des quantités transportées conformément aux indications du chap. 2.1 et agrégation par substance représentative et par section.

La figure 2 présente les quantités totales de marchandises dangereuses actuelles locales (tous numéros ONU), sous forme de tonnages nets. Sur les lignes à plusieurs voies, la quantité de marchandises dangereuses est agrégée sur toute la coupe transversale³⁾. Il en résulte par exemple que, au passage d'une double voie à deux tronçons à simple voie, les quantités de marchandises dangereuses transportées sont doublées. C'est le cas par exemple pour le tronçon le long de l'Urnersee entre Sisikon et Flüelen (cf. figures ci-après, où la zone est visible avec deux tronçons à simple voie car les quantités transportées sont minimes).

3) Il en va de même des courbes cumulatives des risques, qui sont indiquées pour l'ensemble de la coupe transversale.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

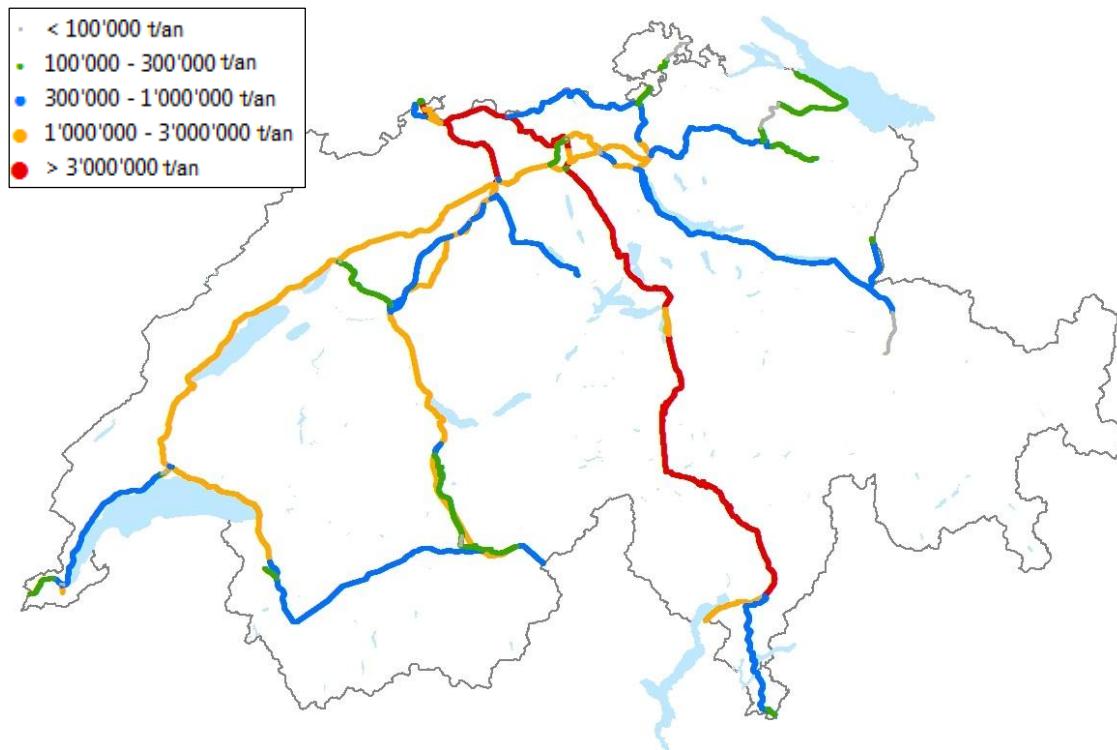


Figure 2: Volume de marchandises dangereuses 2013 (tonnage net cumulé sans pondération pour toutes les marchandises dangereuses)

Les quantités transportées pondérées des trois substances représentatives Dérivés des huiles minérales, Épichlorhydrine et Perchloréthylène ont été déterminées sur la base des quantités transportées localement, compte tenu des facteurs de pondération dépendants de la CMDE (cf. chap. 2.1). Dans les figures 3, 4 et 5, ces quantités transportées en 2013 sont représentées graphiquement en tonnes nettes pondérées par substance représentative.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

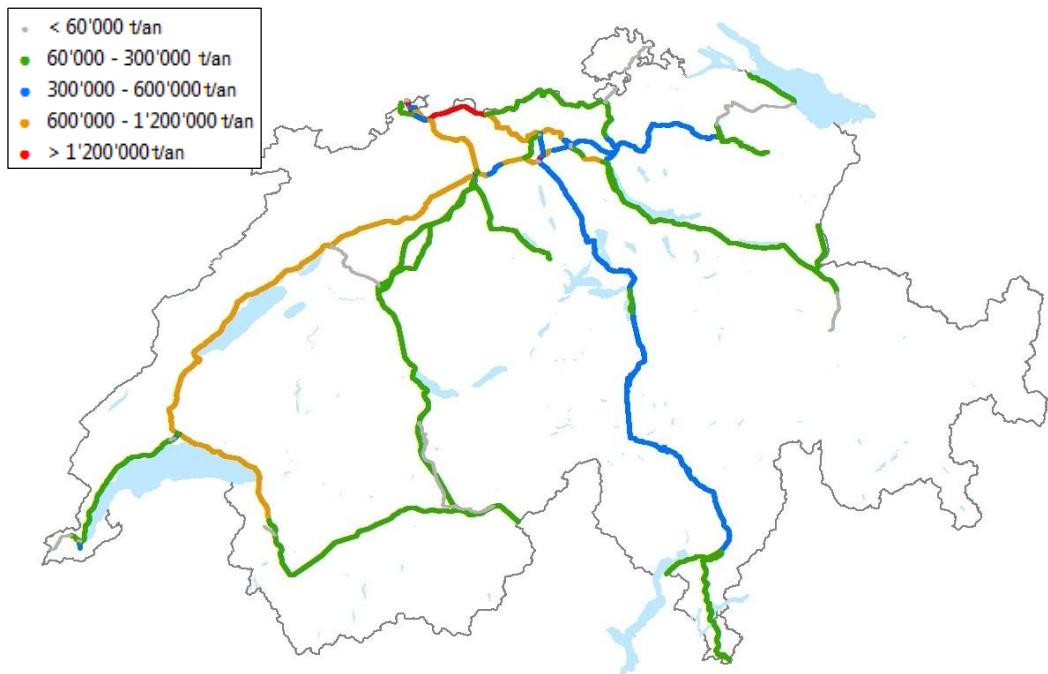


Figure 3: Quantité transportée pondérée, substance représentative Dérivés des huiles minérales en t/an, 2013

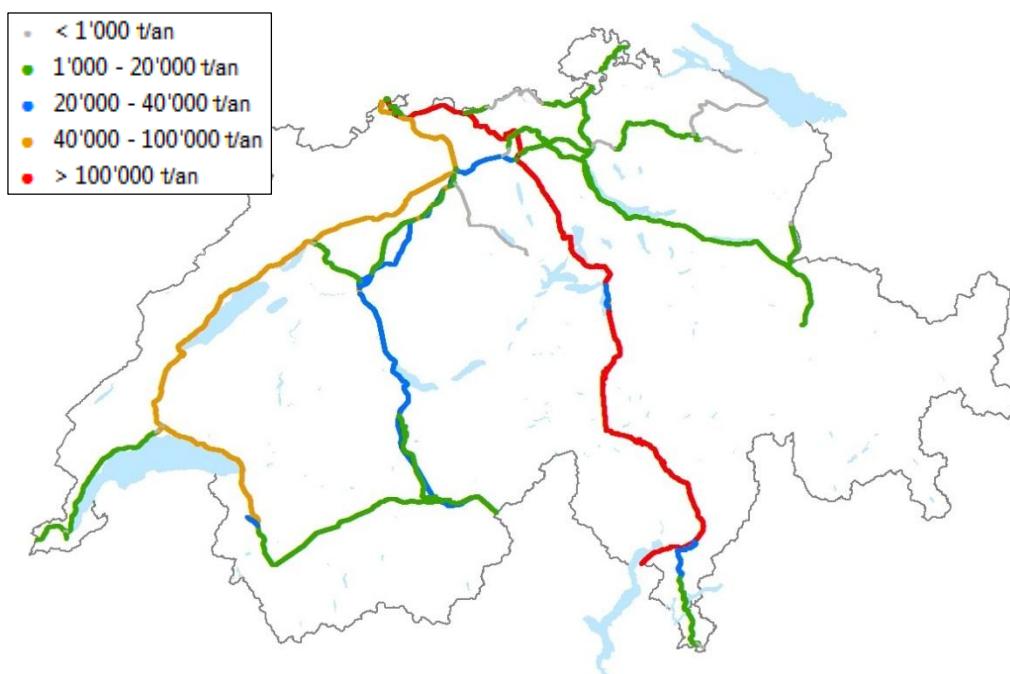


Figure 4: Quantité transportée pondérée, substance représentative Épichlorhydrine en t/an, 2013



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

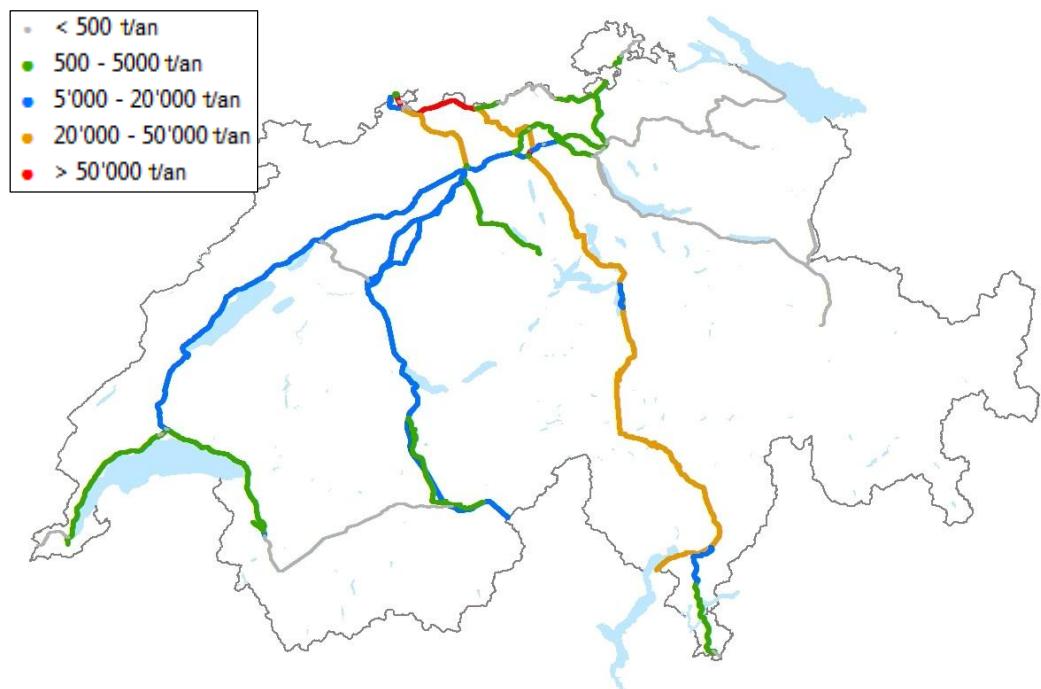


Figure 5: Quantité transportée pondérée, substance représentative Perchloréthylène en t/an, 2013



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

4. Résultats du screening des risques environnementaux 2014

4.1 Introduction

Les résultats du screening des risques environnementaux 2014 – séparés selon les indicateurs « eaux superficielles polluées » et « nappe phréatique polluée » – pour le réseau de screening étudié sont résumés ci-après. Ils sont indiqués à deux niveaux d'unités géographiques :

- Niveau des sous-éléments d'une longueur de 100 m.
- Sections à étude de risque obligatoire (SÉRO): les sections qui répondent aux critères suivants présentent des risques non négligeables ; ils doivent faire l'objet d'un examen plus approfondi au niveau de procédure « étude de risque » :
 - indicateur d'accident « eaux superficielles »: la courbe cumulative se trouve au-dessus de la ligne d'acceptabilité pour au moins trois sous-éléments voisins ;
 - indicateur d'accident « nappe phréatique »: la courbe cumulative se trouve au-dessus de la ligne d'acceptabilité pour un ou plusieurs sous-éléments situés à proximité d'une zone de protection.

Ces critères différents pour les deux indicateurs d'accident permettent d'éviter de devoir élaborer une étude de risque sur l'indicateur d'accident « eaux superficielles » pour la seule raison que la voie traverse un ruisseau, ce qui augmente les risques localement. La nappe phréatique ne présente pas de situation comparable, de sorte qu'un seul sous-élément à risques au-dessus de la ligne d'acceptabilité rend une étude de risque obligatoire.

4.2 Indicateur d'accident « eaux superficielles »

Risques au niveau des sous-éléments

Le tableau 1 résume les résultats au niveau des sous-éléments pour l'indicateur d'accident « eaux superficielles ». Les risques se trouvent dans le domaine acceptable sur environ 78 % du réseau de screening (1095 km), dans la moitié supérieure ou inférieure⁴⁾ du domaine intermédiaire sur environ 10% ou 9% et au-dessus de la ligne d'acceptabilité sur environ 3 % (42 km).

4) Il s'agit de la moitié au sens logarithmique, c'est-à-dire que la moitié du domaine intermédiaire se situe à une fréquence dix fois inférieure à celle de la ligne d'acceptabilité.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

La position de la courbe cumulative globale est déterminée au premier chef par la substance représentative Dérivés des huiles minérales⁵⁾. L'influence de la substance représentative Épichlorhydrine est secondaire, celle de la substance représentative Perchloréthylène est pratiquement négligeable.⁶⁾.

	En dessous de la ligne séparant le domaine acceptable du domaine intermédiaire		Domaine intermédiaire inférieur		Domaine intermédiaire supérieur		Au-dessus de la ligne d'acceptabilité	
Substance représentative	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]
Dérivés des huiles minérales	1129	81%	127	9.1%	103	7.4%	34.7	2.5%
Épichlorhydrine	1200	86.1%	123	8.8%	58.6	4.2%	12.6	0.9%
Perchloréthylène	1308	93.8%	67.6	4.8%	17.9	1.3%	0.4	0.03%
Toutes les substances représentatives	1095	78.5%	138	9.9%	119	8.6%	41.8	3.0%

Tableau 1: Résultats du screening des risques environnementaux 2014 au niveau « sous-élément » pour l'indicateur d'accident « eaux superficielles » (les pourcentages sont arrondis, le total n'est donc pas exactement 100%)

Sections à étude de risque obligatoire (SÉRO)

Pour l'indicateur d'accident « eaux superficielles », l'évaluation du screening des risques environnementaux révèle 61 SÉRO (au moins trois sous-éléments voisins dont la courbe cumulative des risques est au-dessus de la ligne d'acceptabilité) soit une longueur totale de 28 km⁷⁾. Le tableau 2 les énumère en indiquant le gestionnaire d'infrastructure (chemin de fer), la position (canton, tronçon-

-
- 5) La bonne concordance des longueurs le fait bien apparaître sur les lignes « dérivés des huiles minérales » et « toutes les substances représentatives » du tableau 1.
 - 6) La somme des pourcentages de chacune des substances représentatives ne correspond pas à la valeur de la totalité des substances représentatives, laquelle a pour simple caractéristique d'être supérieure (ou égale) à la valeur de chaque substance représentative spécifique.
 - 7) La différence entre les 41,8 km (sous-éléments dont la courbe cumulative des risques est au-dessus de la ligne d'acceptabilité conformément au tableau 1) et les 28 km (SÉRO) est répartie sur les sous-éléments isolés ou placés deux par deux et qui ne font donc pas partie d'une SÉRO.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

kilomètre) et la valeur chromatique⁸⁾. La figure 6 est une représentation cartographique de la position de ces sections⁹⁾.

La répartition des SÉRO par gestionnaire d'infrastructure est la suivante :

- 1 SÉRO se trouve sur le réseau du BLS et 1 sur celui du chemin de fer portuaire du canton BL.
- Les 59 autres SÉRO sont situées sur le réseau de tronçons des CFF.

tronçon pour lequel il faut procéder à une étude de risque	canton	société	DfA-ligne	DfA-km de	DfA-km à	valeur chromatique ¹⁰⁾
OFG_20	BL	SBB	500	27.3	27.6	15.5
OFG_24	SZ	SBB	600	0.4	0.9	11.2
OFG_44	AG/BL	SBB	700	77.3	77.5	11.0
OFG_46	AG	SBB	710	16.3	16.8	10.6
OFG_17	BL	SBB	500	15.5	15.7	9.6
OFG_21	BS	SBB	520	3.2	3.4	9.2
OFG_23	SO	SBB	540	41.1	41.6	8.9
OFG_39	SZ	SBB	653	106.5	106.8	8.7
OFG_40	AG	SBB	700	38.9	39.2	8.5
OFG_1	VD	SBB	100	12.9	13.2	8.1
OFG_19	BL	SBB	500	17.8	18.4	7.8
OFG_2	VD	SBB	100	13.5	13.8	7.7
OFG_7	BE	SBB	210	93.3	93.8	7.5
OFG_43	AG	SBB	700	57.8	58	7.4
OFG_9	BE	SBB	210	96.1	96.8	7.3
OFG_18	BL	SBB	500	17.3	17.6	7.2
OFG_42	AG	SBB	700	45.2	45.5	7.1
OFG_31	TI	SBB	600	186.5	186.9	6.1
OFG_8	BE	SBB	210	95.4	95.6	5.9
OFG_26	SZ	SBB	600	17.8	18	5.5
OFG_36	AG	SBB	650	35.6	36.1	4.9
OFG_58	SG	SBB	890	18.3	18.6	4.8
OFG_41	AG	SBB	700	42.3	42.5	4.8
OFG_6	VD	SBB	210	52.2	52.4	4.7
OFG_35	AG	SBB	647	3.3	3.5	4.7
OFG_27	UR	SBB	600	31.9	32.1	4.6
OFG_45	ZH	SBB	710	10.2	10.8	4.5
OFG_25	SZ	SBB	600	9.6	9.8	3.7
OFG_50	ZH	SBB	720	11.2	11.4	3.3
OFG_15	AG	SBB	450	46.8	47.4	3.3
OFG_37	AG	SBB	653	92	92.3	3.2

tronçon pour lequel il faut procéder à une étude de risque	canton	société	DfA-ligne	DfA-km de	DfA-km à	valeur chromatique ¹⁰⁾
OFG_60	GL	SBB	890	23.9	24.1	3.2
OFG_55	ZH	SBB	751	19.9	20.1	3.1
OFG_47	AG	SBB	710	20.8	21.1	3.1
OFG_52	ZH	SBB	720	23.3	23.7	2.8
OFG_32	TI	SBB	600	194	194.2	2.6
OFG_30	TI	SBB	600	111.7	111.9	2.6
OFG_33	TI	SBB	631	170.2	170.4	2.5
OFG_51	ZH	SBB	720	16.9	17.2	2.5
OFG_28	TI	SBB	600	93.1	93.7	2.1
OFG_54	SZ	SBB	720	28.6	28.8	2.0
OFG_4	VD	SBB	100	27.5	28.7	2.0
OFG_38	ZG	SBB	653	98.7	99	1.9
OFG_53	ZH	SBB	720	23.9	24.8	1.9
OFG_57	SG	SBB	890	17.3	17.7	1.8
OFG_61	GL	SBB	890	24.7	24.9	1.8
OFG_56	TG	SBB	850	122.8	123.1	1.7
OFG_16	AG	SBB	450	48.8	49.3	1.7
OFG_22	BL	Hafenbahnen	525	2	2.7	1.6
OFG_48	AG	SBB	710	26.5	26.9	1.4
OFG_34	TI	SBB	631	170.6	170.8	1.3
OFG_3	VD	SBB	100	26.9	27.3	1.3
OFG_49	ZH	SBB	720	8.2	8.4	1.3
OFG_5	VS	SBB	100	133.4	133.7	1.3
OFG_10	BE	SBB	210	98.1	98.6	1.2
OFG_29	TI	SBB	600	101.7	102.1	1.2
OFG_11	BE	SBB	210	99	99.6	1.1
OFG_14	BE	BLS	300	4.1	4.4	1.1
OFG_12	BE	SBB	210	100	100.6	1.1
OFG_13	BE	SBB	210	100.8	101	1.1
OFG_59	SG	SBB	890	23	23.2	1.1

Tableau 2: Liste des 61 SÉRO de l'indicateur d'accident « eaux superficielles »¹⁰⁾

- 8) La position de la courbe cumulative est représentée par des « valeurs chromatiques ». La valeur chromatique décrit la position de la courbe cumulative par rapport au domaine d'acceptabilité. Une valeur chromatique de 0,01 signifie que la courbe cumulative est très proche de la limite inférieure du domaine intermédiaire, une valeur chromatique de 1 qu'elle touche presque la limite supérieure. La courbe cumulative peut se trouver dans le domaine acceptable (vert), dans la moitié inférieure (jaune) ou supérieure (orange) du domaine intermédiaire, ou encore dépasser la ligne d'acceptabilité (rouge).
- 9) Les indications de kilométrage des SÉRO attestées ne correspondent pas obligatoirement au périmètre des études de risque à effectuer. Ce dernier est fixé par l'OFT en accord avec les entreprises de chemin de fer et peut aussi englober plusieurs sections voisines qui répondent aux critères d'une étude de risque.
- 10) La valeur chromatique indiquée caractérise la position de la courbe cumulative sur l'ensemble de la SÉRO.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

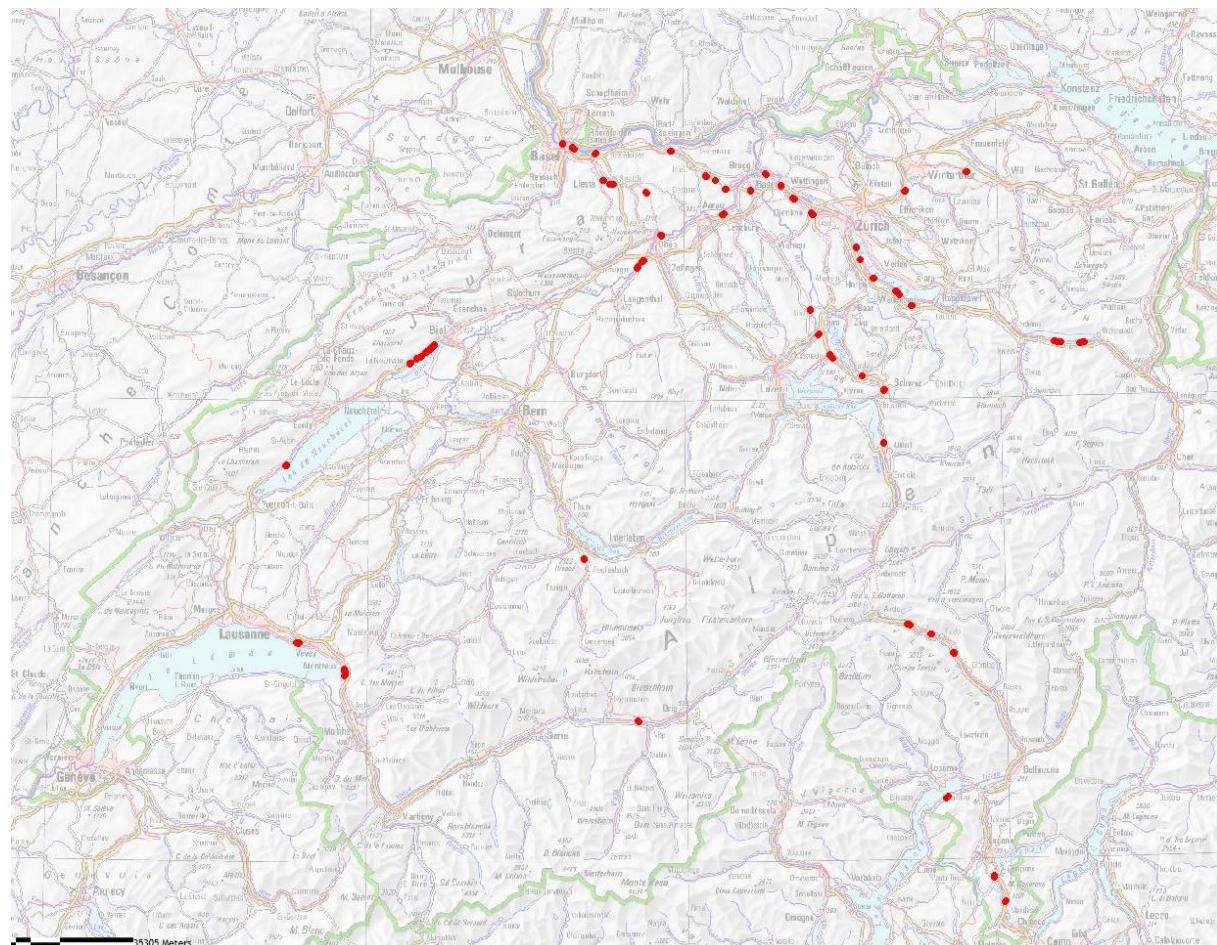


Figure 6: Carte des 61 SÉRO de l'indicateur d'accident « eaux superficielles »

Cas d'espèce

Pour quatre exemples de SÉRO sélectionnées, les courbes cumulatives calculées et les grandeurs d'influence centrales qui déterminent leur forme sont décrites ci-après.

1) Section la plus critique « Tecknau » (ESup_20 / OFG_20)

Les principales grandeurs d'influence sur les risques de la section « Tecknau », qui présente le risque de pollution des eaux superficielles le plus élevé de tout le réseau, sont indiquées dans le tableau suivant.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Densité de branchements	Évacuation des eaux	Quantité de marchandises dangereuses pondérée [t/an]		
		Dérivés des huiles minérales	Épichlorhydrine	Perchloréthyl.
1 – 4 à > 4	Dans le cours d'eau récepteur	881 500	86 045	22 600

Tableau 3: Principales grandeurs d'influence sur la position de la courbe cumulative globale de la section « Tecknau » (ESup_20 / OFG_20)

La fréquence d'une propagation est nettement supérieure à la moyenne en raison des quantités de marchandises dangereuses relativement importantes et du nombre de branchements. La ligne ferroviaire suit directement le cours de l'Eibach. Une marchandise dangereuse liquide se déverserait dans l'Eibach par la conduite d'évacuation des eaux ou superficiellement, puis s'écoulerait dans l'Ergolz, qui débouche dans le Rhin. La courbe cumulative calculée est présentée à la figure 7.

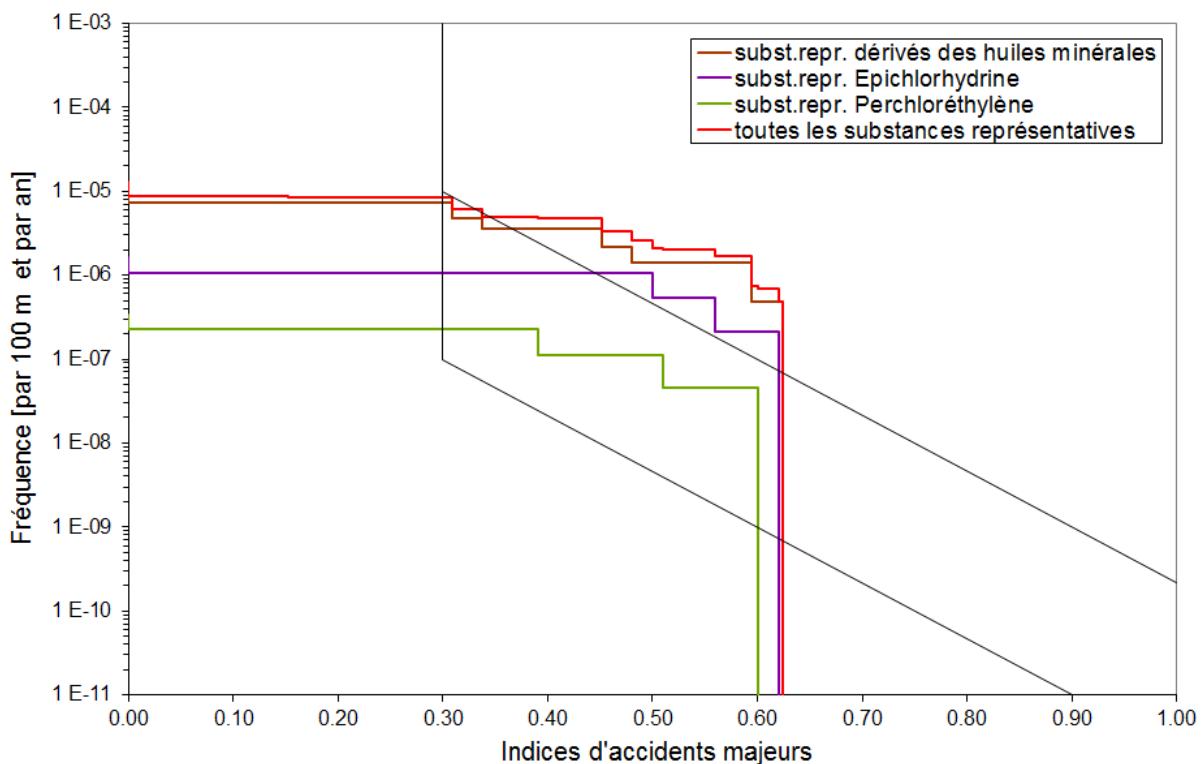


Figure 7 Courbe cumulative de la section « Tecknau », dont le niveau de risques est le plus élevé dans le screening des risques environnementaux 2014 pour ESup



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Courbe cumulative de la section « Tecknau », dont le niveau de risques est le plus élevé dans le screening des risques environnementaux 2014 pour ESUP

Il y a aussi une situation comparable – quoique présentant moins de risques – entre autres sur les sections suivantes, où des marchandises dangereuses liquides pourraient se propager sur le tracé par l'évacuation des eaux (et en partie aussi par l'écoulement superficiel) et se déverser dans le cours d'eau récepteur :

- ESUP_44 / OFG_44 près d'Augst (pont sur l'Ergolz), déversement dans l'Ergolz, qui débouche immédiatement dans le Rhin,
- ESUP_46 / OFG_46 à la bifurcation de Killwangen West, déversement dans la Limmat.

2) Tronçon le long de trois lacs

Trois exemples de SÉRO le long de grands lacs sont présentés ci-après. Ils possèdent les caractéristiques présentées dans le tableau suivant :

		Désignation de la SÉRO		
		ESUP_11 / OFG_11 (lac de Bienne)	ESUP_33 / OFG_33 (lac Majeur)	ESUP_4 / OFG_4 (lac Léman)
Densité de branchements		Nulle	1 à 4	Nulle / 1 à 4
Évacuation des eaux		Dans le cours d'eau récepteur / aucune	Aucune	Dans le cours d'eau récepteur / aucune
Quantité de marchandises dangereuses pondérée	Dérivés des huiles minérales	1 066 315	272 194	762 165
	Épichlor-hydrine	46 631	110 033	45 168
	Perchlor-éthylène	5840	40 172	4424

Tableau 4: Principales grandeurs d'influence sur la position de la courbe cumulative globale des trois SÉRO



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Les courbes cumulatives sont représentées dans les figures 8 à 10. Les deux exemples au lac de Biel et au lac Léman montrent que si les quantités de dérivés des huiles minérales sont importantes et si le tracé se trouve à proximité immédiate d'un lac, même s'il n'y a pas de branchements, la courbe cumulative peut se situer légèrement au-dessus de la ligne d'acceptabilité, car selon les hypothèses de modélisation, une propagation importante entraîne une hausse de l'indice d'accident majeur (IAM). S'il y a des branchements, le même indice est déjà atteint avec des quantités transportées nettement inférieures.

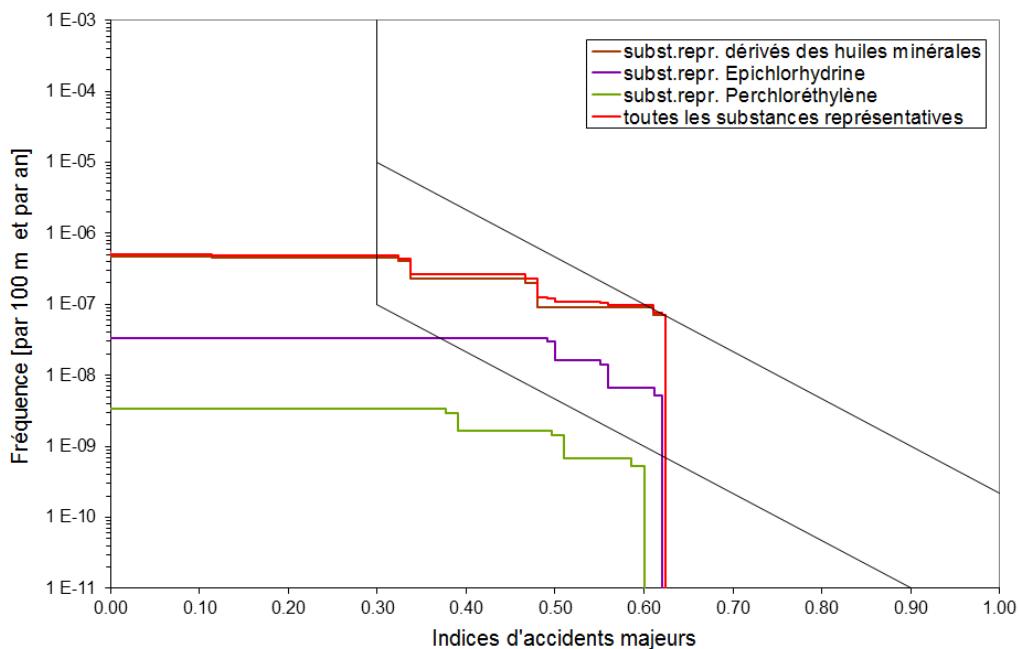


Figure 8: Courbe cumulative de la SÉRO ESup_11 / OFG_11 au lac de Biel



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

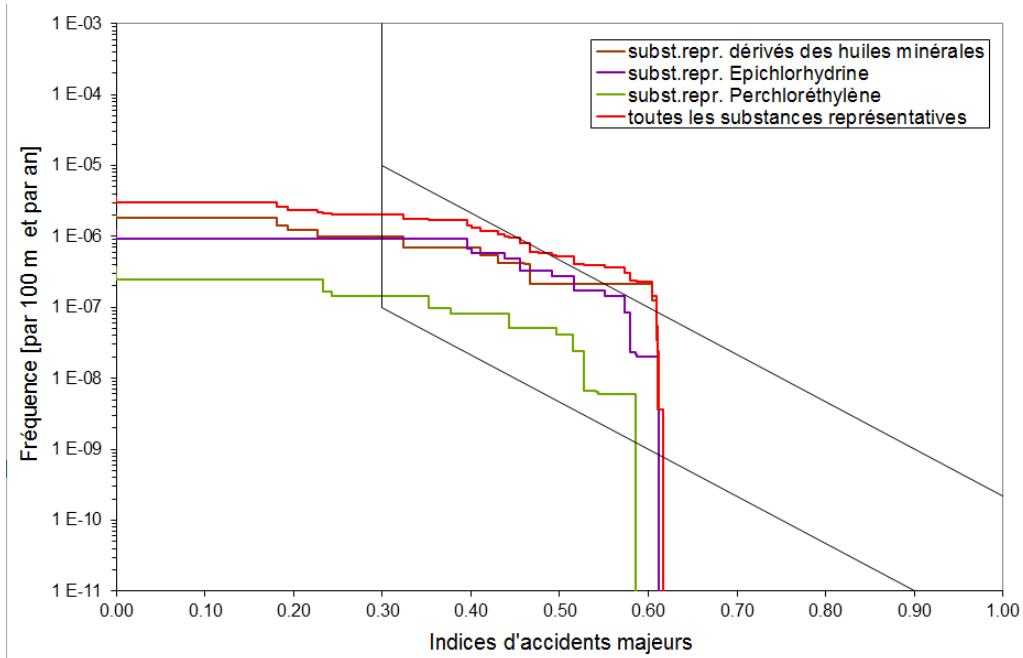


Figure 9: Courbe cumulative de la SÉRO ESup_33 / OFG_33 au lac Majeur (ligne à destination de Luino)

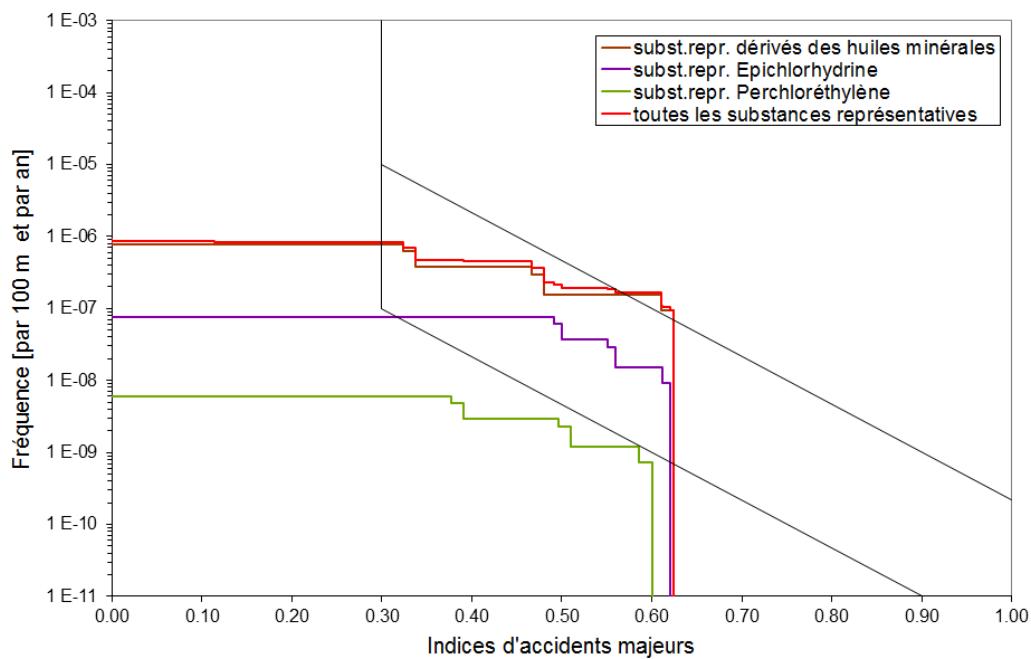


Figure 10: Courbe cumulative de la SÉRO ESup_4 / OFG_4 au lac Léman



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

4.3 Indicateur d'accident « nappe phréatique »

Risques au niveau des sous-éléments

Le tableau 5 résume les résultats au niveau des sous-éléments (longueur 100 m) pour l'indicateur d'accident « nappe phréatique ». Les risques sont dans le domaine acceptable sur 98 % du réseau de screening (1363 km), dans la moitié supérieure ou inférieure¹¹⁾ du domaine intermédiaire sur environ 0,6 % ou 0,9 % et au-dessus de la ligne d'acceptabilité sur environ 0,7 % (9,5 km). La position de la courbe cumulative globale est ici aussi déterminée presque intégralement par la substance représentative Dérivés des huiles minérales.

	En dessous de la ligne séparant le domaine acceptable du domaine intermédiaire		Domaine intermédiaire inférieur		Domaine intermédiaire supérieur		Au-dessus de la ligne d'acceptabilité	
Substance représentative	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]
Dérivés des huiles minérales	1364	97.8%	9.4	0.7%	11.5	0.8%	9.1	0.7%
Épichlorhydrine	1375	98.6%	12	0.9%	5.8	0.4%	1.3	0.09%
Perchloréthylène	1382	99.1%	10	0.7%	1.0	0.07%	1.0	0.07%
Toutes les substances représentatives	1363	97.8%	8.7	0.6%	12.5	0.9%	9.5	0.7%

Tableau 5: Résultats du screening des risques environnementaux 2014 au niveau « sous-élément » pour l'indicateur d'accident « nappe phréatique » (les pourcentages sont arrondis, le total n'atteint pas exactement 100%)

Sections à étude de risque obligatoire

L'évaluation du screening des risques environnementaux révèle 16 SÉRO pour l'indicateur d'accident « nappe phréatique ». Le tableau 6 les énumère en indiquant le gestionnaire d'infrastructure (chemin de fer), la position (canton, tronçon-kilomètre) et la valeur chromatique⁸⁾. À l'exception d'une section d'environ 200 m de longueur située sur le réseau du chemin de fer portuaire du canton BL, toutes les

11) Il s'agit de la moitié au sens logarithmique, c'est-à-dire que la moitié du domaine intermédiaire se situe à une fréquence dix fois inférieure à celle de la ligne d'acceptabilité.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

autres sections se trouvent sur le réseau des CFF. La figure 11 est une représentation cartographique de la position de ces sections.

tronçon pour lequel il faut procéder à une étude de risque	canton	société	DfA-ligne	DfA-km de	DfA-km à	valeur chromatique ¹⁰⁾
GW_4	BE	SBB	290	129.8	130.6	370
GW_10	BL	Hafenbahn	525	3.4	3.5	59
GW_7	SO	SBB	410	70.0	70.9	15
GW_14	ZH	SBB	710	9.0	9.9	13
GW_5	BE	SBB	290	133.7	134.5	12
GW_11	TI	SBB	600	151	151.2	6.5
GW_15	AG	SBB	710	22.9	23.4	5.6
GW_8	AG	SBB	451	44.0	44.2	4.7
GW_12	TI	SBB	600	205.1	205.4	4.3
GW_6	SO	SBB	410	68.9	69.5	4.3
GW_3	BE	SBB	210	95.4	95.7	3.6
GW_2	VD	SBB	210	47.1	48.3	3.4
GW_9	BL	SBB	500	18.3	18.3	2.0
GW_1	VD	SBB	150	16.5	16.9	1.7
GW_16	SH	SBB	770	38.7	38.9	1.4
GW_13	AG	SBB	700	71.6	72.3	1.4

Tableau 6: Liste des 16 SÉRO pour l'indicateur d'accident « nappe phréatique »¹⁰⁾



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

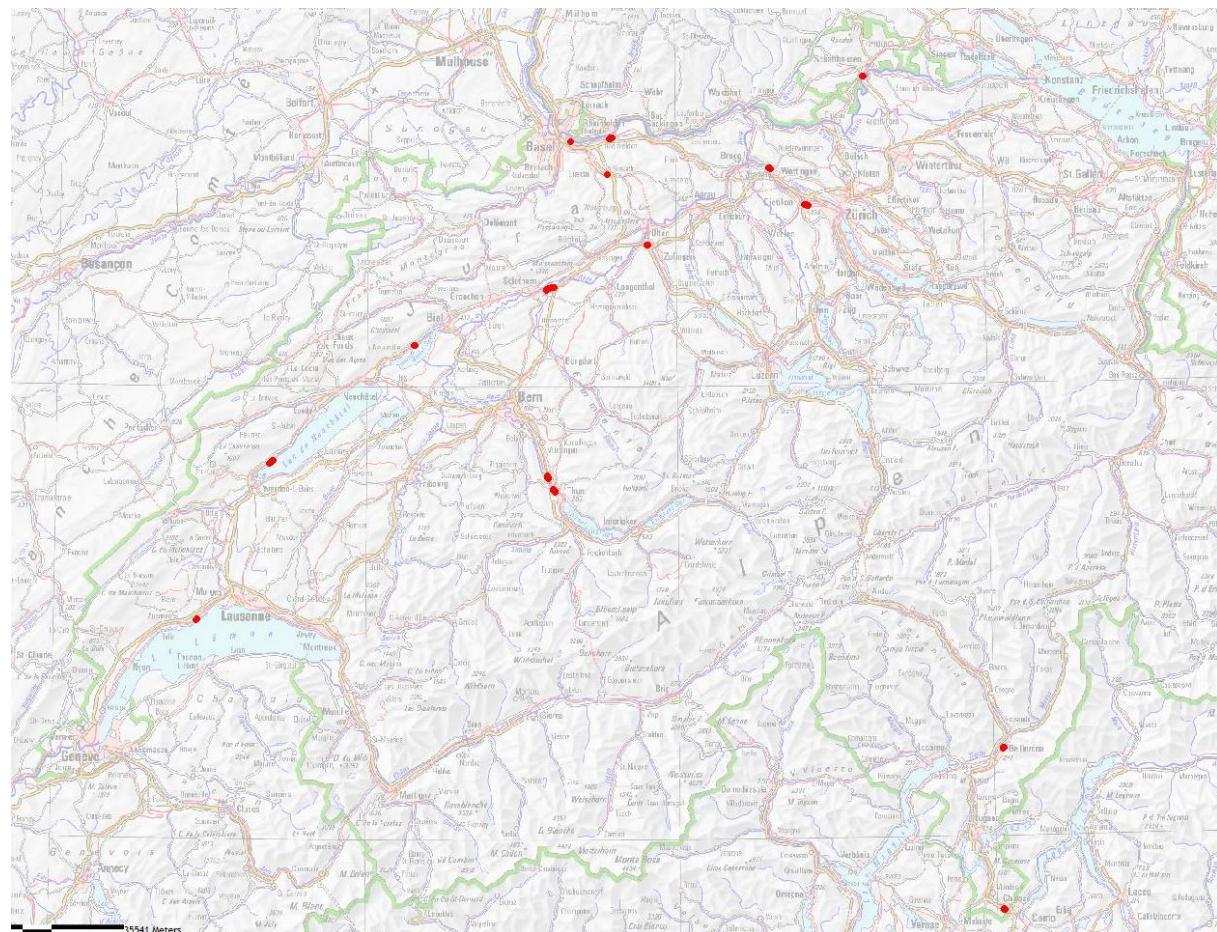


Figure 11: Carte des 16 SÉRO pour l'indicateur d'accident « nappe phréatique »

Cas de figure « Kiesen »

Les courbes cumulatives calculées (cf. figure 12) et les grandeurs d'influence centrales qui déterminent leur forme (cf. tableau 7) sont décrites ci-après pour la SÉRO « GW_4 » dans la commune de Kiesen (tronçon Münsingen – Thun), section qui présente le plus haut niveau de risque pour la nappe phréatique.

Les risques pour les captages à Kiesen sont nettement au-dessus de la ligne d'acceptabilité, car l'indice d'accident majeur, qui correspond à la pollution de toute la nappe phréatique dont le débit est de 55 000 l/min., atteint presque la valeur 0,9.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

Densité de branchements	Évacuation des eaux	Type de sol	Débit cumulé [l/min]	Direction de l'écoulement ⁽¹²⁾	Profondeur du niveau piézométrique	Quantité de marchandises dangereuses pondérée [t/an]		
						Dér. huiles minérales	Épichlorh.	PER
nullle ou de 1 à 4	aucune	gravier/sable	11 000 – 55 000	vers le captage	4 m	217 660	39 236	18 761

Tableau 7: Principales grandeurs d'influence sur la position de la courbe cumulative globale de la section GW_4

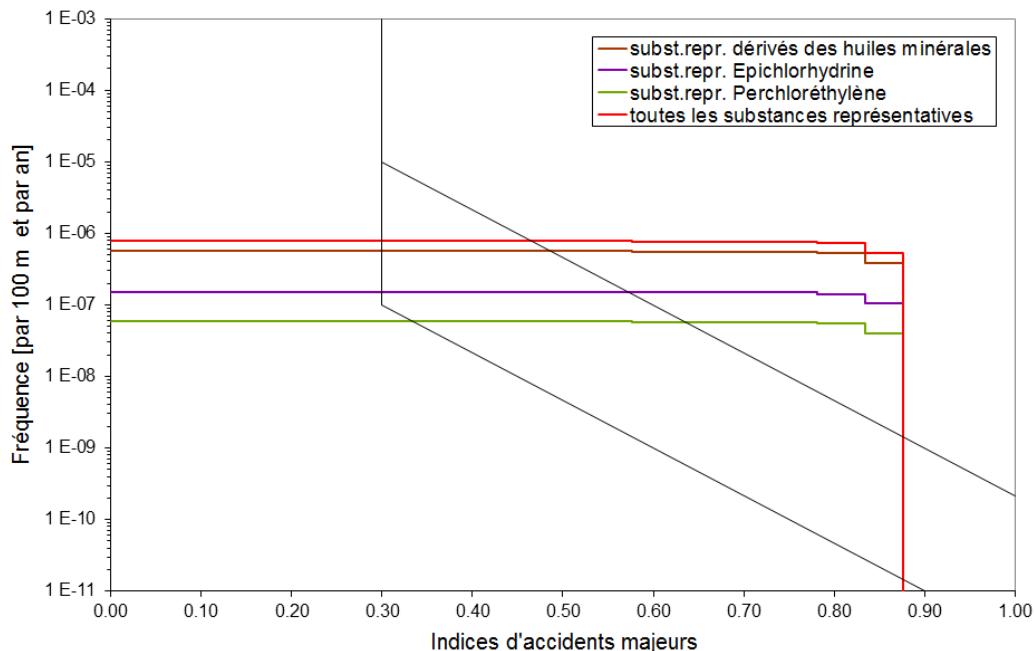


Figure 12: SÉRO « GW_4 » à Kiesen, risque maximal pour la nappe phréatique dans le cadre du screening des risques environnementaux 2014

La figure 13 donne un plan d'ensemble de la situation à Kiesen avec les captages, leur débit et les zones de protection.

12) Dans des situations complexes avec des captages des deux côtés de la ligne ferroviaire, comme c'est le cas à Kiesen (cf. figure 13), il est difficile de définir le paramètre « direction de l'écoulement » judicieusement pour chaque sous-élément.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

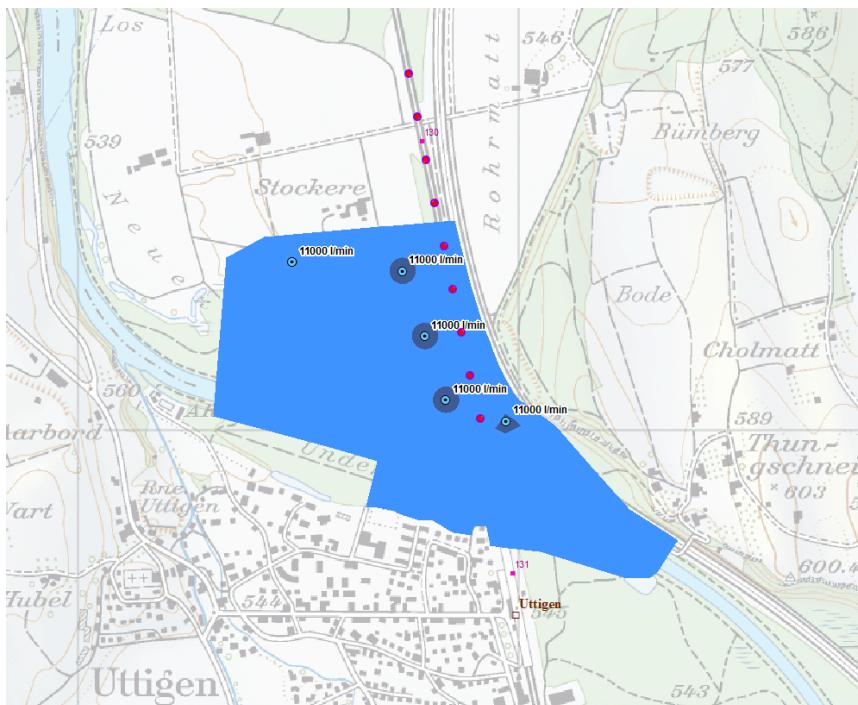


Figure 13: Plan d'ensemble de la section GW_4 à Kiesen avec représentation des zones de protection des eaux souterraines et des captages des eaux souterraines et indication des débits.

Cas de figure « Rheinfelden »

La courbe cumulative des risques (cf. figure 14) et les principales grandeurs d'influence qui déterminent leur forme (cf. tableau 7) sont décrites ci-après pour la SÉRO « GW_13 » à Rheinfelden. Dans cet exemple, la courbe cumulative se trouve juste au-dessus de la ligne d'acceptabilité en raison des débits des captages concernés nettement plus faibles que dans l'exemple précédent. La figure 15 donne un plan d'ensemble de la situation à Rheinfelden avec les captages, leurs débits et les zones de protection.

Densité de branchements	Évacuation des eaux	Type de sol	Débit cumulé [l/min]	Direction d'écoulement	Profondeur du niveau piézométrique	Quantité de marchandises dangereuses pondérée [t/an]		
						Dérivés huiles minérales	Epichlorhydrine	PER
0 ou 1 à 4	aucune	gravier /sable	2940	vers le captage	2 m	1,21 mio.	140 742	53 548

Tableau 8: Principales grandeurs d'influence sur la position de la courbe cumulative globale pour la SÉRO « Rheinfelden » (GW_13)



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

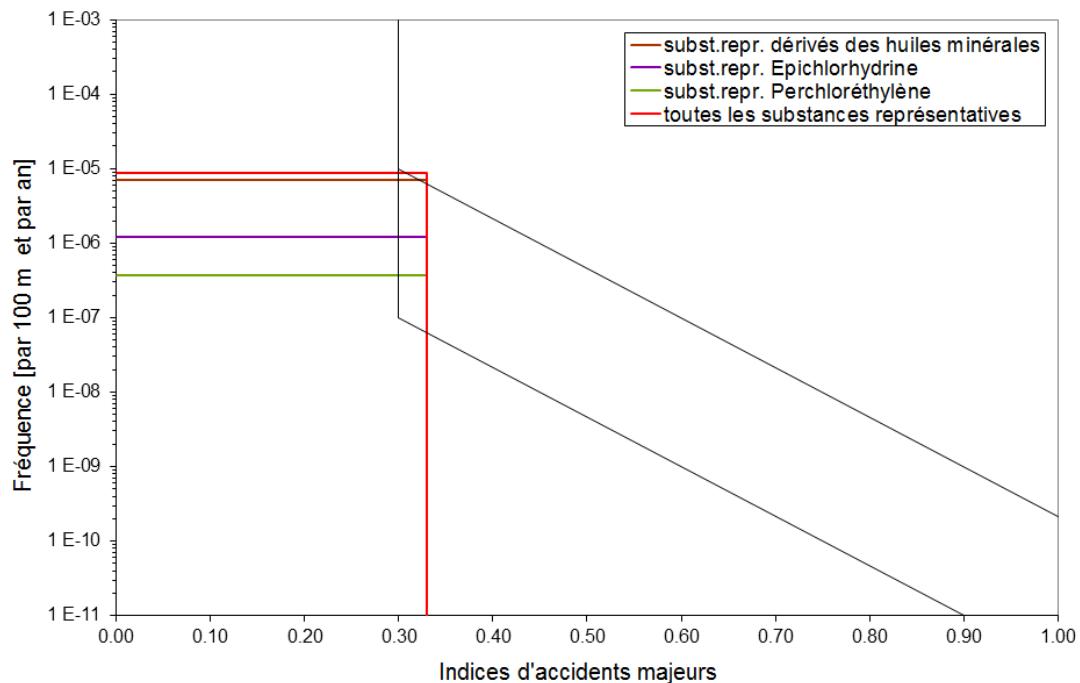


Figure 14: Courbe cumulative des risques pour la section « GW_13 » à Rheinfelden

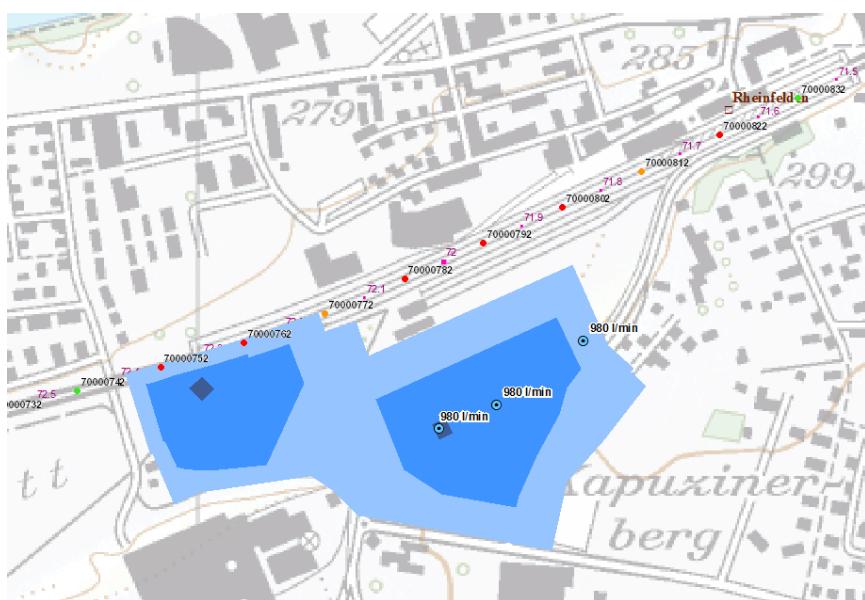


Figure 15: Plan d'ensemble de la section GW_13 à Rheinfelden avec représentation des zones de protection des eaux souterraines et des captages des eaux souterraines de même qu l'indication des débits des trois captages.



Référence du dossier : BAV-522.11-00001/00010

5. Documents de base

- [OFEV, 2010] OFEV
Critères d'appréciation pour l'ordonnance sur les accidents majeurs,
auxiliaire d'exécution pour les entreprises, les voies de communication et les
conduites, projet de consultation, version du 02.07.2010 (en allemand)
- [OFT, 2015] OFT
Screening des risques environnementaux – rapport sur la méthodologie
Ernst Basler + Partner AG, avril 2015, en préparation
- [OFT, 2008] OFT
**Screening des risques environnementaux – rapport sur la méthodologie et
les résultats** (réunion du 20 mai 2008, en allemand)
Ernst Basler + Partner AG, 28 avril 2008
- [CA II, 2001] Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP)
Critères d'appréciation II pour l'ordonnance sur les accidents majeurs
OPAM
Juillet 2001
- [OPAM, 1991] **Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents
majeurs (ordonnance sur les accidents majeurs, OPAM)**
RS 814.012
- [TMD rail, 2003] OFEFP, OFT, CFF
**Beurteilung von Massnahmen zur Reduktion der Risiken beim
Gefahrguttransport auf der Schiene**
Ernst Basler + Partner AG, février 2003
- [TMD rail, 2011] CFF, BLS AG, OFT, OFEV
**Risques pour la population liés au transport ferroviaire de marchandises
dangereuses - Estimation actualisée des risques sur l'ensemble du réseau
(screening 2011)**
Ernst Basler + Partner AG, décembre 2011
- [OFT, 2013] OFT
**Documentation scientifique Screening des risques du rail pour la
population 2011**
Ernst Basler + Partner AG, février 2013