

Service suisse d'enquête de sécurité SESE

Rapport annuel 2022



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Service suisse d'enquête de sécurité SESE

Impressum

Service suisse d'enquête de sécurité SESE

Adresse : 3003 Berne

Tél. +41 58 466 33 00

Fax +41 58 466 33 01

www.sese.admin.ch

Images Adobe Stock

Paraît en allemand (version originale), français, italien et anglais

Table des matières

1	Éditorial	4
2	Management Summary	6
3	Le SESE	8
3.1	Mandat	8
3.2	Organisation	8
3.3	Objectifs de performance	9
3.4	Ressources	10
4	Enquêtes et résultats	11
4.1	Vue d'ensemble des enquêtes du bureau d'enquête	11
4.2	Aviation	12
4.3	Transports publics	13
4.4	Navigation maritime	13
5	Recommandations et avis de sécurité	14
5.1	Généralités	14
5.2	Aviation	16
5.3	Chemins de fer	20
5.4	Transports à câbles	25
5.5	Bus, navigation intérieure et maritime	25
6	Évolutions	26
6.1	Aviation	26
6.2	Chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime	29

Annexes

Annexe 1	Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant l'aviation	33
Annexe 2	Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant les transports publics et la navigation maritime	36
Annexe 3	Données supplémentaires concernant les incidents et les enquêtes dans l'aviation	38
Annexe 4	Données sur les tendances au fil des ans (chapitre 6)	45

1 Éditorial



Depuis près de dix ans, le nombre d'annonces d'incidents liés à la sécurité au Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) est en hausse. En 2022, nous avons enregistré un nombre record d'annonces dans le secteur de l'aviation: 1828 cas. Cela ne veut pas dire que le trafic aérien est devenu moins sûr. Une chose est sûre en revanche, mis à part l'effondrement dû à la pandémie: on prend de plus en plus l'avion. Le SESE part aussi de l'idée que les incidents sont plus souvent connus, et que nous avons donc une image plus précise des incidents liés à la sécurité dans les transports. C'est une nouvelle réjouissante, pleinement dans l'esprit de la prévention. Seuls les événements connus peuvent faire l'objet d'une enquête indépendante. Les enseignements qui en découlent permettent à la branche de renforcer sa culture de la sécurité et d'éviter des incidents comparables à l'avenir.

Pour le SESE, le nombre croissant d'annonces année après année est aussi un immense défi. Les services de piquet du SESE doivent enregistrer toutes ces annonces, se rendre en partie sur les lieux d'accident et évaluer rapidement si une enquête sur l'incident pourrait avoir une utilité préventive en matière de sécurité. Plus il y a d'annonces, plus ces examens préalables prennent du temps – du temps qui manque alors pour les enquêtes approfondies. C'est pourquoi il est souvent nécessaire d'assurer, de lire et d'interpréter les données dans un monde qui est fortement numérisé à l'heure actuelle. Ainsi, les capacités du laboratoire des boîtes noires et des tachygraphes du SESE deviennent toujours plus un goulet d'étranglement dans les procédures d'enquête. Nos collaborateurs sont confrontés aux limites de leurs capacités. La commission extraparlamentaire a pris plusieurs

mesures organisationnelles pour améliorer la situation. Mais nous ne pourrons éviter à l'avenir d'engager davantage de ressources en laboratoire – dans l'esprit de notre mandat légal, à savoir la promotion de la sécurité dans l'aviation, les transports publics et la navigation.

*Pieter Zeilstra,
Président de la commission extraparlamentaire*

2 Management Summary



Au cours de l'exercice, quelque 2165 incidents ont été annoncés au SESE, conduisant celui-ci à ouvrir 42 enquêtes. 24 enquêtes détaillées et 32 enquêtes sommaires ont été achevées, tandis qu'un rapport intermédiaire concernant une enquête en cours a été publié. Les rapports d'enquêtes détaillées menées ou en cours ont permis d'identifier des déficits de sécurité, conduisant le SESE à formuler treize recommandations de sécurité et sept avis de sécurité. Ces chiffres se répartissent entre les différents modes de transport de la manière suivante :

En ce qui concerne la navigation maritime, le SESE a reçu cinq annonces d'incidents en 2022. Elles n'ont donné lieu à l'ouverture d'aucune enquête et aucun rapport n'a été publié.

L'année sous revue a enregistré un record, avec 2165 annonces d'incidents. Le secteur de l'aviation a largement contribué à cette évolution, avec 1828 annonces. Dans le domaine rail et navigation, le nombre d'annonces se situe dans la moyenne des huit dernières années.

	Aviation	Transports publics
Incidents annoncés	1828	337
Enquêtes ouvertes	27	15
Rapports intermédiaires publiés	1	0
Enquêtes détaillées clôturées	15	9
Enquêtes sommaires clôturées	21	11
Recommandations de sécurité formulées	6	7
Avis de sécurité formulés	4	3

Avec 56 enquêtes achevées, la productivité du SESE est comparable à 2020 (61), mais inférieure à 2021 (87). En plus des enquêtes achevées, 25 enquêtes ont encore été cessées en 2022.

3 Le SESE

3.1 Mandat

Le Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) mène les enquêtes sur les incidents survenant dans les domaines de l'aviation civile, des transports publics et de la navigation maritime, conformément aux directives de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT; RS 742.161). Par incidents, on entend les accidents mais aussi d'autres événements, appelés incidents graves, et dont l'enquête peut contribuer à améliorer la sécurité.

Les enquêtes consistent à établir de manière indépendante les circonstances techniques, opérationnelles et humaines ainsi que les causes ayant conduit à l'incident. Les résultats de ces dernières doivent permettre de prévenir des incidents similaires. Dans ce contexte, et comme le stipulent la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF; RS 742.101) et la loi fédérale sur l'aviation (LA; RS 748.0), les enquêtes n'ont pas pour objet de déterminer les questions de faute et de responsabilité.

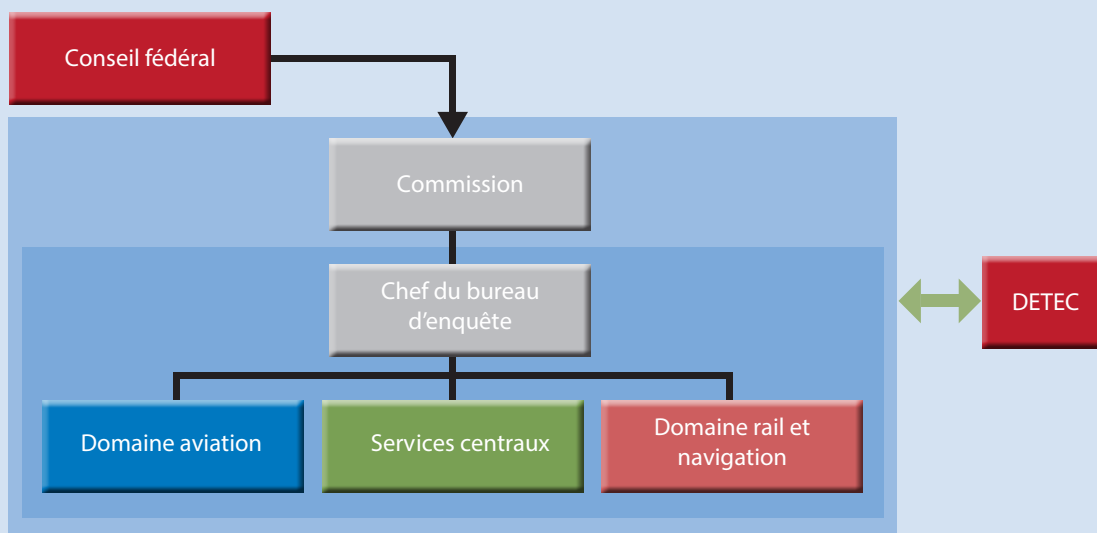
Si le SESE identifie des déficits de sécurité lors de ses enquêtes, il formule des recommandations de sécurité à l'intention des autorités de surveillance ou des avis de sécurité aux entreprises, aux services ou aux organisations concernés. Les autorités, dans le cadre de leurs activités de surveillance, et les entreprises, dans le cadre de leur système de gestion de la sécurité, examinent quelles mesures sont appropriées afin de réduire ou d'éliminer les risques associés au déficit identifié.

Le SESE résume les résultats des enquêtes sur un incident dans un rapport qu'il publie. Les rapports s'adressent aux spécialistes des domaines concernés et au public intéressé. Ils ne sont explicitement pas destinés aux autorités pénales et administratives.

Le SESE fait partie d'un système de sécurité propre au domaine des transports. Ce système comprend des entreprises, des autorités et des organisations: entreprises de transport, fabricants, détenteurs, organismes en charge d'enquêtes de sécurité, autorités de surveillance, organismes d'accréditation et de certification, organismes d'évaluation de la conformité et autres. Chaque intervenant dans le système se voit assigner des tâches spécifiques découlant de la législation pertinente relative à la contribution à la sécurité du mode de transport concerné.

3.2 Organisation

Le SESE est une commission extraparlamentaire organisée conformément aux articles 57a à 57g de la loi sur l'organisation du gouvernement et de l'administration (LOGA; RS 172.010). Le Conseil fédéral institue la commission. Celle-ci se compose de trois à cinq experts indépendants issus des domaines des transports concernés et dispose d'un service d'enquête chargé de la mise en œuvre opérationnelle du processus d'enquête. Le SESE est rattaché administrativement au Secrétariat général du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) et ses membres ne sont pas liés par des directives dans l'accomplissement de leurs tâches.



3.3 Objectifs de performance

Le nouveau modèle de gestion de l'administration fédérale (NMG) est opérationnel depuis le 1^{er} janvier 2017. Il vise à renforcer la gestion administrative à tous les échelons et à accroître la transparence et le pilotage des prestations. Dans le cadre du NMG, le SESE avait défini pour l'année sous revue les projets et objectifs en matière de prestations suivants :

Projets

- Révision de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT; RS 742.161) : En 2022, une proposition de révision est élaborée, puis discutée et remaniée avec les principaux acteurs. S'agissant de l'interface entre le SESE et les autorités judiciaires, il est nécessaire de clarifier encore quelques points sur la base du rapport du Conseil fédéral en réponse au postulat 20.3463 et de questions de la sous-commission DFI-DETEC de la CdG-N. Les résultats de ces clarifications seront disponibles au premier trimestre 2023.

Objectifs de performance

Avec les objectifs de performance, le SESE se fixe un cadre exigeant en ce qui concerne la mise en œuvre de méthodes d'enquête modernes et reconnues ainsi qu'une publication rapide des résultats.

Objectifs et valeurs mesurées	2022 CIBLE	2022 RÉEL	2023 PRÉVU
-------------------------------	---------------	--------------	---------------

Contrôle de la conformité : les directives et procédures internes dans le domaine aviation sont adaptées à l'état actuel des exigences internationales.

Procédure réussie de contrôle annuel de la conformité dans le domaine de l'aviation selon l'annexe 13 de l'OACI, règlement UE 996 / 2010 (oui / non)	oui	oui	oui
--	-----	-----	-----

Exécution rapide des enquêtes de sécurité : le SESE veille, par des mesures appropriées, à ce que les enquêtes sur les incidents soient terminées dans les délais et conformément à la législation.

Clôture dans les délais des enquêtes de sécurité en cas d'incident grave et d'accident impliquant des aéronefs (% , minimum)	80	4	50
Clôture dans les délais des enquêtes de sécurité en cas d'incident grave et d'accident impliquant des trains, des bus et des bateaux (% , minimum)	80	55	50

Les valeurs cibles pour la réalisation rapide d'enquêtes de sécurité n'ont pas pu être atteintes. Comme les rapports annuels 2021 et 2020 l'ont déjà exposé, il y a un conflit entre les critères de mesure quantitatifs de l'objectif « Exécution rapide des enquêtes de sécurité » (80 %) et l'objectif interne du SESE « Réduction de cas en suspens avec priorité aux anciennes enquêtes ». La réduction ciblée d'anciens cas en suspens se traduit par une proportion relativement plus élevée de rapports pour lesquels les délais d'ordre prévus n'ont pas pu être respectés. Cette situation devrait encore durer plusieurs années. Partant, le SESE a adapté les objectifs de performance NMG à la baisse pour les années 2023 à 2025, à des valeurs ambitieuses mais atteignables à moyen terme.

Le domaine aviation a enregistré un nombre record d'annonces en 2022 (cf. chapitres 4.1 et 4.2). L'évaluation des annonces reçues par rapport à la nécessité d'enquêter sur l'incident en question a toujours la priorité. Le nombre croissant d'annonces et la charge qui, en moyenne, augmente aussi pour ces clarifications, en raison de l'analyse nécessaire des appareils d'enregistrement, ont pour corollaire qu'il y a moins de ressources disponibles pour conduire les enquêtes. En fonction des circonstances de l'incident, l'analyse des appareils d'enregistrement peut prendre plusieurs mois, si bien qu'il ne reste que quelques mois pour conduire l'enquête effective et la terminer dans le délai d'ordre de 12 mois.

3.4 Ressources

En 2022, le SESE a pu bénéficier d'un cadre de crédit de quelque 7,8 millions de francs. Environ 3,8 millions de francs ont été affectés aux charges de personnel, et les 4 millions restants aux charges de biens et services et charges d'exploitation. Ces dernières comprenaient notamment 1,7 million de francs pour des prestations externes. Avec cet argent, le SESE finance des interventions à des fins d'enquête menées par des experts externes et des organisations spécialisées. Les crédits ont été utilisés à 93 % dans le domaine du personnel et à 94 % dans les charges de biens et services et les charges d'exploitation.

Les activités du Service suisse d'enquête de sécurité représentent – comme c'est aussi généralement le cas dans d'autres pays – une prestation de base de l'État afin d'améliorer la sécurité. C'est la raison pour laquelle elles sont financées presque exclusivement par les pouvoirs publics. Ainsi, tous les produits du SESE, en particulier les rapports finaux concernant les enquêtes, sont disponibles gratuitement sur Internet.

Le bureau d'enquête du SESE dispose de 16,2 postes à plein temps, répartis entre 17 collaborateurs et collaboratrices. En ce qui concerne les activités d'enquête, en particulier lorsque des compétences techniques spécifiques sont requises, le SESE peut aussi compter sur le soutien de 129 enquêteurs mandatés externes.

4 Enquêtes et résultats



4.1 Vue d'ensemble des enquêtes du bureau d'enquête

Au cours de l'exercice, quelque 2165 incidents ont été annoncés au SESE, conduisant celui-ci à ouvrir 42 enquêtes. Au cours de l'année, 24 enquêtes détaillées et 32 enquêtes sommaires

ont été achevées, tandis qu'un rapport intermédiaire concernant une enquête en cours a été publié. Les enquêtes détaillées qui ont été menées ou qui sont toujours en cours ont permis d'identifier des déficits de sécurité, conduisant le SESE à formuler treize recommandations de sécurité et sept avis de sécurité. Ces chiffres se répartissent entre les différents modes de transport de la manière suivante :

	Aviation	Transports publics
Incidents annoncés	1828	337
Enquêtes ouvertes	27	15
Rapports intermédiaires publiés	1	0
Enquêtes détaillées clôturées	15	9
Enquêtes sommaires clôturées	21	11
Recommandations de sécurité formulées	6	7
Avis de sécurité formulés	4	3

En ce qui concerne la navigation maritime, le SESE a reçu cinq annonces d'incidents en 2022. Elles n'ont donné lieu à l'ouverture d'aucune enquête, et aucun rapport n'a été publié.

En 2018 et 2019, le SESE a enregistré plus de 1800 annonces chaque année. En 2020, ce nombre a diminué à 1215. L'année suivante, il y avait de nouveau 1655 annonces et, au cours de l'année sous revue, le SESE a enregistré un nombre record de 2165 annonces. Cette évolution est majoritairement due au domaine aviation (voir chapitre 6.1). Dans le domaine rail et navigation, le nombre d'incidents annoncés par an a oscillé entre 297 et 384 depuis 2011, sans tendance apparente.

Avec 56 enquêtes achevées, la productivité du SESE est comparable à 2020 (61), mais inférieure à 2021 (87). En plus des enquêtes achevées, 25 enquêtes ont encore été cessées en 2022 (annexe 1 : liste d'enquêtes cessées concernant l'aviation, annexe 2 : enquête cessée concernant les transports publics et la navigation maritime).

4.2 Aviation

En 2022, 1828 incidents d'aviation ont été annoncés. Toutes les annonces ont été examinées dans le but de déterminer le potentiel de prévention existant. Dans de nombreux cas, des moyens techniques supplémentaires ont été utilisés afin d'évaluer le danger en cas d'incidents graves susceptibles de se produire, notamment lors du rapprochement de deux aéronefs (Airprox). Sur la base de ces examens préalables, 10 enquêtes ont été ouvertes concernant des accidents et 17 concernant des incidents graves, dont 6 Airprox présentant un risque élevé ou si-

gnificatif de collision. Une enquête détaillée a été ouverte pour 15 incidents, tandis que pour 9 événements, les premiers résultats d'enquête ont conduit à une enquête sommaire. Dans les autres cas, l'ampleur de l'enquête nécessaire est encore ouverte. L'une des enquêtes ouvertes a été confiée à une autorité étrangère, car l'exigence d'indépendance n'était pas remplie.

36 enquêtes ont été clôturées. Les résultats correspondants ont été publiés dans 15 rapports finaux et 9 rapports sommaires. Les rapports finaux contiennent cinq recommandations de sécurité et trois avis de sécurité (chapitre 5.2). Une autre recommandation de sécurité et un avis de sécurité ont été publiés dans le cadre d'un rapport intermédiaire.

En 2022, l'aviation a connu un essor notable, en particulier dans le secteur commercial, après le recul des années précédentes. Cela s'est aussi reflété dans le nombre d'incidents annoncés qui, par rapport aux 1309 annonces enregistrées en 2021, est passé à 1828 (voir aussi chapitre 6.1).

Au cours de l'année sous revue, il y a eu neuf accidents impliquant des aéronefs immatriculés en Suisse. Ils ont entraîné le décès de trois personnes.

En s'appuyant sur le but d'une enquête et sur le mandat d'utiliser les moyens disponibles de sorte à pouvoir obtenir un effet maximal, le bureau d'enquête du SESE a examiné les cas en suspens et identifié ceux pour lesquels il est apparu, au cours des enquêtes, que le potentiel de prévention est faible pour différentes raisons. Il a trouvé 24 cas dont il a cessé l'enquête pour pouvoir remplir l'exigence d'une utilisation effective et ciblée des ressources.

4.3 Transports publics

Chemins de fer et trams

En 2022, le SESE a reçu 283 annonces d'incidents liés à la sécurité des chemins de fer (271) et des trams (12). Dans 27 cas, un enquêteur s'est rendu sur place. Dans le but de déterminer le potentiel de prévention, une enquête a été ouverte après analyse des annonces dans douze cas: quatre accidents de travail, deux déraillements, quatre collisions, un incident lié à un événement naturel et la défaillance d'un dispositif de sécurité.

L'année dernière, neuf enquêtes détaillées et sept enquêtes sommaires ont été achevées. Sur la base des déficits de sécurité identifiés au cours des enquêtes détaillées, le SESE a adressé sept recommandations de sécurité à l'autorité de surveillance et trois avis de sécurité aux entreprises de transport ou aux gestionnaires d'infrastructure (chapitre 5.3). Dans un cas, il a constaté au cours de l'enquête qu'une publication des résultats ne permettrait pas d'obtenir un effet de prévention notable, raison pour laquelle il l'a cessée.

L'enquête sur la cassure d'une roue dentée motrice de la Zentralbahn sur la ligne du Brunig a nécessité de vastes mesures d'enquête pour en identifier la cause. Le SESE a bénéficié des connaissances d'experts reconnus pour les besoins de l'enquête. L'année dernière, il a aussi enquêté sur plusieurs accidents de travail qui ont eu une issue fatale sur des chantiers ou causé des blessures graves sur des voies de raccordement.

Transports à câbles

Au cours de l'exercice, 26 incidents liés à la sécurité des transports à câbles ont été annoncés. Dans trois cas, un enquêteur s'est rendu sur place. Sur la base des examens préliminaires, une enquête a été ouverte dans les trois cas. Dans deux cas, des collaborateurs qui effectuaient des travaux de maintenance sur des pylônes pendant l'exploitation ont été grièvement ou mortellement blessés. Dans le dernier cas, la cabine d'un téléphérique a heurté le terrain. Pour ce mode de transport, le SESE a clôturé deux enquêtes sommaires en 2022.

Bus

Pour le mode de transport bus, 18 annonces ont été enregistrées. Dans un cas, un enquêteur s'est rendu sur place. Aucune enquête n'a été ouverte.

Navigation intérieure

En 2022, cinq événements impliquant la navigation intérieure ont été annoncés. Aucune enquête n'a été ouverte.

4.4 Navigation maritime

Au cours de l'exercice, cinq incidents de navigation maritime ont été annoncés. Pour aucun des cas annoncés, les critères d'ouverture d'une enquête n'étaient réunis. Aucun rapport n'a été publié pour ce mode de transport en 2022.

5 Recommandations et avis de sécurité



5.1 Généralités

Dans la première moitié du siècle dernier, les accidents de transport étaient généralement examinés par les autorités de surveillance concernées. Comme celles-ci peuvent être impliquées, en raison de leur activité, dans les causes de l'accident ou d'une situation dangereuse, les dernières décennies ont vu s'instaurer une séparation des tâches et des pouvoirs : outre l'autorité de surveillance, la plupart des pays disposent aussi d'un service d'enquête de sécurité étatique indépendant qui est chargé d'élucider sans parti pris les causes d'un accident ou d'un incident grave. En Suisse, la loi fédérale sur les chemins de fer (LCdF; RS 742.101) et la loi fédérale sur l'aviation (LA; RS 748.0) définissent le cadre légal d'un tel service d'enquête de sécurité indépendant.

Compte tenu de la séparation des pouvoirs, le service d'enquête n'ordonne pas lui-même aux instances compétentes les mesures visant à améliorer la sécurité. Ces services conservent donc

leur pleine responsabilité. Le service d'enquête de sécurité s'adresse aux autorités ou organes de surveillance compétents. Il leur présente, dans le cadre d'un rapport intermédiaire ou final, les éventuels déficits de sécurité existants et leur soumet les recommandations de sécurité correspondantes. Il incombe ensuite au destinataire de la recommandation de sécurité de décider, conjointement aux acteurs des transports concernés, si et comment il faut mettre ces recommandations de sécurité en œuvre. Ce principe s'applique aux incidents de tous les modes de transport pour lesquels le SESE est chargé d'enquêter. Les bases juridiques internationales et nationales respectives présentent toutefois des différences en ce qui concerne les différents modes de transport. Elles influencent la procédure concrète et sont présentées ci-après.

L'Union européenne a fondé l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA; *European Union Aviation Safety Agency*) en 2002. L'AESA veille, sur mandat des États membres, à ce que les dispositions relatives à la sécurité aérienne

soient uniformes et contraignantes pour l'aviation européenne. Dans ce contexte, les autorités de surveillance nationales assument surtout un rôle d'exécution et de transmission, de sorte que leur compétence propre se limite de plus en plus aux aspects de l'aviation civile réglementés par chacun des États. C'est pourquoi le SESE adresse en règle générale ses recommandations de sécurité relatives à l'aviation soit à l'AESA, soit à l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), selon les compétences. Il peut arriver que la compétence pour remédier à un déficit de sécurité relève d'une autre autorité en Suisse ou à l'étranger. Dans ces cas, le SESE adresse la recommandation de sécurité à l'autorité compétente concernée.

S'agissant des chemins de fer, la réglementation de l'UE revêt une importance toujours plus grande et concerne plus spécifiquement l'interopérabilité technique et opérationnelle dans le trafic international. La surveillance de la sécurité des chemins de fer relève en principe de la responsabilité des autorités nationales de surveillance de la sécurité, à savoir de l'Office fédéral des transports (OFT) en Suisse. Par ailleurs, depuis juin 2019, l'Agence de l'Union européenne pour les chemins de fer (ERA) délivre des certificats de sécurité, autorise la mise sur le marché de matériel roulant et donne son aval aux projets de contrôle-commande. La modification des bases juridiques dans le domaine ferroviaire a également conduit à ce que d'autres autorités ou organisations assument des fonctions de surveillance en plus de l'autorité nationale de surveillance. Il s'agit par exemple du Service d'accréditation suisse (SAS) ou des organismes de certification des entreprises chargées de la maintenance. Le SESE adresse ses recommandations de sécurité à l'autorité ou à l'instance qui, selon ses compétences, est habilitée à mettre en

œuvre ou à ordonner des mesures sur la base de la recommandation qui lui a été adressée.

Les objectifs de sécurité et les exigences posées aux installations et à l'exploitation des installations de transport à câbles sont régis par le règlement (UE) 2016 / 424 du 9 mars 2016 relatif aux installations à câbles. La surveillance et l'exécution relèvent entièrement de la compétence des autorités de surveillance nationales, à savoir de l'OFT pour les installations de transport à câbles concessionnées par la Confédération. De ce fait, les recommandations du SESE sont adressées à l'OFT.

Concernant la navigation intérieure concessionnée de la Suisse, ce sont principalement des règles nationales qui s'appliquent. Par conséquent, l'OFT est, en sa qualité d'autorité de surveillance de la sécurité nationale, le destinataire des recommandations du SESE.

En ce qui concerne la navigation maritime, l'Union européenne a fondé l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM) en 2002. Cette agence doit réduire les risques d'accident maritime, la pollution des mers due à la navigation maritime et la perte de vies humaines en mer. L'AESM conseille la Commission européenne pour les questions techniques et scientifiques en matière de sécurité des transports maritimes et dans le domaine de la prévention de la pollution des mers par les navires. Elle participe à l'élaboration continue et à l'actualisation des actes juridiques, à la surveillance de leur mise en œuvre et à l'évaluation de l'efficacité des mesures existantes. Toutefois, elle n'a aucune compétence pour donner des instructions, notamment envers la Suisse. C'est pourquoi les recommandations de sécurité émises par le SESE sont adressées à l'Office

suisse de la navigation maritime (OSNM), qui est l'autorité nationale de surveillance.

Après avoir reçu une recommandation de sécurité, le destinataire informe le SESE des mesures qu'il entend prendre pour remédier au déficit de sécurité et du calendrier de leur mise en œuvre. Les réponses du destinataire ainsi que l'avancement de la mise en œuvre sont disponibles sur la page web du SESE (www.sust.admin.ch/fr/recommandations-de-securite/aviation et www.sust.admin.ch/fr/recommandations-de-securite/rail-et-navigation).

Il arrive cependant qu'une enquête révèle des déficits de sécurité que l'activité de surveillance ou une adaptation des règles et des dispositions ne sauraient éliminer et dont la suppression requiert un changement ou une amélioration de la conscience du risque. Dans de tels cas, le SESE formule un avis de sécurité à l'attention des parties prenantes et de groupes d'intérêts spécifiques du domaine des transports. Un tel avis, qui doit aider les personnes, les entreprises et les organisations à identifier un risque, leur fournit des pistes de solution pour le gérer judicieusement. Les bases juridiques ne prévoient pas de retour d'information sur la mise en œuvre de mesures à la suite de consignes de sécurité. Contrairement aux recommandations de sécurité, les avis de sécurité ne sont pas publiés séparément sur le site Internet du SESE.

Toutes les recommandations et tous les avis de sécurité émis en 2022 par le SESE dans le cadre de rapports intermédiaires ou finaux sont énumérés ci-après. À des fins de compréhension, il y a une brève description de l'incident concerné et du déficit de sécurité à résoudre.

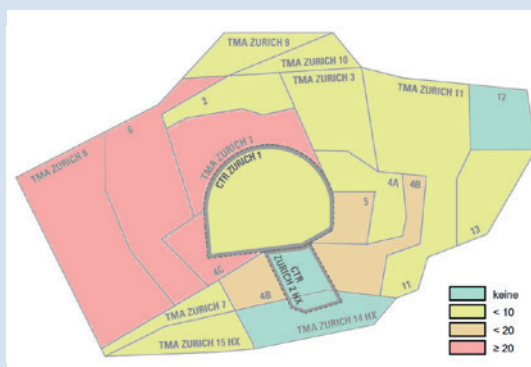
5.2 Aviation

Rapprochement dangereux (Airprox) entre un avion de ligne et un avion à moteur, 18 NM au nord-ouest de l'aéroport de Zurich, 13.10.2019

Le 13 octobre 2019, un rapprochement dangereux s'est produit dans la zone de contrôle rapproché de l'aéroport de Zurich entre un avion de ligne de la British Airways et un avion à moteur quadriplace situé à l'ouest de l'aéroport de Zurich, car l'avion à moteur était entré dans la zone de contrôle rapproché sans autorisation.

Déficit de sécurité

Les violations de l'espace aérien de ce type se produisent plusieurs centaines de fois par an. Ce nombre élevé ainsi que les conséquences possibles d'une collision sont considérés comme un risque significatif.



Les situations dans lesquelles de grands avions de l'aviation commerciale et des aéronefs de l'aviation générale opérant selon les règles de vol à vue se rapprochent contribuent notamment au déficit de sécurité, car ces derniers pénètrent sans autorisation du contrôle aérien dans des espaces aériens servant en premier lieu au trafic selon les règles de vol aux instruments.

Ainsi, entre 2008 et 2019, on constate également une augmentation des rapprochements dangereux (Airprox) dans l'espace aérien suisse.

Le SESE a déjà identifié ce déficit de sécurité dans de nombreuses enquêtes et a émis les recommandations de sécurité (RS) suivantes à l'intention de l'OFAC :

RS n° 466 (16.05.2013) : Définition des zones de transpondeur

RS n° 467 (16.05.2013) : Mesures pour que les frontières aériennes soient respectées

- RS n° 468 (16.05.2013) : Enregistrement systématique des violations de l'espace aérien (même sans transpondeur) et réduction des risques qui y sont liés
- RS n° 484 (19.08.2014) : Examen et simplification de la structure de l'espace aérien autour de l'aéroport de Zurich
- RS n° 518 (20.03.2017) : Avoir un transpondeur opérationnel et allumé pour tous les aéronefs
- RS n° 519 (20.03.2017) : Réaménagement des espaces aériens avec un dimensionnement suffisant autour des aéroports suisses
- RS n° 520 (20.03.2017) : Mesures visant à avertir les contrôleurs aériens des incursions non autorisées dans les espaces aériens contrôlés

L'OFAC a l'intention de combler ce déficit de sécurité dans le cadre du grand projet « Stratégie en matière d'espace aérien et d'infrastructure aéronautique Suisse » (AVISTRAT-CH). Sa mise en œuvre complète n'est toutefois pas attendue avant 2035.

Recommandation de sécurité n° 574, 24.05.2022

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, avant la mise en œuvre complète du projet AVISTRAT-CH et en temps utile, s'assurer par des mesures appropriées, entre autres par des mesures dans le domaine des recommandations de sécurité n°s 466, 467, 468, 484, 518 et 519 déjà émises, que le risque d'un rapprochement dangereux suite à une violation de l'espace aérien est réduit.

Quasi-collision entre un avion d'affaires et un avion à moteur au-dessus de la ville de Martigny (VS), 18.02.2017

Par beau temps, dans l'espace aérien de classe E, un biréacteur d'affaires suivant un départ normalisé aux instruments de l'aéroport de Sion s'est rapproché dangereusement d'un monomoteur à turbine qui croisait au niveau de vol FL 150 et volait selon les règles de vol à vue (*Visual Flight Rules* – VFR).

Déficit de sécurité

L'avion en montée était en contact radiotéléphonique avec le service INS (INI Sud) du contrôle de la circulation aérienne de Genève, celui en croisière avec le centre d'information de vol de Genève (*Flight Information Center* – FIC). Le conflit potentiel a été signalé par l'avertisseur de conflit à court terme (*Short Term Conflict Alert* – STCA) des services de la circulation aérienne et des informations de circulation ont

été transmises aux pilotes des deux avions. Aucun de ces derniers n'a pu acquiescer visuellement la menace. Le biréacteur se trouvait en dessous des altitudes minimales de surveillance et le contrôleur RE INS n'était dès lors pas autorisé à effectuer de guidage radar pour résoudre le conflit potentiel. Le système d'avertissement de trafic et d'évitement de collision (*Traffic Alert and Collision Avoidance System* – TCAS) du biréacteur a émis des avis de résolution (*Resolution Advisory* – RA) correctifs que l'équipage de conduite a correctement suivis. Les avions sont passés à 0,4 NM horizontalement et 675 pieds verticalement l'un de l'autre. Les pilotes, contrôleurs de la circulation aérienne et opérateur FIC n'ont à aucun moment enfreint les règles de l'air.

Recommandation n° 575, 31.05.2022

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait reconsidérer la classification de l'espace aérien concerné par les arrivées et les départs IFR de Sion, de manière à ce que tous les vols qui y évoluent puissent être gérés par le service de contrôle de la circulation aérienne.

Accident d'un aéronef ultraléger motorisé à Arosa (GR), 29.12.2019

Un ULM de type Zlin Savage Classic, immatriculé en France et stationné en Suisse, s'est écrasé dans la région d'Arosa (GR).

Déficit de sécurité

Le modèle ne pouvait pas être certifié en Suisse, mais il pouvait néanmoins y être exploité sous certification étrangère. Un nombre important d'ULM immatriculés à l'étranger sont toujours stationnés et exploités en Suisse.

Il existe donc un déficit de sécurité : des avions non éligibles à la certification en Suisse et dont l'exploitation, suivant l'État d'immatriculation, n'est pratiquement soumise à aucune exigence minimale, empruntent néanmoins l'espace aérien suisse. Des aspects fondamentaux liés à la sécurité, comme l'aptitude médicale des pilotes ou la position du centre de gravité des avions, ne sont par exemple pas pris en compte.

Recommandation de sécurité n° 577, 31.05.2022

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait prendre des mesures pour que l'exploitation d'ULM dans l'espace aérien suisse réponde à des exigences de sécurité minimales. Parallèlement, il conviendrait de réfléchir à la possibilité d'autoriser en Suisse aussi des ULM qui répondent à ces exigences minimales.

Perte de l'hélice d'un motoplaneur, Benken (SG), 19.07.2021

L'arbre d'hélice d'un motoplaneur Arcus T, construit en 2011 et équipé d'un moteur auxiliaire Solo Aircraft Engine 2350D portant le numéro de série 239, s'est rompu au démarrage du moteur. L'hélice a fait une chute d'environ 630 m et s'est écrasée au sol. Le moteur comptait 72 heures de fonctionnement au moment de l'incident.

Déficit de sécurité

L'enquête a révélé que l'arbre d'hélice était fabriqué en acier ETG 88, un matériau facile à usiner. À la surface de rupture, l'arbre d'hélice était recouvert de produits de corrosion. La défaillance est due à une rupture de fatigue. Des piqûres de corrosion étaient nettement visibles sur la surface de l'arbre. La rupture s'est produite à l'épaulement au niveau du rayon de raccordement entre deux sections différentes de l'arbre. Sur un arbre d'hélice identique monté sur le moteur portant le numéro de série 248 et comptant à peu près 56 heures de fonctionnement, un contrôle a révélé une fissure d'environ 15 mm au même endroit.

Recommandation de sécurité n° 582, 23.08.2022

L'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA), en collaboration avec Schempp-Hirth, le constructeur de l'avion, et Solo Vertriebs- und Entwicklungs GmbH, le fabricant du moteur auxiliaire, devrait prendre des mesures pour que la forme des arbres d'hélice des moteurs de la série 2350 soit modifiée afin d'obtenir une résistance suffisante.

Déficit de sécurité

Installé sur le motoplaneur depuis sa fabrication en 2011, l'arbre d'hélice n'a jamais fait l'objet d'une opération de maintenance telle qu'un contrôle de fissures, ce qui n'était d'ailleurs pas exigé par le fabricant. Ce dernier n'avait pas non plus défini de limite de durée de vie.

Recommandation de sécurité n° 583, 23.08.2022

L'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA), en collaboration avec Schempp-Hirth, le constructeur de l'avion, et Solo Vertriebs- und Entwicklungs GmbH, le fabricant du moteur auxiliaire, devrait définir des directives relatives à la maintenance du moteur auxiliaire, plus particulièrement de son arbre d'hélice.

Collision d'un planeur avec un obstacle à Bettlachberg, 03.05.2020

Le 3 mai 2020, un planeur DG-1000S équipé d'un système avertisseur de collision Flarm a heurté à la descente une ligne électrique le long d'une arête du terrain.



Déficit de sécurité

Les obstacles à la navigation aérienne tels que les lignes électriques, les transports à câbles et les mâts d'émission sont intégrés au système avertisseur de collision Flarm dans les bases de données d'obstacles pour différentes régions, par exemple les Alpes, l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche et le nord de l'Italie. Les bases de données qui couvrent une vaste zone géographique, comme celle pour la région des Alpes, ne comprennent en général pas les antennes, les tours et les lignes électriques.

La ligne électrique qu'a heurtée le planeur ne figurait pas dans la base de données d'obstacles « ALPS20200130 », en vigueur au moment de l'accident et installée dans le système, raison pour laquelle le système avertisseur de collision n'a pas déclenché d'alerte d'obstacle.

Avis de sécurité n° 41, 17.05.2022

Le fabricant du système avertisseur de collision Flarm devrait à l'avenir proposer une solution comprenant l'ensemble des obstacles connus à la navigation aérienne dans une seule base de données.

Entre-temps, les utilisateurs devraient être conscients de ce déficit de sécurité et configurer le système de manière ciblée avec la base de données d'obstacles la plus adaptée.

Collision avec le terrain en montagne, col Durand (VS), 27.07.2018

Le 27 juillet 2018, un avion à moteur s'est écrasé en survolant le col du Mont Durand lors d'un vol en montagne. Les quatre occupants sont immédiatement décédés suite à l'impact.



Déficit de sécurité

Le pilote décide d'effectuer deux vols au départ de l'aéroport de Sion à bord d'un avion quadriplace à aile basse pour montrer la région du Cervin à ses passagers. Pour le second vol, il procède à l'avitaillement de l'avion et fait embarquer trois passagers. L'avion se trouve proche de la masse maximale admissible, la température est de ISA +15 °C et le pilote fait état d'un entraînement de vol minimal.

À l'approche du Mont Durand, l'avion effectue deux virages en cercle afin de gagner de l'altitude pour franchir le col du Mont Durand. À l'issue de ces manœuvres, l'avion s'écrase contre un pierrier situé sur le versant nord de l'arête du Mont Durand.

Avis de sécurité n° 42, 03.05.2022

Les groupements de vol à moteur devraient imposer des exigences plus élevées aux pilotes privés désireux d'effectuer des vols en montagne avec des passagers. Une attention particulière devrait être apportée à la dégradation des performances ascensionnelles des aéronefs par temps chaud et avec une masse élevée. Un vol dans ces conditions devrait avoir lieu avec un instructeur à bord afin de vérifier la tactique de vol en montagne avant l'emport de tout passager.

Accident d'un avion à moteur en montagne, col du Simplon (VS), 25.08.2019

Le 25 août 2019, un avion quadriplace immatriculé à l'étranger s'est écrasé sur le flanc de la montagne au sud-est du col du Simplon en tentant de franchir le col vers le sud. Les trois occupants sont décédés et un incendie post-impact s'est déclaré.

Déficit de sécurité

L'avion s'engage au travers de Brigue dans la vallée menant au col du Simplon à une altitude de 2200 pieds en dessous de l'altitude minimale de sécurité préconisée pour le franchissement du col. Le vol se poursuit avec un faible taux de montée et une attitude cabrée durant toute l'approche du col.

Le pilote accaparé par sa navigation à l'aide de sa tablette électronique ne remarque pas que la vitesse de l'avion décroît jusqu'au décrochage alors que le col du Simplon se situe sur sa droite.

L'enquête a permis de déterminer que la préparation du vol s'est faite à l'aide d'une tablette électronique et que le pilote a suivi le cheminement de sa tablette durant l'approche du col du Simplon.

Avis de sécurité n° 45, 15.11.2022

Les exploitants de l'aviation générale en Europe devraient mettre l'accent sur les dangers de la navigation avec des passages de col dans les montagnes et la nécessité d'adapter la tactique de vol en conséquence par rapport au plan de vol préétabli. Pour les vols en montagne, on trouve de nombreuses recommandations sur les mesures de sécurité telles que la tactique de vol, le plan de vol et l'équipement dans le manuel VFR sous *rules of the air and air traffic services* (RAC) 4-5-2, 4-5-3.

Accident d'un planeur en montagne, 28.05.2022

L'après-midi du 28 mai 2022, plusieurs pilotes ont vu un planeur partir en vrille et, après quelques rotations autour de l'axe longitudinal, s'écraser contre un versant escarpé à une altitude d'environ 2500 mètres.



Déficit de sécurité

Sur un motoplaneur accidenté de type DG-800 B, divers contre-écrous étaient desserrés au niveau des rotules des biellettes de commande, ce qui ne pouvait pas s'expliquer par les conséquences de l'accident. On peut donc en

conclure que les raccords s'étaient déjà desserrés avant l'accident et que cette situation existait peut-être depuis un certain temps. Des contre-écrous mal serrés ou mal bloqués sur les tiges de commande peuvent compromettre la sécurité de fonctionnement des éléments de commande.

Recommandation de sécurité n° 584, 16.08.2022 (au rapport intermédiaire)

L'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA), en collaboration avec le constructeur d'aéronefs DG-Flugzeugbau GmbH, devrait prendre des mesures pour que les planeurs de type DG-800 B soient utilisés en toute sécurité en ce qui concerne l'installation des rotules.

Déficit de sécurité

Sur un motoplaneur accidenté de type DG-800 B, divers contre-écrous étaient desserrés au niveau des rotules des biellettes de commande, ce qui ne pouvait pas s'expliquer par les conséquences de l'accident. On peut donc en conclure que les raccords s'étaient déjà desserrés avant l'accident et que cette situation existait peut-être depuis un certain temps.

Des contre-écrous mal serrés ou mal bloqués sur les tiges de commande peuvent compromettre la sécurité de fonctionnement des éléments de commande.

Il est possible voire certain que le design des éléments de commande du DG-800 B soit utilisé de manière similaire par d'autres modèles de planeurs et fabricants. Partant, il est probable que ce déficit de sécurité apparaisse aussi sur d'autres modèles de planeurs et chez d'autres fabricants.

Avis de sécurité n° 43, 16.08.2022 (au rapport intermédiaire)

Les fabricants, détenteurs et propriétaires de planeurs devraient régulièrement contrôler l'intégrité des tiges de commande et s'assurer en particulier que les protections des éléments de commande soient correctement posées.

5.3 Chemins de fer

Collision d'un train-auto avec un train régional à Oberwald (VS), 03.07.2020

Le 3 juillet 2020 à 10h09, un train-auto circulant en direction de Realp a percuté, dans le tunnel de contournement Stephan-Holzer à Oberwald, dans la zone de l'aiguillage 15, un train régional en provenance de Realp.

La collision d'un train-auto avec un train régional en provenance de Realp sur l'aiguillage 15 à Oberwald est due au fait

que le train-auto a franchi le signal principal H81 à l'arrêt et engagé l'itinéraire du train régional.



Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- La gare d'Oberwald était équipée d'un système ponctuel de commande des trains. Les vitesses et la courbe de freinage du train-auto n'ont pas été surveillées en permanence pendant son passage sur la voie 81. C'est pourquoi le système de commande des trains n'est pas intervenu à temps malgré la vitesse excessive du train et l'omission du freinage au moment opportun. Seul le passage du train au signal principal H81 à l'arrêt a déclenché un freinage d'urgence.
- Il manquait 3,5 m de distance de glissement pour pouvoir garantir l'arrêt avant le point dangereux de l'aiguillage 15.

Déficit de sécurité

La préparation des trains-auto sur la voie 71 avec la signalisation d'un *itinéraire court* (image 6), en corrélation avec la surveillance ponctuelle par le système de contrôle des trains et une distance de glissement extrêmement courte, peut conduire à l'impossibilité, pour les trains qui circulent trop vite ou freinent trop tard, de s'arrêter avant le point dangereux de l'aiguillage. La migration vers un système de commande des trains prévoyant une surveillance continue de la vitesse et de la courbe de freinage permet de réduire considérablement ce risque.

Avis de sécurité n° 32, 08.03.2022

Groupe cible: MGB

En tenant compte des facteurs humains, opérationnels et techniques, la MGB devrait analyser les risques et la nécessité opérationnelle de préparer les trains-auto sur la voie 71 avec la signalisation d'un *itinéraire court* (image 6) et, le cas échéant, examiner des mesures de réduction des risques.

Collision d'une composition de train au moment de s'atteler à une composition stationnée à Belp, 31.12.2020

Le 31 décembre 2020, à 16h43, une composition de train devait être couplée à une composition identique stationnée sur la voie de destination en gare de Belp. Le train entrant en gare a fourni une performance de freinage insuffisante et percuté la composition à l'arrêt. Personne n'a été blessé.



La collision au moment du couplage à une composition stationnée le 31 décembre 2020 à Belp s'explique par la conjonction de plusieurs circonstances qui ont eu un tel impact significatif sur la capacité de freinage du train que la distance de freinage disponible n'a pas suffi pour arrêter le convoi à temps.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- La présence simultanée d'un rail gras souillé par le sel mouillé et le film de graisse présent sur la bande de roulement ont conduit à un glissement accru entre la roue et le rail.
- La réglementation des systèmes de freinage ne garantissait pas dans ces conditions de mauvaise adhérence que la rame automotrice puisse respecter la distance de freinage prévue.
- La valeur du coefficient de frottement des plaquettes de freins n'atteignait pas son maximum dès le début.

Déficit de sécurité

Le concept de freinage des rames automotrices de type RABe 515 prévoit d'utiliser en premier lieu le puissant freinage électrique avant de faire intervenir les freins pneumatiques si la puissance de freinage électrique ne suffit pas. En exploitation normale, le freinage pneumatique entre en jeu peu avant l'arrêt du convoi sur les voitures de queue et du

milieu pour maintenir le train à l'arrêt. Par cette forme d'utilisation du freinage pneumatique, les plaquettes de freins ont tendance à la vitrification, ce qui peut à son tour avoir un impact négatif sur le coefficient de frottement et donc sur la performance de freinage.

En exploitation normale, les mesures prises jusqu'ici n'ont aucun effet sur l'utilisation du freinage pneumatique ni donc sur la tendance à la vitrification des plaquettes de freins.

Avis de sécurité n° 31, 25.01.2022

Groupe cible : BLS

La compagnie BLS devrait définir des exigences qui règlent le recours accru au freinage pneumatique en exploitation normale pour les rames automotrices de type RABe 515 afin d'éviter une vitrification des plaquettes de frein.

Dans le rapport intermédiaire du 24 février 2021 sur cet événement, la recommandation de sécurité n° 158 était adressée à l'OFT. Elle a déjà été publiée dans le rapport annuel 2021.

Rupture de la vitre frontale d'une locomotive à Rüdtligen-Alchenflüh, 06.01.2021

Le train voyageurs IC 736 circulant en direction de Berne a croisé un train marchandises le 6 janvier 2021 vers 22h20 sur le tronçon Rothrist-Mattstetten (NBS) près de Kirchberg. Une grande plaque de glace s'est détachée du toit d'un conteneur du train de marchandises et a brisé la vitre frontale de la locomotive du train voyageurs. Le conducteur de la locomotive du train voyageurs a déclenché un freinage d'urgence. Le train s'est arrêté après le portail sud du tunnel de Rüdtligen au point kilométrique 17.2. Personne n'a été blessé.

La rupture de la vitre frontale de la locomotive d'un train longue distance IC 736 est due à l'impact d'une plaque de glace qui s'est détachée du toit d'un conteneur d'un train de marchandises circulant en sens inverse.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- Une plaque de glace s'est détachée d'elle-même du toit d'un conteneur bâché du fait des conditions aérodynamiques.
- L'énergie de la plaque, d'un poids de 7 kg, libérée par l'impact contre la vitre frontale de la locomotive était nettement supérieure aux valeurs normatives en raison des fortes vitesses agrégées.

Dans le cadre de l'enquête, le facteur suivant a été identifié comme risque de sécurité :

C'est peut-être à cause du collage non conforme de la vitre frontale que la vitre a cédé dans la cabine de conduite et qu'un corps étranger y a pénétré.

Déficit de sécurité

Les vitres frontales sont soumises à la norme EN 15152 en termes de résistance. La fixation de la vitre frontale et le collage à la cabine frontale ne sont pas normalisés et ne font pas non plus partie de l'homologation de série.

Recommandation de sécurité n° 172, 17.05.2022

Le SESE recommande à l'Office fédéral des transports (OFT) de soumettre les résultats de cette enquête à l'organe de normalisation en charge de la norme EN 15152, afin que les conclusions tirées de cet incident soient prises en compte dans le développement ultérieur de la norme.

Rupture d'une roue dentée sur la ligne Brünig-Giswil, 06.03.2021

Le 6 mars 2021, vers 9h50, une roue dentée motrice d'une rame automotrice Adler de la Zentralbahn (zb) à traction mixte crémaillère/adhérence composée de sept caisses s'est cassée sur la ligne entre Brünig-Hasliberg et Giswil.



La rupture de la roue dentée motrice d'une rame automotrice Adler pendant la descente du Brünig le 6 mars 2021 est

due à un début de fissure dans la chambre à ressorts, causé par la sollicitation excessive du système à ressorts tangentiels, qui a provoqué un dommage mécanique à la paroi de la chambre à ressorts et pour laquelle la roue dentée motrice n'était pas conçue.

Les facteurs suivants ont contribué à l'incident :

- Chocs répétés des ressorts tangentiels qui ont généré des contraintes dans la roue dentée motrice.
- Réserve de sécurité insuffisante dans le dimensionnement de la roue dentée motrice.

Les facteurs suivants, qui sont en partie liés à une compatibilité insuffisante entre la lame de la crémaillère et la roue dentée motrice, favorisent les chocs dent sur dent :

- Un taux de couverture insuffisant entre le cercle primitif de la roue dentée des rames automotrices Adler et Fink et la ligne primitive de la crémaillère, qui a conduit à des conditions d'engrènement défavorables sur la lame à la sortie de crémaillère.
- La course de la lame avec un pivot fixe qui, lors de chocs dent sur dent qui se produisent lors des sorties de crémaillère dans la zone des dents 20 à 29, est considérablement réduite.
- Une forme arrondie des dents de la lame de la crémaillère cumulée à des conditions d'engrènement qui, dans certaines circonstances, conduisent à un accrochage ou à un burinage des dents acérées à la fin de la lame.
- Un logiciel défectueux qui a conduit occasionnellement à un ré-établissement de l'effort de traction à la sortie de crémaillère.

Déficit de sécurité

Le taux de couverture « cercle primitif de la roue dentée/ligne primitive de la crémaillère », défini à 62,5 mm pour le réseau de la zb, n'est pas indiqué pour les rames automotrices Adler et Fink. Par conséquent, les règles de la technique (D RTE 29700, ch. 5.2.2, Engrènement des roues dentées motrices) ne sont pas respectées.

Pour garantir le bon fonctionnement, limiter l'usure des roues dentées et éviter un risque de grimpement dent sur dent, il est primordial, du point de vue de la sécurité, que les conditions d'engrènement soient correctes. Ces conditions comprennent l'angle d'engrènement, la hauteur de la crémaillère et le taux de couverture « cercle primitif de la roue dentée/ligne primitive de la crémaillère ».

Recommandation de sécurité n° 176, 13.12.2022

Le SESE recommande à l'Office fédéral des transports (OFT) de faire adapter les conditions géométriques du système de réglage en hauteur des roues dentées motrices installé sur les rames automotrices Adler et Fink.

Déficit de sécurité

Sur les chemins de fer à traction mixte adhérence/crémaillère, il n'est pas exclu qu'un désengrènement se produise lors de l'entrée ou de la sortie d'un tronçon à crémaillère. La lame utilisée par la zb est capable de gérer un désengrènement lors d'une entrée dans la crémaillère, car elle a été conçue à cette fin.

En revanche, avec la conception de lame utilisée (course verticale de la lame à proximité du pivot limitée en raison de sa construction), des contacts dent sur dent non suspendus peuvent se produire lors des sorties de crémaillère et générer des forces dynamiques très élevées en raison des accélérations très importantes, en particulier à une vitesse de sortie de 30 km/h.

La distance entre la roue dentée motrice et la roue dentée de freinage des rames automotrices Adler et Fink est inférieure à la longueur de la lame. Ainsi, deux roues dentées se trouvent simultanément sur la lame, ce qui ne devrait pas être le cas selon les règles de la technique (D RTE 29700, ch. 6.2.2.1). Le passage simultané de plusieurs roues dentées sur la lame peut perturber l'engrènement en cas de freinage ou si la roue dentée de freinage ne tourne pas complètement librement.

Recommandation de sécurité n° 177, 13.12.2022

Le SESE recommande à l'Office fédéral des transports (OFT) d'examiner la conception des lames actuellement utilisées par la Zentralbahn et, si nécessaire, de la faire adapter de manière à ...

- ... empêcher, lors de la sortie d'un tronçon à crémaillère, tout contact dent contre dent non suspendu;
- ... éviter la présence simultanée de deux roues dentées sur la lame.

Déficit de sécurité

Sur les chemins de fer à traction mixte adhérence/crémaillère, il n'est pas exclu qu'un désengrènement se produise lors de l'entrée ou de la sortie d'un tronçon à crémaillère. Les roues dentées motrices et le système à ressorts tangentiels des rames automotrices Adler et Fink sont dimensionnées pour des conditions d'engrènement optimales, compte tenu de leur dimensionnement actuel et des marges de sécurité existantes.

La construction des actuelles roues dentées motrices réglables en hauteur des rames automotrices Adler et Fink n'est pas prévue ni calculée pour les forces dynamiques élevées générées en cas de désengrènement sur la lame.

Concernant le dimensionnement d'une roue dentée motrice, la réglementation D RTE 29700, « Ingénierie de système – Chemins de fer à crémaillère », prescrit ce qui suit :

La largeur des lames et la résistance du pied de dent dépendent de la charge maximale sur les dents et de la contrainte d'exploitation, ainsi que des règles de la tech-

nique et des prescriptions de l'ordonnance sur les chemins de fer.

Les roues dentées motrices sont des composants critiques pour la sécurité et l'un des éléments les plus importants d'un chemin de fer à crémaillère. Les DE-OCF ne définissent aucun facteur de sécurité pour le dimensionnement de la roue dentée motrice.

Recommandation de sécurité n° 178, 13.12.2022

Le SESE recommande à l'Office fédéral des transports (OFT) de définir dans les dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer (DE-OCF) un facteur de sécurité pour le dimensionnement des roues dentées motrices.

L'accident de personne sur un passage à niveau à Orbe, 24.08.2021

Le 24 août 2021 vers 7h25, un piéton, qui cheminait d'Orbe en direction de Chavornay sur le trottoir jouxtant la route cantonale au niveau du carrefour de Longeraie, a été heurté par une locomotive d'une course de manœuvre lorsqu'il traversait la voie de raccordement Nestlé. Le piéton a succombé à ses blessures sur le lieu de l'accident.

L'accident est dû au fait que le piéton n'a pas stoppé sa progression sur le trottoir, alors que le feu piéton le lui imposait. Il a poursuivi son chemin en direction de l'arrêt de bus situé de l'autre côté de la voie de raccordement et a été heurté par la locomotive qui circulait sur le passage à niveau qui croise le trottoir.

Ont contribué à la survenue de l'accident :

- La création d'un nouveau trottoir, franchissant une voie de raccordement, desservant un nouvel arrêt de bus, sans que toutes les mesures de sécurité nécessaires aient été mises en œuvre afin d'empêcher que des personnes ne soient mises en danger.
- La circulation en conduite indirecte de la locomotive sans la présence en tête du mouvement du chef de manœuvre.
- Le non-respect de la vitesse maximale autorisée de 10 km/h sur la voie de raccordement.

Ont pu contribuer à la survenue de l'accident :

- La perception difficile du feu piéton installé sur le trottoir.
- L'absence de ligne de marquage au sol devant le feu piéton sur le trottoir en provenance d'Orbe.

Dans le cadre de l'enquête, les facteurs suivants ont été identifiés comme risques :

- L'absence d'une quelconque signalisation imposant, à un piéton en provenance de la halte des Granges ou de la route de Longeraie, l'arrêt lorsqu'un convoi circule sur la voie de raccordement.

- L'absence de visibilité pour un piéton traversant le passage pour piétons en provenance du trottoir Nestlé sur le feu piéton installé sur le trottoir opposé.

Déficit de sécurité

Au regard de la configuration des lieux, route cantonale, zone d'activité économique importante, accès à deux nouveaux arrêts de transport public, la charge de trafic sur ce passage à niveau, tant routière que piétonnière, est importante. Le trafic ferroviaire sur la voie de raccordement de et à destination du site Nestlé est également important.

Lorsqu'un piéton, en provenance de la route de Longeraie ou de la halte ferroviaire des Granges, chemine à destination de l'arrêt de bus ou du passage pour piétons, aucune signalisation ne lui indique l'arrivée d'un convoi ferroviaire sur la voie de raccordement. Il est de par cela exposé à un danger important.

Depuis plusieurs années, un nombre important de passages à niveaux qui représentaient des dangers pour leurs utilisateurs ont été assainis ou supprimés. Il est difficilement explicable que, lors de la mise à l'enquête du réaménagement complet du carrefour en automne 2019, les risques inhérents à la création de nouveaux arrêts de transport publics accessibles par un trottoir nouvellement créé qui franchi une voie ferroviaire n'aient pas été pris en compte et que des mesures de sécurisation adéquates n'aient pas été mises en œuvre afin d'empêcher que des personnes ou des choses ne soient exposées à des dangers.

Recommandation de sécurité n° 173, 24.05.2022

Au regard de l'importance et de la fréquentation du passage à niveau du carrefour de Longeraie, ainsi que consécutivement à la création d'un nouveau trottoir croisant la voie ferrée pour desservir deux arrêts de transport public, ce passage ne remplit pas les critères permettant d'assurer la sécurité d'exploitation et d'éviter que des personnes ne soient exposées à des dangers en l'empruntant.

Le SESE recommande à l'OFT de faire sécuriser ce passage à niveau par la pose de barrières tant routières que piétonnières.

Collision d'un train de locomotives avec un train de marchandises à Zollikofen, 02.06.2022

Le 2 juin 2022 à 11h36, un train de locomotives a percuté en gare de Zollikofen la queue d'un train de marchandises prêt à partir et composé de véhicules spéciaux pour des travaux sur la voie. La locomotive de tête du train de locomotives a embouti le wagon à plancher surbaissé qui se trouvait en queue du train de marchandises. Le conducteur du train de locomotives a été légèrement blessé.



La collision d'un train de locomotives avec un train de marchandises à l'arrêt et prêt à partir, le 2 juin 2022 à Zollikofen, est due au fait que le train a poursuivi sa course malgré un signal d'arrêt. Le mécanicien s'attendait à ce que le prochain signal soit le signal de sortie indiquant « Arrêt ». Il n'a pas perçu la signalisation entre le signal d'entrée et le signal de sortie.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- La configuration erronée du ZUB 262ct dans le cadre de travaux d'entretien par le service de maintenance n'a pas été détectée. La perturbation qui en a résulté a entraîné la désactivation du système de contrôle des trains.
- La défaillance du système de contrôle des trains sur la locomotive de tête du train de locomotives.
- Le trajet a été effectué sans second conducteur de locomotive.

Déficit de sécurité

En moyenne, le système de contrôle des trains ne fonctionne pas correctement pour trois trains par jour sur le réseau de CFF Infrastructure, d'après les estimations grossières de l'entreprise. Si les trains circulent avec un dispositif d'arrêt automatique qui ne fonctionne pas, il peut en résulter des accidents lourds de conséquences. Selon leur interprétation, les prescriptions existantes applicables en cas de défaillance du système de contrôle des trains permettent aussi des trajets qui ne servent plus seulement à conduire le véhicule au plus vite en réparation sans impact majeur sur l'exploitation. En général, les exigences sont interprétées de telle sorte que les mesures puissent être mises en œuvre séparément ou combinées par options. Seules sont combinées les options qui permettent une exploitation si possible sans perturbations et à moindre frais. Il s'ensuit qu'après une défaillance du système de contrôle des trains, les véhicules peuvent circuler encore pendant 12 heures à une vitesse maximale de 80 km/h sans sécurité supplémentaire, avec l'accompagnement d'un second conducteur de locomotive. Comme ces

12 heures sont appliquées comme temps de trajet net, les véhicules défectueux peuvent aussi circuler plusieurs jours. Comme le 29 novembre 2017 à Aarau, la locomotive impliquée dans l'incident de Zollikofen circulait inutilement et avec une sécurité réduite à la suite d'une défaillance du système de contrôle des trains depuis un site de maintenance. En outre, la locomotive circulait dans les deux cas depuis un dépôt sans que l'exigence d'accompagnement par un second conducteur de locomotive soit remplie.

Recommandation de sécurité n° 174, 06.12.2022

L'Office fédéral des transports (OFT) devrait examiner dans quelle mesure les directives peuvent être adaptées en cas de panne du système de contrôle des trains de manière à ce que seuls les trajets nécessaires à la levée de la perturbation soient effectués et que, pendant ces trajets, l'absence de système de contrôle des trains soit si possible compensée.

Déficit de sécurité

Il n'y a aucune évaluation systématique des annonces sur les défaillances du système de contrôle des trains. Au moment de l'événement, il n'existait pas de vue d'ensemble sur la durée de circulation des véhicules moteurs sans système de contrôle des trains, sur l'origine des défaillances du système de contrôle des trains ni sur le respect des directives relatives aux mesures de remplacement.

Recommandation de sécurité n° 175, 06.12.2022

Dans le cadre de son activité de surveillance, l'Office fédéral des transports (OFT) devrait vérifier si les gestionnaires d'infrastructure et les entreprises de transport documentent systématiquement les annonces sur les défaillances du système de contrôle des trains et s'ils analysent ces annonces pour en tirer des conclusions.

Déficit de sécurité

Il n'y a aucune évaluation systématique des annonces sur les défaillances du système de contrôle des trains. Au moment de l'événement, il n'existait pas de vue d'ensemble sur la durée de circulation des véhicules moteurs sans système de contrôle des trains, sur l'origine des défaillances du système de contrôle des trains ni sur le respect des directives relatives aux mesures de remplacement.

Avis de sécurité n° 33, 06.12.2022

Groupe cible: gestionnaires d'infrastructure et entreprises de transport ferroviaire

Les gestionnaires d'infrastructure et les entreprises de transport ferroviaire ou les détenteurs des véhicules devraient définir conjointement comment ils s'informent systématiquement sur le moment précis, le lieu de la constatation de

la perturbation, la distance parcourue et les mesures prises pour réduire les risques des trajets sans système de contrôle des trains et évaluer les données correspondantes.

5.4 Transports à câbles

Aucune recommandation de sécurité n'a été émise en 2022 en ce qui concerne les transports à câbles.

5.5 Bus, navigation intérieure et maritime

Aucune recommandation de sécurité n'a été émise en 2022 en ce qui concerne les bus, la navigation intérieure et la navigation maritime.

6 Évolutions



Les chapitres suivants illustrent le développement dans le temps de plusieurs données spécifiques aux différents modes de transport. Celles-ci ont été tirées des informations reçues ou collectées par le SESE dans le cadre de l'annonce d'incidents et des enquêtes préliminaires y relatives. La période prise en considération est toujours celle comprise entre l'année de l'entrée en vigueur de l'OEIT (2015) et l'année sous revue. Les données relatives aux séries temporelles sont présentées à l'annexe 4.

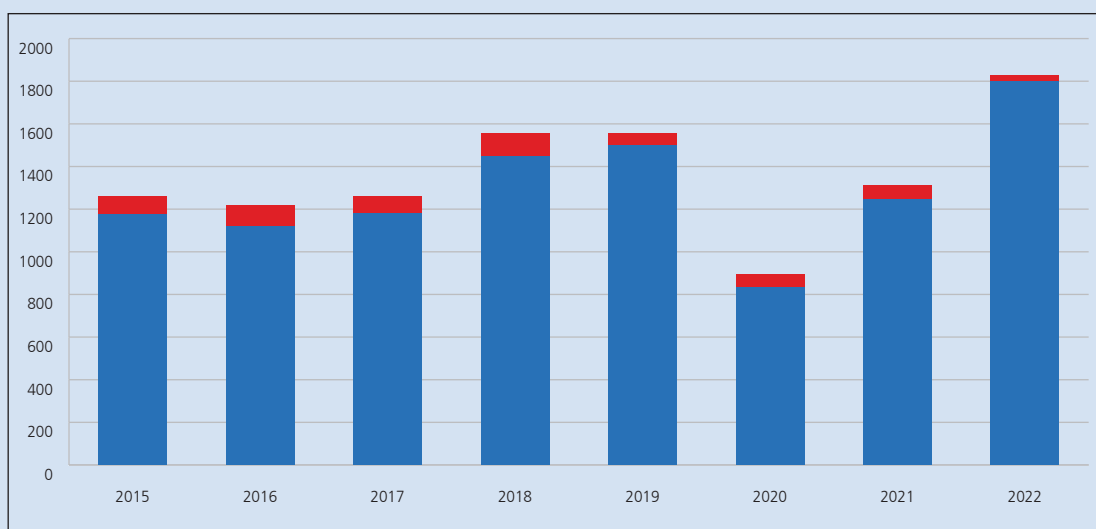
6.1 Aviation

Le graphique 6.1.1 montre le nombre d'incidents annoncés et d'enquêtes ouvertes par année depuis 2015. Au cours des années antérieures à 2015, 1036 incidents concernant l'aviation étaient annoncés en moyenne chaque année au SESE. Si l'on prend ce chiffre comme base, le SESE a dû traiter environ 20 % d'annonces en plus au cours de la période allant de 2015 à 2017. En 2018 et 2019, la hausse du nombre

d'annonces atteignait 51 %. L'année 2020 enregistre une nette baisse du nombre d'incidents annoncés (894), qui est liée aux conséquences de la crise du COVID-19 sur l'aviation commerciale. En 2021, le nombre d'annonces est clairement reparti à la hausse (1309). Cette hausse est vraisemblablement aussi liée à l'évolution de l'aviation commerciale. Au cours de l'année sous revue, 1828 incidents ont été annoncés au SESE. Cela correspond à une hausse de 77 % par rapport aux valeurs moyennes avant 2015. La tendance à la hausse des annonces constatée jusqu'en 2019 se poursuit donc après l'effondrement dû au COVID-19.

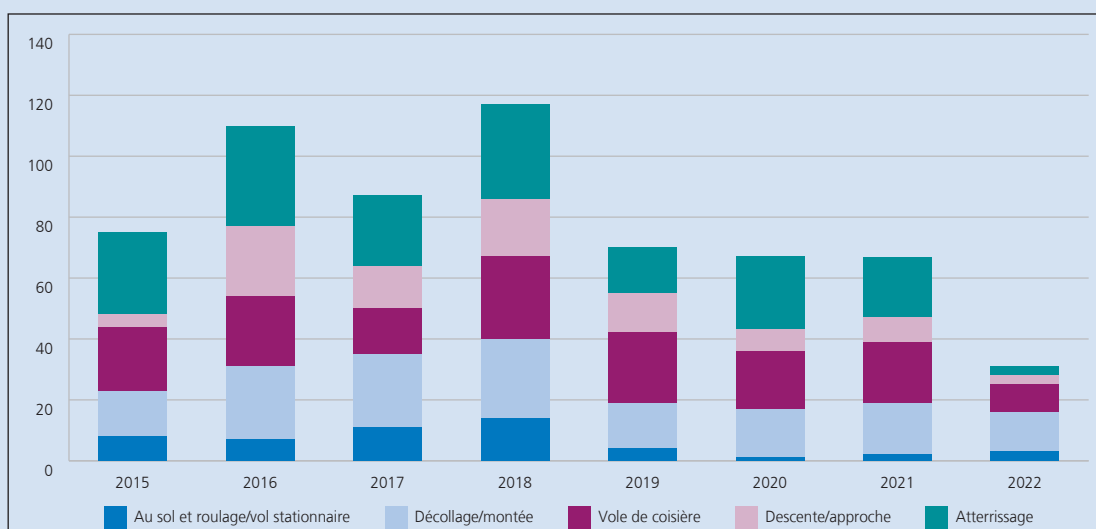
La décision d'ouvrir une enquête est basée sur des critères spécifiques, à savoir si une telle enquête peut contribuer à empêcher des incidents comparables ou, en d'autres termes, s'il existe un potentiel de prévention. Comme le montrent les variations du nombre d'enquêtes ouvertes dans le graphique 6.1.1, ce nombre n'est pas proportionnel au nombre d'incidents annoncés. S'il y a eu deux fois moins d'incidents annoncés

en 2020 (894) qu'en 2022 (1828), par exemple, 63 enquêtes ont été ouvertes en 2020, un peu plus du double qu'en 2022 (27).



Graphique 6.1.1 : nombre d'incidents annoncés (en rouge et bleu) et d'enquêtes ouvertes (en rouge) par année depuis 2015.

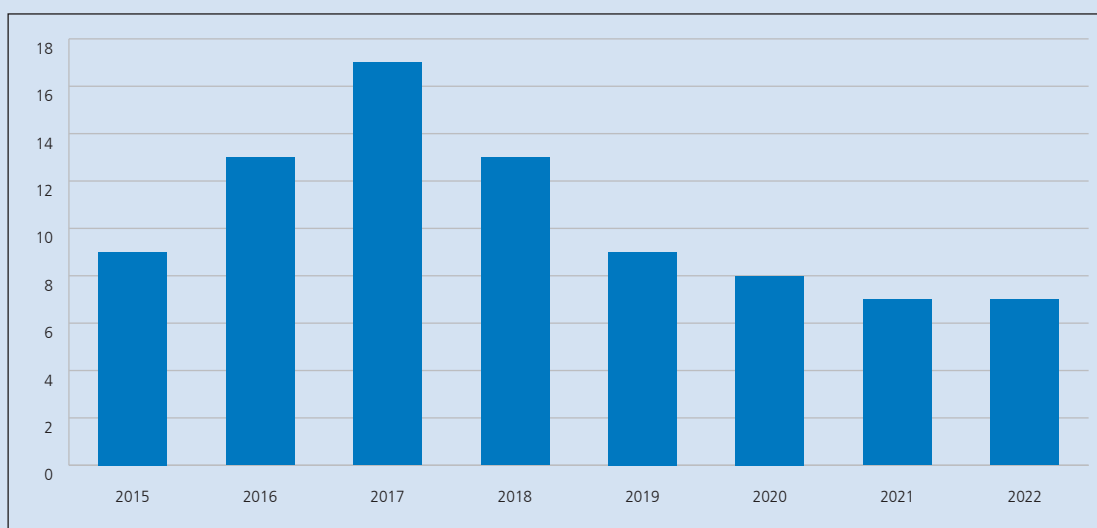
Le graphique 6.1.2 présente l'évolution quantitative des incidents annoncés correspondant aux définitions d'« accident » et d'« incident grave »¹. Seuls les événements impliquant des avions immatriculés en Suisse ont été pris en considération. En comparaison avec la série temporelle des incidents annoncés, ce sous-ensemble suit une évolution différente.



Graphique 6.1.2 : somme des accidents et incidents graves annoncés par année depuis 2015, répartis selon les différentes phases de vol. Ont été pris en considération les événements survenus en Suisse et à l'étranger qui ont impliqué des avions immatriculés en Suisse.

¹ Les termes « accident » et « incident grave » sont définis à l'article 2, paragraphes 1 et 16, du règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile.

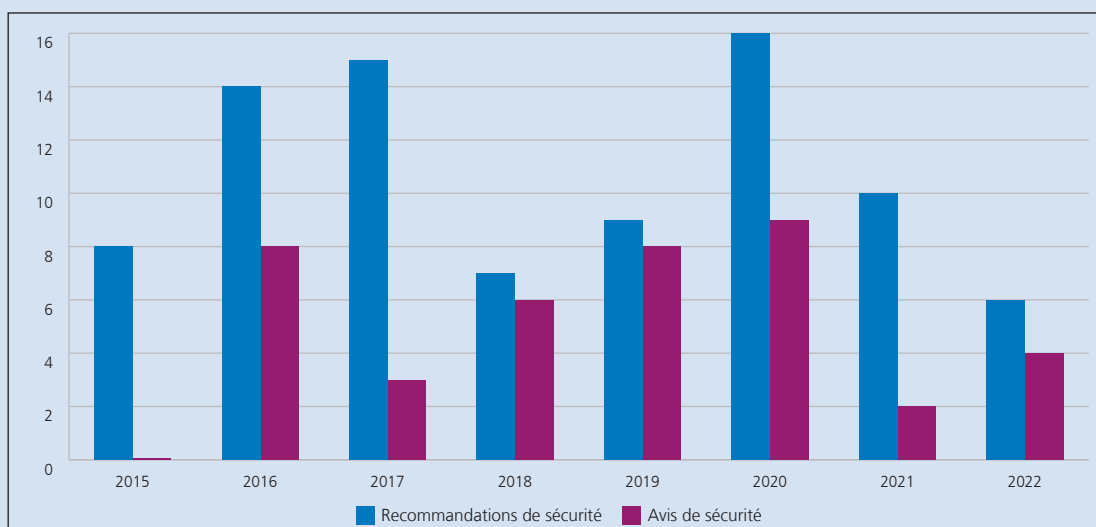
En complément au graphique 6.1.2, le graphique 6.1.3 montre l'évolution dans le temps des accidents d'avion annoncés ayant entraîné des dommages corporels. Ont été pris en considération les événements survenus en Suisse (indépendamment du pays d'immatriculation) ainsi que ceux survenus à l'étranger et impliquant un avion immatriculé en Suisse.



Graphique 6.1.3 : évolution dans le temps des accidents d'avion ayant entraîné des dommages corporels (blessure mortelle ou grave²). Sont pris en considération les accidents survenus en Suisse et à l'étranger impliquant un avion immatriculé en Suisse ainsi que les accidents d'avion immatriculés à l'étranger qui ont eu lieu en Suisse.

Comme indiqué au chapitre 5.1, le SESE adresse des recommandations et des avis de sécurité si l'enquête révèle des déficits de sécurité. Le nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés chaque année dans le domaine aviation est présenté dans le graphique 6.1.4 ci-dessous. L'annexe 4 contient en outre un aperçu sous forme de tableaux répertoriant les aspects techniques, humains, opérationnels et organisationnels pour lesquels le déficit de sécurité à l'origine de la recommandation ou de l'avis a été identifié.

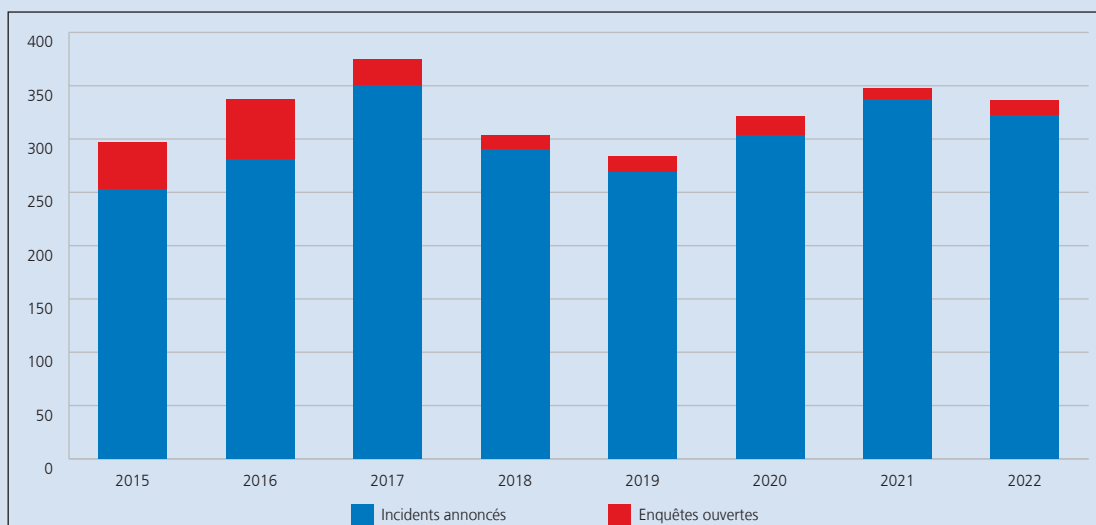
² Les termes « blessure mortelle » et « blessure grave » sont définis à l'article 2, paragraphes 5 et 17, du règlement (UE) n° 996 / 2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile.



Graphique 6.1.4: nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés par année depuis 2015 dans le domaine aviation.

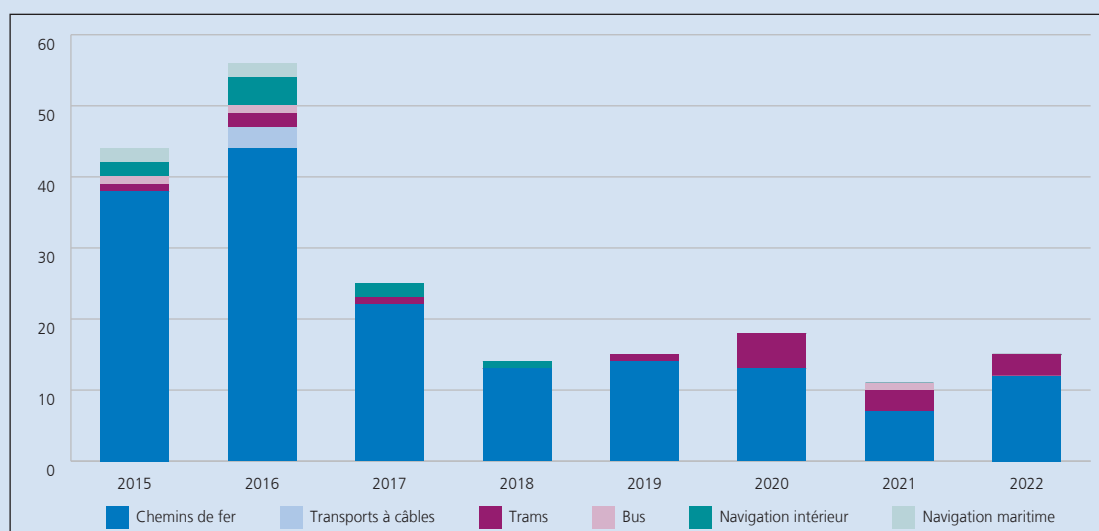
6.2 Chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime

Le graphique 6.2.1 montre l'évolution du nombre d'incidents annoncés et d'enquêtes ouvertes depuis 2015 pour les modes de transport suivants : chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime. Le nombre d'annonces oscille entre 300 et 400 par année, avec des tendances à la hausse et à la baisse sur plusieurs années, mais aucune tendance significative.



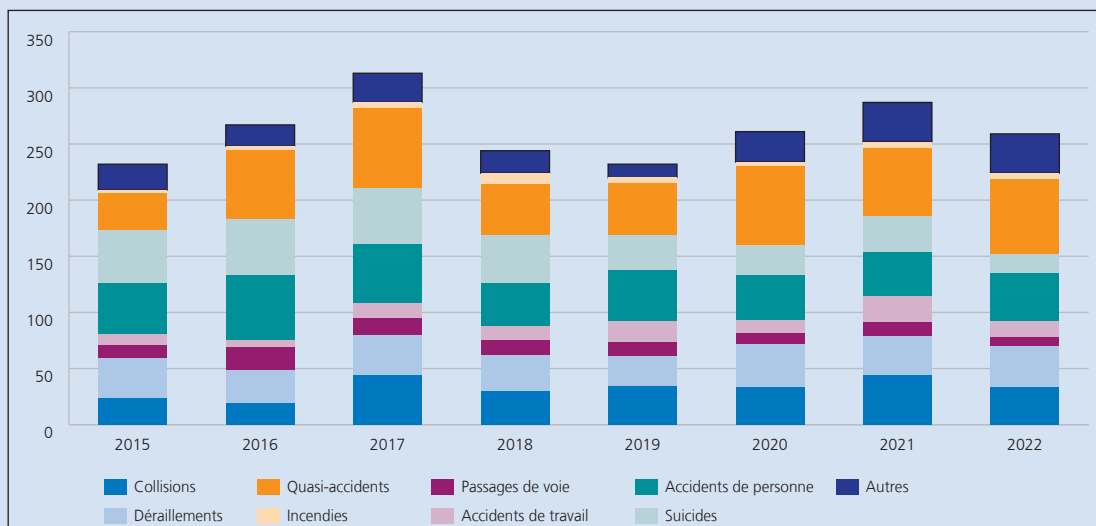
Graphique 6.2.1 : nombre d'incidents annoncés (bleu et rouge) et d'enquêtes ouvertes (rouge) pour les modes de transport suivants : chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime.

Le graphique 6.2.2 présente le nombre d'enquêtes ouvertes par année depuis 2015, selon les différents modes de transport. Sans surprise, la plupart des enquêtes ouvertes concernent le mode de transport chemins de fer, qui dépasse nettement les autres modes en termes de volume et de fréquence de transport. Depuis 2017, le potentiel de prévention existant est systématiquement utilisé pour déterminer si une enquête doit être ouverte. Cette procédure a permis de réduire le nombre d'enquêtes et d'utiliser ainsi les ressources de manière ciblée et efficace. Parallèlement, les cas en suspens, c'est-à-dire ceux qui n'ont pas encore pu être traités en raison du manque de ressources, ont pu être considérablement réduits.



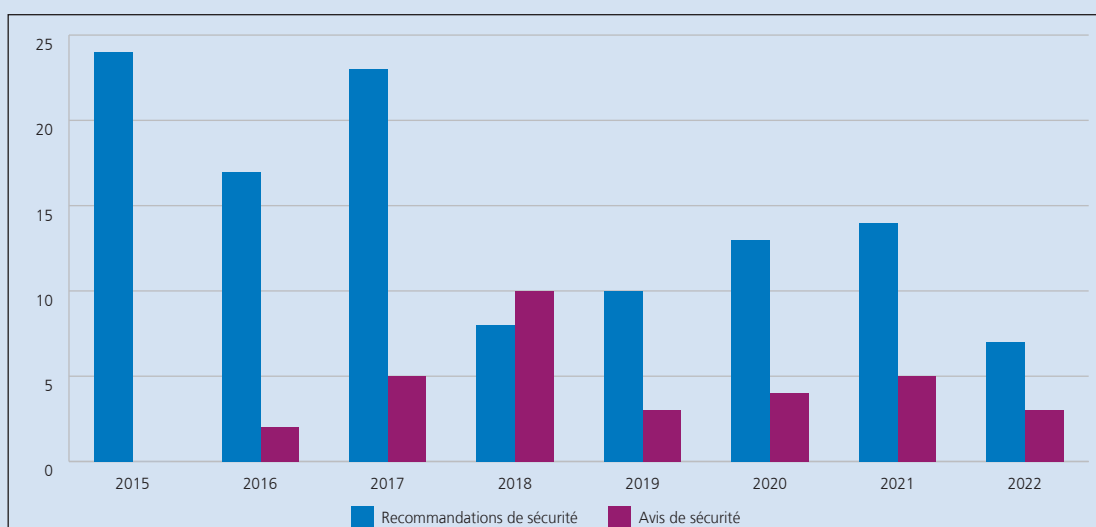
Graphique 6.2.2 : nombre d'enquêtes ouvertes depuis 2015 pour les modes de transport suivants : chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime.

Comme pour le nombre d'enquêtes ouvertes, la plupart des incidents annoncés concernent le mode de transport chemins de fer. Le graphique 6.2.3 montre quels types d'événements ont induit des annonces. Outre les quasi-accidents (15-25 %), ce sont les accidents de personnes (15-20 %) et les suicides (15-20 %) qui donnent le plus lieu à des annonces, suivis des déraillements et des collisions (10-15 % chacun).



Graphique 6.2.3 : incidents annoncés par année depuis 2015 dans le mode de transport chemins de fer, selon les différents types d'événements.

En fonction des résultats des enquêtes, le SESE publie des recommandations ou des avis de sécurité (voir chapitre 5.1). Le graphique 6.2.4 présente l'évolution dans le temps du nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés. L'annexe 4 contient en outre un aperçu sous forme de tableaux répertoriant les aspects techniques, humains, opérationnels et organisationnels pour lesquels le déficit de sécurité à l'origine de la recommandation ou de l'avis de sécurité a été identifié.



Graphique 6.2.4 : nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés par année depuis 2015.

Annexes



- Annexe 1 : Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant l'aviation
- Annexe 2 : Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant les transports publics et la navigation maritime
- Annexe 3 : Données supplémentaires concernant les incidents et les enquêtes dans l'aviation et les transports publics
- Annexe 4 : Données sur les tendances au fil des ans (chapitre 6)

Annexe 1

Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant l'aviation

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées

Aviation						
Année	Nombre d'annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées ³			Enquêtes en cours
			total :	détaillées :	sommaires :	
2022	1828	27	36	15	21	135
2021	1309	66	70	9	61	157
2020	894	59	40	9	31	164
2019	1566	64	76	14	62	162
2018	1556	119	83	22	53	156
2017	1259	86	93	30	48	111
2016	1219	92	58	27	31	142
2015	1260	86	33	33	non enregistré	non enregistré

Enquêtes détaillées clôturées

N°	Immatriculation	Date de l'événement	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2386	HB-2467	19.07.2021	Aérodrome de Schänis (LSZX)	582, 583	
2392	HB-SAW	03.03.2021	Traversée de Morges, au-dessus du lac Léman		
2384	LX-AVA	19.07.2020	2 km à l'ouest de l'aérodrome de St-Gall-Altenrhein (LSZR)		
2382	HB-3444	03.05.2020	Bettlachberg, env. 5 km au nord de Granges		41
2387	HB-CCN	07.01.2020	Aérodrome de Buttwil (LSZU)		
2381	05NJ	29.12.2019	Proximité de la station supérieure de Tschuggen, Arosa	577	
2374	HB-NCB/ G-TTND	13.10.2019	Aéroport de Zurich (LSZH)	574	
2383	G-BVDH	25.08.2019	Col du Simplon		45
2389	HB-CGF	14.05.2019	Aérodrome de Lucerne-Beromünster (LSZO)		
2391	HB-SRB	09.08.2018	Aéroport de Berne (LSZB)		
2378	HB-KEE	27.07.2018	Col Durand		42
2385	HB-ZOJ	11.06.2018	Alp Ebnet, Attinghausen		
2388	HB-ZIH	19.09.2017	Blenio		
2372	HB-SRC	15.08.2017	Aéroport de Berne (LSZB)		
2377	HB-PRN/ CS-GLG	18.02.2017	Martigny	575	

³ Les chiffres antérieurs à 2020 indiquent le nombre de rapports publiés et non le nombre d'enquêtes clôturées.

Enquêtes sommaires clôturées

Immatriculation	Date de l'événement	Lieu	Type d'incident
HB-ZCA	12.06.2021	Aéroport de Lausanne « La Blécherette » (LSGL)	Perte de contrôle à l'atterrissage
T7-RAR	18.02.2021	1,3 NM à l'ouest de l'aérodrome de St-Gall-Altenrhein (LSZR)	Impact sans perte de contrôle
HB-DIC	26.01.2021	Aérodrome d'Ecuvillens (LSGE)	Atterrissage sans train d'atterrissage
HB-3281	01.08.2020	Bumbach	Collision avec une cabane en bois lors d'un atterrissage en campagne
HB-1796	25.07.2020	Aérodrome de Zweisimmen (LSTZ)	Perte de contrôle et interruption du décollage
HB-TCP/HB-TER	18.07.2020	Aérodrome de Granges (LSZG)	Rapprochement dangereux (Airprox)
D-3241	28.06.2020	Aéroport de Montricher (LSTR)	Atterrissage dur
HB-KFQ/F/A-18	24.06.2020	Innertkirchen	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-KLZ/HB-PPJ	08.02.2020	Clariden-Hüfifirn (LSVD)	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-KEJB	19.06.2019	Champ d'aviation pour vol à voile de Bellechasse (LSTB)	Sortie de piste
HB-WAZ	30.03.2019	Bad Ragaz	Atterrissage en campagne après perte de puissance du moteur
N7779V	23.02.2019	12,2 NM au nord-est de l'aérodrome de Lausanne (LSGL)	Panne totale du système électrique
HB-ZRP/F/A-18	02.10.2018	Lac de Thoune	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-QOU	21.09.2018	Schindellegi	Collision avec des obstacles à l'atterrissage
HB-ZPK/Skydiver	09.09.2018	Aérodrome de Speck-Fehraltorf (LSZK)	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-KCI	08.09.2018	Aérodrome de Fricktal Schupfart (LSZI)	Collision avec obstacle en roulant
HB-QNK	16.08.2018	Au-Heerbrugg	Collision avec obstacle à l'atterrissage
F-JBRR	02.06.2018	Hergiswil	Collision avec obstacle au décollage
HB-CFZ	14.03.2018	Aérodrome de Sitterdorf (LSZV)	Sortie de piste
HB-OTN/HB-ZDS	29.07.2017	Aérodrome de La Côte (LSGP)	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-OXD	09.12.2016	Aérodrome de Bressaucourt (LSZQ)	Perte de contrôle à l'atterrissage

Rapports intermédiaires publiés dans le cadre d'enquêtes en cours

Immatriculation	Date de l'événement	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
HB-2320	28.05.2022	Crêta Besse	584	43

Enquêtes cessées

Immatriculation	Date de l'événement	Lieu	Type d'incident
HB-SYL	09.07.2021	Aérodrome de Gruyère (LSGT)	Retournement de l'avion pendant le décollage
HB-KMJ / HB-CQL	26.06.2021	Willisau	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-TUO	12.06.2021	Aérodrome de Locarno (LSZL)	Rétraction du train d'atterrissage pendant le décollage
HB-YMS	08.05.2021	Oberramsern	Crash à basse altitude sur une prairie
HB-GJM	23.11.2020	Aéroport de Sion (LSGS)	Atterrissage avec train avant partiellement sorti
HB-KIU	19.08.2020	Aérodrome de St-Gall-Altenrhein (LSZR)	Rupture du train rentrant au décollage
HB-PPJ	08.08.2020	Aérodrome de Samedan (LSZS)	Sortie de piste
HB-UVU	08.08.2020	Menznau	Atterrissage de précaution après des problèmes de moteur
HB-NPA	21.06.2020	Aérodrome d'Ecuvillens (LSGE)	Contact de l'hélice avec le sol à l'atterrissage
HB-KBS	12.10.2019	Aérodrome de Granges (LSZG)	Rupture du train avant à l'atterrissage
HB-YKJ	24.08.2019	Rund 3 km südöstlich von Herisau	Absturz nach Autorotation auf eine Wiese
HB-YKJ	24.08.2019	Env. 3 km au sud-est de Herisau	Crash après autorotation sur une prairie
HB-ZNH	05.07.2019	Engstlenalp	Chute d'un élément de coffrage en raison des turbulences du rotor de l'hélicoptère
HB-ZNW / HB-ZAZ	19.01.2019	Girmschbiel à env. 7000 pieds AMSL	Rapprochement dangereux (Airprox)
OE-FID	06.10.2018	Aéroport de Lugano-Agno (LSZA)	Éclatement d'un pneu du train droit à l'atterrissage
HB-2321	11.09.2018	Bedretto	Collision avec le terrain
HB-2432	08.07.2018	Mettligrat	Collision avec le terrain
HB-RVJ / HB-UCM	06.05.2018	Innertkirchen	Rapprochement dangereux (Airprox)
HB-YCM	29.04.2018	Innsbruck (LOWI)	Crash peu après le décollage
HB-2328 / D-9830	26.08.2017	Schänis	Perte de puissance au décollage au cours d'un vol de remorquage
HB-XXM	28.04.2017	Alpnach	Autorotation après fissure du câble de commande du rotor arrière
B-6533	28.01.2017	Aéroport de Genève (LSGG)	Perte du système hydraulique en raison d'une fuite des conduites sous pression du moteur
A6-AFE	09.10.2016	Aéroport de Genève (LSGG)	Perte du système hydraulique en raison d'une fuite des conduites sous pression du moteur
HB-IYT	10.03.2016	Aéroport de Zurich (LSZH)	Interruption du décollage en raison d'une alerte incendie sur le moteur
HB-YMG	05.08.2015	Hundwil	Crash en forêt

Annexe 2

Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et des rapports intermédiaires publiés concernant les transports publics et la navigation maritime

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées

Transports publics et navigation maritime						
Année	Nombre d'annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées ⁴			Enquêtes en cours
			total :	détaillées :	sommaires :	
2022	337	15	20	9	11	18
2021	346	11	17	11	6	24
2020	321	19	21	10	11	32
2019	283	15	15	8	7	35
2018	304	14	32	13	17	33
2017	376	25	38	27	12	50
2016	332	64	39	13	26	79
2015	296	87	31	18	13	non enregistré

Enquêtes détaillées clôturées

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'incident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2022060202	Chemins de fer	Collision de deux trains	02.06.2022	Zollikofen	174, 175	33
2021082401	Chemins de fer	Accident de personne	24.08.2021	Orbe	173	
2021040801	Chemins de fer	Collision entre deux mouvements de manœuvre	08.04.2021	Cazis		
2021030602	Chemins de fer	Irrégularité avec mise en danger	06.03.2021	Brünig	176, 177, 178	
2021010602	Chemins de fer	Collision train avec obstacle	06.01.2021	Rüdtligen-Alchenflüh	172	
2020123101	Chemins de fer	Collision train avec obstacle	31.12.2020	Belp	(158)	31
2020070301	Chemins de fer	Collision de deux trains	03.07.2020	Oberwald		32
2018070501	Chemins de fer	Déraillement d'un train	05.07.2018	Eglisau		
2017092901	Chemins de fer	Quasi-accident / mise en danger du train	29.09.2017	Immensee		

* Le chiffre entre parenthèses signifie que la recommandation de sécurité correspondante a déjà été publiée avec le rapport intermédiaire sur ce cas ou dans un autre rapport final.

⁴ Les chiffres antérieurs à 2020 indiquent le nombre de rapports publiés et non le nombre d'enquêtes clôturées.

Enquêtes sommaires clôturées

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'incident	Date	Lieu
2022091602	Chemins de fer	Accident de travail	16.09.2022	Rothenburg
2022050401	Chemins de fer	Collision mouvement de manœuvre avec obstacle	04.05.2022	Renens
2022040401	Chemins de fer	Accident de travail	04.04.2022	Schafisheim
2022020201	Chemins de fer	Événement naturel	02.02.2022	Bretaye
2022011902	Chemins de fer	Collision mouvement de manœuvre avec obstacle	19.01.2022	Crissier
2022011401	Transports à câbles	Accident de travail	04.11.2022	Samnaun
2021120801	Transports à câbles	Déraillement d'un câble	08.12.2021	Samnaun
2021082801	Chemins de fer	Collision de deux trains	28.10.2021	Klosters Selfranga
2021100801	Chemins de fer	Accident de travail	08.10.2021	Emmenbrücke
2017112901	Chemins de fer	Irrégularité sans danger immédiat	29.11.2017	Aarau
2017022201	Chemins de fer	Quasi-accident / mise en danger du train	22.02.2017	Müntschemier

Enquêtes sommaires clôturées

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'incident	Date	Lieu
2020020401	Chemins de fer	Véhicule s'échappant	04.02.2020	Ins

Annexe 3

Données supplémentaires concernant les incidents et les enquêtes dans l'aviation

Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse

Année	Nombre d'accidents avec enquête détaillée	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Incidents graves (incl. airprox)	Airprox avec enquête	Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
2015	14	2	16	13	2	29	4
2016	22	17	39	48	16	87	5
2017	22	23	45	28	6	73	18
2018	14	16	30	64	25	94	38
2019	16	6	22	34	11	56	5
2020	14	16	30	32	9	62	10
2021	10	16	26	31	14	57	8
2022	8	1	9	15	6	24	3

Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse avec un MTOM inférieur à 5700 kg

Année	Nombre d'accidents avec enquête détaillée	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Incidents graves (incl. airprox)	Airprox avec enquête	Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
2015	14	2	16	5	1	21	4
2016	22	17	39	31	7	70	5
2017	22	23	45	23	4	68	18
2018	13	16	29	47	16	76	18
2019	16	6	22	26	8	48	5
2020	14	16	30	30	8	60	10
2021	9	16	25	29	12	54	8
2022	8	1	9	15	6	24	3

Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse survenus sur le territoire national, avec ou sans dommages corporels

		Total	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	avec dommages corporels	29	5	1	7	3	3	3	5	2
	sans dommages corporels	228	32	21	41	43	25	28	30	8
Avions entre 2250 et 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	20	0	3	1	2	3	5	3	3
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	sans dommages corporels	40	7	9	3	13	2	2	4	0
Hélicoptères	avec dommages corporels	18	2	3	5	2	2	0	0	4
	sans dommages corporels	76	10	14	6	14	10	8	9	5
Motoplaneurs et planeurs	avec dommages corporels	14	1	3	2	3	0	2	1	3
	sans dommages corporels	41	6	8	5	7	2	8	3	2
Ballons libres et dirigeables	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	4	1	0	0	2	0	1	0	0
Ultralégers motorisés	avec dommages corporels	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	2	-	2	0	0	0	0	0	0
Total ⁵	avec dommages corporels	62	8	7	14	9	5	5	5	9
	sans dommages corporels	410	56	57	56	81	42	52	48	18

⁵ Le total des accidents et des incidents graves peut différer de la somme des différentes catégories. La raison réside dans la répartition d'événements impliquant plusieurs aéronefs de catégories différentes. Ceux-ci sont saisis dans chacune des catégories, mais ne représentent qu'un événement unique dans le total.

Accidents et incidents graves d'aéronefs étrangers survenus en Suisse, avec ou sans dommages corporels

		Total	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	avec dommages corporels	8	1	3	1	2	0	0	1	0
	sans dommages corporels	22	3	6	4	0	4	1	3	1
Avions entre 2250 et 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	2	0	0	1	0	0	0	0	1
	sans dommages corporels	3	0	0	0	1	0	1	1	0
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	31	5	8	3	4	6	2	2	1
Hélicoptères	avec dommages corporels	2	0	1	0	1	0	0	0	0
	sans dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motoplaneurs et planeurs	avec dommages corporels	4	2	0	0	0	1	0	1	0
	sans dommages corporels	5	0	1	0	1	2	1	0	0
Ballons libres et dirigeables	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Ultralégers motorisés	avec dommages corporels	0	-	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	1	-	0	0	0	0	0	1	0
Total	avec dommages corporels	16	3	4	2	3	1	0	2	1
	sans dommages corporels	63	8	15	7	6	13	5	7	2

Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse survenus à l'étranger, avec ou sans dommages corporels

		Total	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	avec dommages corporels	7	2	0	1	1	2	1	0	0
	sans dommages corporels	31	3	3	4	10	6	2	2	1
Avions entre 2250 et 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	sans dommages corporels	10	0	2	0	4	3	0	0	1
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	34	5	15	7	5	2	0	0	0
Hélicoptères	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	2	0	0	0	0	0	0	2	0
Motoplaneurs et planeurs	avec dommages corporels	4	0	1	1	0	1	1	0	0
	sans dommages corporels	6	0	1	0	3	1	0	0	1
Ballons libres et dirigeables	avec dommages corporels	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	2	0	1	0	1	0	0	0	0
Ultralégers motorisés	avec dommages corporels	0		0	0	0	0	0	0	0
	sans dommages corporels	1		0	0	1	0	0	0	0
Total	avec dommages corporels	12	2	1	2	1	3	3	0	0
	sans dommages corporels	86	8	22	11	24	12	2	4	3

Données supplémentaires concernant les incidents et les enquêtes dans les transports publics

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées concernant les chemins de fer

Chemins de fer						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			total:	détaillées:	sommaires:	
2015	232	38	28	17	11	69
2016	267	44	33	12	22	64
2017	313	22	34	24	10	46
2018	244	13	29	14	16	35
2019	232	14	16	9	8	28
2020	261	13	16	8	8	26
2021	286	7	11	8	5	18
2022	271	12	16	9	7	11

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées concernant les trams

Trams						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			total:	détaillées:	sommaires:	
2015	33	0	0	0	0	2
2016	32	3	1	0	1	2
2017	30	0	1	0	1	1
2018	27	0	1	0	1	0
2019	24	0	0	0	0	0
2020	23	0	0	0	0	0
2021	21	0	0	0	0	0
2022	12	0	0	0	0	0

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées concernant les transports à câbles

Transports à câbles						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			total :	détaillées :	sommaires :	
2015	10	1	1	1	0	2
2016	18	2	1	1	0	4
2017	10	1	3	2	1	4
2018	14	0	0	0	0	1
2019	12	1	0	0	0	2
2020	20	5	5	2	3	2
2021	20	3	4	4	1	1
2022	26	3	2	0	2	2

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées concernant les bus

Bus						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			total :	détaillées :	sommaires :	
2015	18	1	0	0	0	3
2016	12	1	2	1	2	2
2017	18	0	1	1	0	0
2018	14	0	0	0	0	0
2019	9	0	0	0	0	0
2020	12	0	0	0	0	0
2021	8	1	0	0	0	1
2022	18	0	0	0	0	1

Annonces, enquêtes ouvertes, en cours et clôturées concernant la navigation intérieure

Navigation intérieure						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			total :	détaillées :	sommaires :	
2015	2	2	2	0	2	1
2016	6	4	2	1	1	3
2017	3	2	1	0	1	4
2018	4	1	0	0	0	5
2019	4	0	1	0	1	5
2020	5	0	0	0	0	5
2021	10	0	2	2	0	2
2022	5	0	0	0	0	2

Annexe 4

Données sur les tendances au fil des ans (chapitre 6)

Aviation (chapitre 6.1)

Nombre d'incidents annoncés et d'enquêtes ouvertes par année

Année	Enquêtes ouvertes	Annonces
2015	85	1260
2016	99	1219
2017	83	1261
2018	111	1558
2019	58	1556
2020	63	894
2021	66	1309
2022	27	1828

Somme des accidents et incidents graves annoncés par année, selon les différentes phases de vol (accidents survenus en Suisse et à l'étranger d'avions immatriculés en Suisse)

Année	Total	Au sol et roulage / vol stationnaire	Décollage / montée	Vol de croisière	Descente / approche	Atterrissage
2015	75	8	15	21	4	27
2016	110	7	24	23	23	33
2017	87	11	24	15	14	23
2018	117	14	26	27	19	31
2019	70	4	15	23	13	15
2020	67	1	16	19	7	24
2021	67	2	17	20	8	20
2022	31	3	13	9	3	3

Évolution dans le temps des accidents ayant entraîné des dommages corporels, selon les différentes catégories d'aéronefs (accidents survenus en Suisse et à l'étranger d'avions immatriculés en Suisse ainsi que les accidents survenus en Suisse d'avions immatriculés à l'étranger)

Année	Avions à moteur	Planeurs	Hélicoptères	Total ⁶
2015	7	0	2	9
2016	5	3	5	13

⁶ Le total des accidents et des incidents graves peut différer de la somme des différentes catégories. La raison réside dans la répartition d'événements impliquant plusieurs aéronefs de catégories différentes. Ceux-ci sont saisis dans chacune des catégories, mais ne représentent qu'un événement unique dans le total.

Année	Avions à moteur	Planeurs	Hélicoptères	Total ⁶
2017	1	4	3	17
2018	7	3	3	13
2019	5	2	2	9
2020	5	3	0	8
2021	6	2	0	7
2022	3	1	3	7

Nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés par année

Année	Technique	Humain	Opérationnel	Organisationnel	Total
2015	2	0	4	2	8
2016	7	1	1	5	14
2017	7	0	2	6	15
2018	2	0	2	3	7
2019	6	0	2	1	9
2020	3	0	5	8	16
2021	5	0	2	3	10
2022	3	0	2	5	10

Chemins de fer, trams, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime (chapitre 6.2)

Nombre d'incidents annoncés et d'enquêtes ouvertes par année

Année	Incidents annoncés	Enquêtes ouvertes
2015	297	44
2016	337	56
2017	375	25
2018	304	14
2019	284	15
2020	321	18
2021	346	11
2022	337	15

Nombre d'enquêtes ouvertes par année, selon les différents modes de transport

Année	Chemins de fer	Trams	Transports à câbles	Bus	Navigation intérieure	Navigation maritime	Total
2015	38	0	1	1	2	2	44
2016	44	3	2	1	4	2	56
2017	22	0	1	0	2	0	25
2018	13	0	0	0	1	0	14
2019	14	0	1	0	0	0	15
2020	13	0	5	0	0	0	18
2021	7	0	3	1	0	0	11
2022	12	0	3	0	0	0	15

Nombre d'incidents annoncés par année pour le mode de transport chemins de fer, selon les différents types d'événements

Année	Collisions	Déraillements	Passages à niveau	Accidents du travail	Accidents de personnes	Suicides	Quasi-accidents	Incendies	Autres	Total
2015	24	35	12	9	46	47	33	3	23	232
2016	19	30	20	6	58	50	61	4	19	267
2017	44	36	15	13	53	49	72	5	26	313
2018	30	32	13	13	38	43	45	10	20	244
2019	34	27	12	19	46	31	46	5	12	232
2020	33	39	9	12	40	27	70	4	27	261
2021	44	35	12	24	39	32	60	6	35	286
2022	33	37	8	14	43	17	66	6	35	271

Nombre de recommandations et d'avis de sécurité publiés par année

Année	Technique	Humain	Opérationnel	Organisationnel	Total
2015	6	4	1	13	24
2016	6	1	3	7	17
2017	9	1	7	6	23
2018	1	1	6	0	8
2019	4	2	1	3	10
2020	6	0	4	3	13
2021	7	2	2	3	14
2022	5	0	3	2	10



Service suisse d'enquête de sécurité SESE

3003 Berne

Tél. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01

www.sese.admin.ch