

Service suisse d'enquête de sécurité SESE

Rapport annuel 2018



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 Fotolia

Transports publics lausannois tl

Tirage 500

Paraît en allemand, français, italien et anglais

6/2019

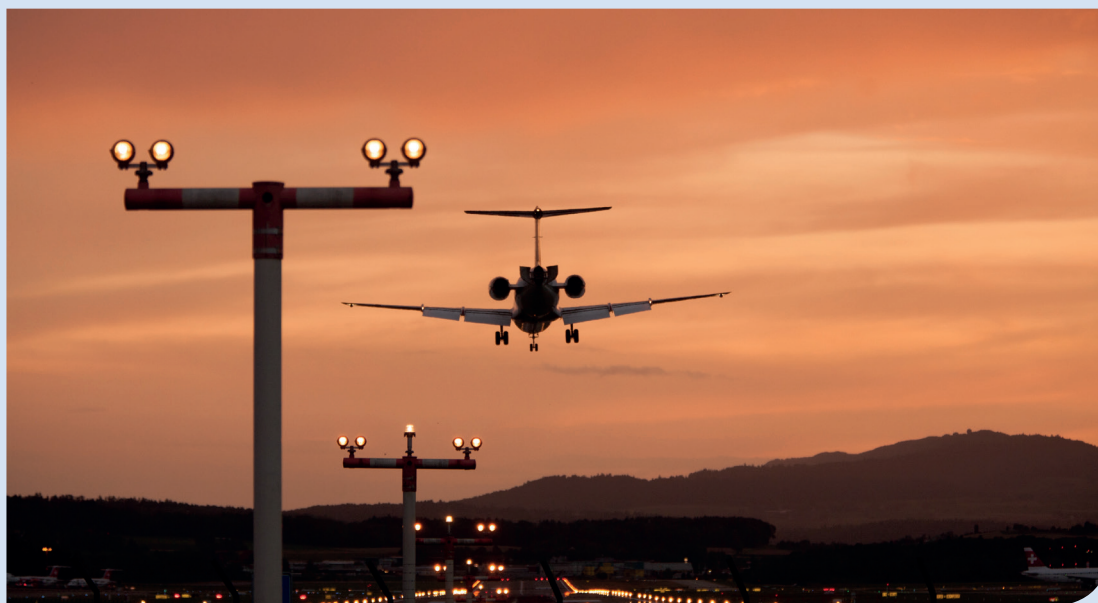
Table des matières

1	Éditorial	4
2	Management Summary	5
3	Organisation	7
3.1	Personnel	7
3.2	Finances	8
3.3	Objectifs de performance	8
4	Enquêtes et résultats	11
4.1	Vue d'ensemble du bureau d'enquête	11
4.2	Aperçu par modes de transport	12
5	Recommandations et avis de sécurité	15
5.1	Généralités	15
5.2	Aviation	17
5.3	Chemins de fer	24
5.4	Transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime	31
6	Analyse	32
6.1	Aviation	32
6.2	Chemins de fer, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime	36

Annexes

Annexe 1:	Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et rapports finaux ou intermédiaires publiés concernant l'aviation	42
Annexe 2:	Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et rapports finaux ou intermédiaires publiés concernant les transports publics et la navigation maritime	46
Annexe 3:	Données statistiques sur les incidents dans le domaine de l'aviation	48
Annexe 4:	Données de l'aviation aux fins d'évaluation statistique (chapitre 6), méthodes et réflexions conceptuelles appliquées à ces fins	62

1 Éditorial



Les investigations relatives à la chute tragique d'un avion ancien de type Junkers Ju 52, en service commercial le 4 août 2018 au Piz Segnas, qui a coûté la vie à 20 personnes, ont fortement influencé les travaux du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) durant l'exercice sous revue. Elles ont mobilisé de nombreuses ressources. Fort heureusement, les accidents majeurs de ce type ne sont pas courants, même pour le SESE. Nous apprécions d'autant plus de pouvoir nous appuyer, pour cette intervention, sur l'interaction des forces d'intervention concernées de la Confédération, des cantons et des communes, qui a été définie dans des concepts et éprouvée par des exercices. L'enquête au sujet de cet accident n'est pas encore close. Mais elle a déjà conduit, sur la base d'un rapport intermédiaire du SESE, à des mesures préventives par les autorités et les compagnies aériennes. Tel est le sens du travail du SESE.

Si ce cas isolé représente un grand engagement, l'évolution générale au cours des dernières années nous donne également beaucoup à faire.

En 2018, le bureau d'enquête du SESE a reçu au total 1860 annonces d'accidents et d'incidents graves qu'il a examinées pour déterminer leur importance en vue d'une enquête. Tandis que le nombre des annonces est resté plus ou moins stable pendant des années pour les chemins de fer et les transports à câbles, les bus des transports publics ainsi que la navigation intérieure et maritime, il a constamment augmenté ces six dernières années pour l'aviation (de 14 % rien qu'en 2018 par rapport à l'année précédente). Cette évolution va de pair avec une augmentation tant du nombre d'enquêtes de sécurité ouvertes que du nombre d'enquêtes de sécurité pendantes auprès du SESE. Des développements inédits comme l'utilisation croissante des drones, y contribuent également. Il s'agit là d'un défi posé à tous les participants au Réseau national de sécurité. La recherche de solution est en cours.

Pieter Zeilstra

Président de la commission extraparlamentaire

2 Management Summary



1860 incidents ont été annoncés en 2018 au SESE. L'aviation enregistre une augmentation de 14 % par rapport à l'année précédente. Le nombre des annonces dans le domaine des transports publics est de l'ordre de la moyenne à long terme. L'analyse de ces annonces a conduit à ouvrir 133 enquêtes de sécurité. S'agissant d'aviation, l'accident tragique du Junkers Ju 52 survenu le 4 août 2018, qui a causé la mort de 20 personnes, est certainement l'un des événements marquants. Le SESE a déjà publié un rapport intermédiaire au sujet de cet accident, mais les investigations concernant le déroulement et les causes ne sont pas encore closes. Quant aux chemins de fer, des enquêtes sur des incidents survenus pendant l'exercice sous revue, ont montré que l'évolution des bases juridiques internationales a généré un paysage complexe de responsabilités impliquant de nombreux acteurs. Cette complexité posera de nouveaux défis aux enquêteurs, notamment pour identifier les déficits de sécurité et définir les recommandations de sécurité correspondantes.

Le bureau d'enquête dans son ensemble a clos 115 enquêtes sur des accidents et incidents graves, dont 69 enquêtes sommaires d'incidents de moindre importance. 35 rapports finaux et 70 rapports sommaires ont été publiés. Dans le cadre de ses enquêtes, le SESE a formulé en 2018 15 recommandations de sécurité et 17 avis de sécurité au total.

Durant l'exercice sous rapport, l'aviation a enregistré moins d'accidents, mais nettement plus de graves incidents qu'en 2017. Le nombre d'enquêtes ouvertes, de 119, est le plus important de toutes les valeurs annuelles enregistrées depuis 2006. 36 personnes ont été mortellement blessées lors d'accidents : il s'agit aussi du maximum de la série comprise entre 2006 et 2018. Notons toutefois que cette valeur est principalement composée par les 20 décès survenus lors de l'accident du Ju 52. Sans cet accident, le nombre de morts serait de 16, soit légèrement moins que l'année précédente.

Dans le domaine des transports publics, le nombre d'accidents annoncés a augmenté de 156 en 2017 à 177 en 2018. Cette progression est surtout due au nombre sensiblement plus élevé d'accidents de bus en 2018 que l'année précédente. S'agissant des autres modes de transport, le nombre d'accidents était légèrement plus bas ou comparable à celui de l'année précédente. Tous modes de transport confondus, le nombre de personnes tuées est resté à peu près le même, exception faite des trams,

pour lesquels on fait état de sept décès, soit le nombre le plus élevé depuis 2012. Le nombre des personnes grièvement blessées dans les transports publics a baissé de 135 l'année précédente à 116 en 2018.

3 Organisation



3.1 Personnel

L'engagement du nouveau chef du bureau d'enquête à l'été 2018 a renforcé la structure de conduite de cette unité tout en désenchevêtrant les tâches et les responsabilités. Au final, la charge des responsables de domaine et celle des enquêteurs s'en trouvera allégée.



Avant d'être engagé comme chef du bureau d'enquête, Tobias Schaller a travaillé douze ans à l'Office fédéral des transports (OFT) dans le domaine de la sécurité environnementale (accidents majeurs, transport de marchandises dangereuses, protection des eaux) et comme chef de la section Bases scientifiques (gestion opérationnelle des risques, sécurité des tunnels, interopérabilité). Il a étudié la mensuration et le génie rural à l'École polytechnique de Zurich avant d'y obtenir un doctorat en sciences de la nature.

L'augmentation du taux d'engagement de l'enquêteur technique a créé de meilleures conditions pour une exploitation professionnelle du laboratoire d'analyse des données de vol et des tachygraphes. En outre, l'enquêteur technique est en mesure de soutenir davantage les autres enquêteurs dans le cadre de certaines enquêtes. Le nombre et le taux d'occupation des autres enquêteurs sont restés inchangés durant l'exercice sous rapport. Quant aux chargés d'enquête, huit nouveaux experts ont été mandatés tandis que cinq autres ont quitté cette fonction. Leur nombre total est donc de 120.

Les compétences dont dispose l'enquêteur constituent une importante condition de la qualité d'une enquête en cas d'incident. Il ne s'agit pas seulement pour l'enquêteur de connaître les modifications des conditions-cadre juridiques ou les développements survenus dans les domaines techniques ou d'exploitation, mais aussi d'être averti de thèmes comme la sécurité au travail sur le lieu de l'accident et le traitement psychique d'impressions éprouvantes. À cette fin, les enquêteurs et les chargés d'enquête

engagés sur les lieux d'accident ont fréquenté durant l'exercice sous revue un cours de base d'aide psychologique d'urgence. S'agissant des interventions sur les lieux d'accident, une formation de base sur la sécurité au travail et un rafraîchissement des connaissances ont également été organisés.

Les collaborateurs des deux domaines (aviation ; rail et navigation) ont participé à plusieurs exercices d'état-major ou d'intervention en cas d'accidents. Des collaborateurs du bureau d'enquête ont donné des conférences lors de diverses formations et manifestations préventives (corps de police, pompiers, forces d'intervention des aéroports). La participation à plusieurs réunions et formations continues ont également permis de soigner le réseau international.

3.2 Finances

Durant l'exercice sous revue, le Service suisse d'enquête de sécurité disposait d'un budget de près de 8,1 millions de francs. L'accident majeur du Junkers Ju 52 survenu le 4 août au Piz Segnas a causé des coûts – investissements supplémentaires dans les équipements du laboratoire, dépenses particulières pour les expertises et les charges de personnel, frais de récupération de l'épave, etc. – qui n'étaient pas prévus dans le budget ordinaire. C'est pourquoi le SESE a demandé un supplément au budget de 1,7 million de francs, que le Parlement a adoptée. Sur 9,8 millions de francs budgétés, 8,0 millions de francs ont été effectivement dépensés jusqu'à la fin de l'exercice sous rapport. L'augmentation du taux d'occupation de l'enquêteur technique et l'engagement du chef du bureau d'enquête ont induit un dépassement du budget de 6 % dans le domaine du personnel. Les charges de biens et services sont restées inférieures de 1,7

million de francs au montant budgété. Une part des prestations fournies pendant l'exercice sous rapport, en lien avec l'accident du Ju 52, ont été facturées si tard qu'elles ne seront comptabilisées qu'en 2019. De plus, d'autres travaux ont dû être ajournés en raison de cet accident, ce qui a réduit les dépenses du budget ordinaire.

L'activité du Service suisse d'enquête de sécurité représente, comme il est aussi usuel dans d'autres pays étrangers, un service de base fourni par l'État pour améliorer la sécurité. C'est pourquoi cette activité est presque exclusivement financée par les pouvoirs publics. Tous les produits du SESE, notamment les rapports finaux des enquêtes, sont mis gratuitement à disposition dans Internet. Des exemplaires imprimés ou reliés de ces rapports peuvent être obtenus au besoin, à l'unité ou par abonnement, contre rémunération. La vente de ces produits imprimés, la seule source externe de recettes régulières du SESE, a permis d'encaisser 34 170 francs en 2018.

3.3 Objectifs de performance

Le nouveau modèle de gestion de l'administration fédérale (NMG) a été instauré le 1er janvier 2017. Il vise à renforcer la gestion administrative à tous les échelons et à accroître la transparence et le pilotage des prestations. Le SESE, qui a lui aussi introduit le NMG, a défini les projets d'exploitation, les directives et les objectifs de performance suivants:

Projets

- Concentration sur les éléments de prévention, en particulier pour les enquêtes sommaires et en cas d'accélération du processus d'enquête.
- Nouvelle conception des processus, associée à une formation correspondante, en cas d'accident majeur dans le domaine de l'aviation civile et dans les transports publics.
- Évaluation des premières enquêtes d'incidents impliquant des navires de la flotte maritime suisse dans le but d'améliorer l'efficacité des enquêtes à venir.

Tous ces projets étaient réalisés à la fin de 2018, à l'exception de l'examen des incidents impliquant des navires de la flotte maritime suisse. Cet examen a certes bien progressé, mais il n'a pas pu être clôturé pour diverses raisons, notamment parce que les capacités ont manqué suite à l'accident majeur du Ju 52. De ce fait, les évaluations visant à améliorer l'efficacité des futures enquêtes ne sont pas encore disponibles. En ce qui concerne la concentration sur les éléments de prévention, les conditions nécessaires ont été créées. L'application et la mise en œuvre sont une tâche permanente.

Objectifs de performance

Objectifs et valeurs mesurées	2017 RÉEL	2018 CIBLE	2018 RÉEL	2019 PRÉVU
-------------------------------	-----------	------------	-----------	------------

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

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

Exécution rapide des enquêtes de sécurité : le SES veille, par des mesures appropriées, à ce que les enquêtes sur les incidents soient terminées dans les délais, c'est-à-dire conformément à la loi.

Clôture dans les 12 mois des enquêtes sur les accidents et incidents graves d'aéronefs dont la masse au décollage est inférieure ou égale à 5700 kg (% , minimum)	60	80	11	80
Clôture dans les 12 mois des enquêtes sur les accidents et incidents graves de véhicules ferroviaires, de navires et de bus au bénéfice d'une concession fédérale, (% , minimum)	78	80	20	75
Clôture dans les 18 mois des enquêtes sur les accidents et incidents graves d'aéronefs dont la masse au décollage est supérieure à 5700 kg (% , minimum)	72	70	17	80
Clôture dans les 2 mois des enquêtes sommaires sur les accidents et incidents graves d'aéronefs (% , minimum)	40	70	30	70
Clôture dans les 2 mois des enquêtes sommaires sur les accidents et incidents graves de véhicules ferroviaires, de navires et de bus (% , minimum)	30	65	31	70

Les objectifs n'ont été que partiellement atteints. S'agissant des critères de mesure concernant l'exécution rapide des enquêtes de sécurité, les valeurs atteintes en 2018 sont nettement inférieures à celles de 2017 et des objectifs de 2018. Le temps consacré à l'exécution des actes d'enquête et à l'élaboration des rapports excédait généralement les délais d'ordre et les directives internes du SESE, même si ce n'était que de quelques semaines. D'autres travaux urgents dans le domaine de l'aviation ont requis un traitement prioritaire, ce qui a retardé la clôture des enquêtes en cours :

- L'accident majeur du Ju 52 survenu le 4 août 2018 a mobilisé une part significative des ressources pendant plusieurs mois.
- Le nombre des annonces d'événements dans le domaine de l'aviation a sensiblement augmenté en 2018, de 14 % par rapport à l'année précédente et de 60 % par rapport à 2013 (point 4.2, section Aviation). De ce fait, les examens préalables ont mobilisé davantage de ressources. Ces examens préalables doivent être effectués sans délai sous peine de ne plus pouvoir relever des données et informations importantes pour l'enquête.
- La forte augmentation des événements annoncés dans le domaine de l'aviation au cours des dernières années, alors que les ressources restaient inchangées, a entraîné une accumulation des cas pendants. La résorption de ces anciens cas en suspens a causé des retards dans l'établissement des rapports concernant les événements récents.

Dans le domaine du rail et de la navigation, les ressources à disposition en 2018 étaient inférieures à la valeur effective. Cette situation s'explique par des changements de personnel. La phase d'initiation au travail des nouveaux enquêteurs est relativement longue jusqu'à ce qu'ils soient productifs, puisque les compé-

tences requises ne sont guère disponibles sur le marché.

Dans l'optique de l'effet préventif des enquêtes de sécurité, c'est-à-dire en vue de publier les résultats des enquêtes aussi tôt que possible, la Commission a décidé en 2018 que la clôture des enquêtes au sens de l'art. 52 de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT ; RS 742.161) ne coïnciderait plus avec la clôture des actes d'enquête proprement dits, comme jusqu'à ce stade, mais qu'elle correspondrait à l'approbation du rapport correspondant. Les résultats des critères de mesure pour 2018 ont été calculés selon cette directive, contrairement aux résultats de 2017 et de 2016. De ce fait, les valeurs annuelles relatives aux critères de mesure ne sont comparables que sous réserves. En raison du renforcement des directives relatives à la clôture, nombre d'enquêtes déjà comprises dans la phase d'établissement d'un rapport ne remplissaient pas les critères voulus, ce qui constitue une explication supplémentaire des écarts relativement significatifs par rapport aux valeurs de 2017.

Même si l'objectif d'exécution rapide des enquêtes de sécurité n'a pas été atteint, la performance du SESE en 2018 est comparable aux années préalables compte tenu de l'accident majeur du Ju 52 (cf. chapitre 4).

En 2017, la Commission a audité le bureau d'enquête du SESE. Elle a déduit de cet examen les mesures nécessaires et des options d'action. Sur cette base, elle a pris des mesures organisationnelles, structurelles, personnelles et procédurales qui ont été mises en œuvre au cours de 2018. Ces mesures déploieront leurs pleins effets à partir de 2019-2020.

4 Enquêtes et résultats



4.1 Vue d'ensemble du bureau d'enquête

Au total, 1860 incidents (accidents et autres événements dangereux) ont été annoncés au SESE en 2018. Le nombre des annonces a donc augmenté nettement une fois de plus. Des enquêtes de sécurité ont été ouvertes dans 132 cas (env. 7 % des annonces).

Globalement, le bureau d'enquête a clôturé 115 enquêtes concernant des accidents et des incidents graves, dont 69 enquêtes sommaires portant sur des incidents de faible portée. 35 rapports finaux (cf. annexes 1 et 2) et 70 rapports sommaires ont été publiés durant l'exercice sous revue. Dans le cadre de ses enquêtes, le SESE a émis en 2018 15 recommandations de sécurité et 17 avis de sécurité au total. 189 enquêtes étaient encore pendantes à la fin de l'année.

Dans le domaine de l'aviation, 83 enquêtes concernant des incidents ont été clôturées en 2018. La même année, 22 rapports finaux

(cf. annexe 1), 1 rapport intermédiaire et 53 rapports sommaires ont été publiés. 7 recommandations de sécurité et 7 avis de sécurité ont été émis dans le domaine de l'aviation. À la fin de l'année, 156 enquêtes étaient en cours.

Durant l'exercice sous revue, pour les cinq modes de transport que sont le rail, les installations à câbles, le bus, la navigation intérieure et la navigation maritime, 32 enquêtes ont été clôturées et 13 rapports finaux, 1 rapport intermédiaire ainsi que 17 rapports sommaires ont été publiés. 8 recommandations de sécurité et 10 avis de sécurité ont été émis au total en 2018 dans le cadre de rapports finaux. 33 enquêtes, dont une étude sur les dangers naturels et une enquête récapitulative sur les machines de chantier étaient en cours à la fin de l'exercice pour les domaines du rail, des installations à câbles, des bus, de la navigation intérieure et de la navigation maritime.

4.2 Aperçu par modes de transport

Aviation

1556 annonces d'incidents d'aviation ont été reçues en 2018. Ces annonces ont été traitées conformément aux dispositions juridiques. Des instruments techniques supplémentaires ont été souvent utilisés pour estimer le degré de danger, en particulier s'agissant du rapprochement de deux aéronefs (airprox). Au total, 33 enquêtes sur des accidents et 86 enquêtes sur des incidents graves ont été ouvertes sur la base de ces examens préalables. Ces enquêtes comprenaient 28 cas « airprox » présentant un risque de collision élevé ou considérable. Une enquête détaillée a été menée pour 22 incidents, tandis que les premiers résultats d'enquête ont conduit à une enquête sommaire pour 97 événements.

Durant l'exercice sous revue, 30 accidents d'aéronefs d'une masse autorisée au décollage de 5,7 tonnes au maximum sont survenus sur le territoire suisse. 18 enquêtes sur des incidents graves ont été menées s'agissant d'aéronefs dont la masse autorisée au décollage était supérieure à 5,7 tonnes. Un appareil historique de cette même catégorie a eu un accident qui a entraîné la mort de 20 personnes. Sur l'ensemble des accidents d'aéronefs, 36 passagers ont perdu la vie et 3 passagers ont été grièvement blessés.

Depuis 2011, le nombre des incidents annoncés ne cesse d'augmenter. Il a atteint son maximum provisoire en 2018 avec 1556 incidents (figure 1). De ce fait, le nombre des ouvertures d'enquêtes a également augmenté durant cette période (maximum provisoire de 119 en 2018, cf. figure 2).

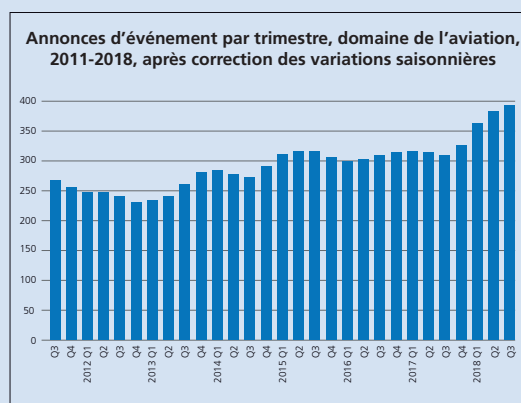


Figure 1: Nombre des incidents annoncés par trimestre dans le domaine de l'aviation entre 2011 et 2018. Les effets saisonniers sont lissés par le recours à une moyenne mobile.

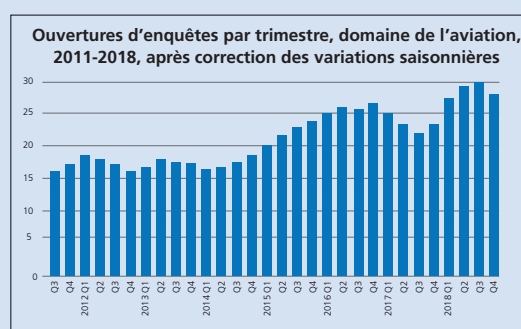


Figure 2: Nombre d'enquêtes ouvertes par trimestre sur la base des incidents annoncés dans le domaine de l'aviation. Les effets saisonniers sont lissés par le recours à une moyenne mobile.

Transports publics et navigation maritime

Comme l'illustre la figure 3, le nombre des incidents annoncés durant l'exercice sous revue se situe dans la plage de la moyenne à long terme. Contrairement au domaine de l'aviation, les transports publics ne présentent pas de schéma saisonnier en ce qui concerne le nombre des incidents annoncés. S'agissant de la navigation maritime, seuls quelques incidents sont enregistrés par année. Ces incidents n'influencent pas la statistique d'ensemble des annonces.

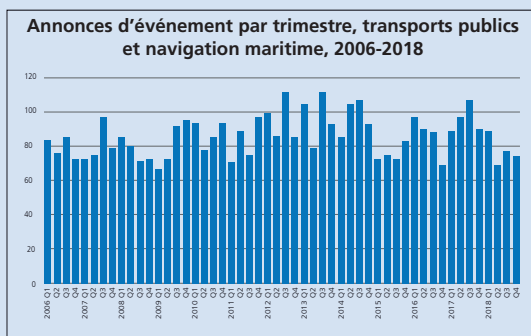


Figure 3: Nombre d'incidents annoncés par trimestre dans les domaines des transports publics et de la navigation maritime entre 2006 et 2018.

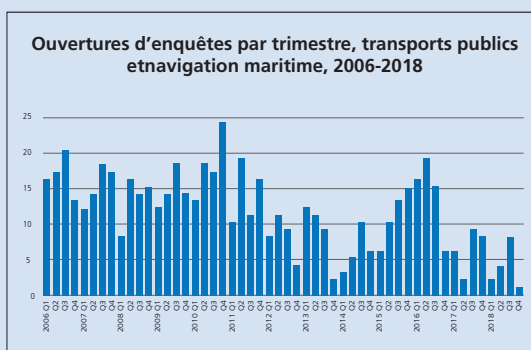


Figure 4: Nombre d'enquêtes ouvertes par trimestre sur la base des incidents annoncés dans les domaines des transports publics et de la navigation maritime.

La série temporelle des ouvertures d'enquêtes (figure 4) ne montre elle non plus aucun schéma clair, si ce n'est que le nombre des enquêtes ouvertes tend à baisser depuis 2006.

Les chiffres des différents modes de transport sont présentés ci-après.

Chemins de fer

270 annonces visant des événements liés à la sécurité des chemins de fer, dont 27 concernaient des trams, ont été reçues en 2018. Un enquêteur s'est rendu sur place dans 33 cas. Une enquête a été ouverte dans 13 cas.

Par ordre chronologique, les événements d'importance ont été les suivants : collision entre un

train de passagers et un véhicule de service le 6 mars à Rivaz (des travailleurs de chantier ont été mis en danger) ; dérive d'un véhicule de chantier le 23 mars à La Conversion et le 30 avril à Ringlikon ; déraillement et collision d'une voiture de chantier dans un train de marchandises le 15 juin à Winterthur, déraillement d'un wagon-citerne le 5 juillet à Eglisau ; perte de la cabine de conduite d'une machine de construction de voie pendant son déplacement le 11 juillet à Castione-Arbedo ; déraillement d'un train de marchandises le 16 août à Bâle ; danger constitué par l'enveloppe en tôle mal fixée d'un conteneur-citerne pendant son déplacement le 19 septembre à Claro.

2 voyageurs ont été grièvement blessés et 22 voyageurs l'ont été légèrement lors des événements annoncés au SESE. 3 collaborateurs des entreprises ferroviaires sont morts de leurs blessures, 2 ont été grièvement blessés et 17 l'ont été légèrement. 20 autres personnes ont trouvé la mort en lien avec les transports ferroviaires (trams inclus), tandis que 28 personnes, respectivement 11 personnes étaient grièvement ou légèrement blessées. Depuis plusieurs années, la principale cause d'accidents de personnes est le manque d'attention de personnes qui traversent la voie là où cela est interdit ou qui se trouvent dans le gabarit ferroviaire. Généralement, les entreprises de transport ou d'infrastructure ne peuvent pas influencer directement de tels événements.

Transports à câbles

14 annonces ont été enregistrées en lien avec des installations de transports à câbles. La situation ne justifiait l'intervention d'un enquêteur dans aucun de ces cas et aucune enquête n'a été ouverte.

Lors des événements annoncés, 4 voyageurs ont été grièvement blessés et 1 voyageur était blessé

légèrement. 2 collaborateurs d'entreprises de transports à câble ont subi de graves blessures. Hormis les voyageurs et les collaborateurs, aucune personne n'a été blessée. Le plus fréquemment, les voyageurs ont été blessés en montant ou en descendant de l'installation à câble.

Bus

Le SESE a été alerté lors de 14 incidents liés à des bus. Tout comme pour les installations à câble, la situation ne justifiait dans aucun cas l'intervention d'un enquêteur ou l'ouverture d'une enquête.

4 voyageurs ont été légèrement blessés lors des événements signalés. Les collaborateurs des entreprises de transport par bus n'ont pas été blessés. Outre les voyageurs, 2 autres personnes sont décédées de leurs blessures, 5 personnes ont été grièvement, tandis que 3 personnes l'étaient légèrement. 6 des 14 événements étaient liés à des incendies, aucun blessé n'étant à déplorer dans ces cas. Les dommages corporels ont été la conséquence de collisions entre les bus et d'autres usagers de la route.

Navigation intérieure

Le SESE a été alerté à quatre reprises en 2018. Dans deux cas, le navire avait échoué sur le fond. Dans un autre cas, un bateau en service régulier était entré en collision avec un bateau à moteur lors de son accostage. Dans le quatrième cas, la panne d'une centrale hydroélectrique au fil de l'eau avait déclenché une onde de crue qui a causé des dégâts aux bateaux amarrés. Une enquête a été ouverte. Personne n'a été blessé.

Navigation maritime

Deux incidents impliquant des navires de haute mer navigant sous pavillon suisse ont été annoncés au SESE en 2018. Dans l'un de ces cas, un bitumier a légèrement touché le fond alors qu'il était guidé hors d'un port. Ni le navire ni l'environnement n'ont subi de préjudice. La deuxième annonce concernait un navire de plaisance battant pavillon suisse qui avait lancé par erreur un message de détresse (« Emergency Position Indicating Radio Bacon », EPIRB). Dans l'un et l'autre cas, la situation ne justifiait pas l'ouverture d'une enquête de sécurité pour prévenir d'autres incidents.

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. Mais 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 raisons d'un accident ou d'un incident grave. Cette situation prévaut dans les pays membres de l'UE également pour le domaine ferroviaire depuis que la directive (UE) 2018/798 du parlement européen et du conseil relative à la sécurité ferroviaire a été introduite. Compte tenu de la séparation des pouvoirs, le service d'enquête n'ordonne pas lui-même les mesures visant à améliorer la sécurité, il les propose aux instances compétentes, qui conservent donc leur pleine responsabilité. Le service d'enquête de sécurité (en Suisse, le SESE) s'adresse

aux autorités de surveillance compétentes. Il leur présente, dans le cadre d'un rapport intermédiaire ou définitif, les éventuels déficits de sécurité et leur soumet les recommandations de sécurité correspondantes. Il incombe ensuite à l'autorité de surveillance compétente, conjointement aux acteurs concernés des transports, de décider si et comment il faut mettre ces recommandations de sécurité en œuvre.

L'Union européenne a fondé en 2003 l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA). Celle-ci veille, sur mandat des États membres, à ce que les dispositions relatives à la sécurité aériennes soient uniformes et contraignantes pour l'aviation européenne. L'AESA s'emploie toujours plus depuis lors à exercer ses compétences en particulier dans les domaines de la technique, des opérations de vol, de la sécurité aérienne et des aéroports et aérodromes. 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. Comme la Suisse

a décidé de participer à l'AESA, cette nouveauté s'applique aussi à l'aviation civile de notre pays. C'est pourquoi le Service suisse d'enquête de sécurité adresse ses recommandations de sécurité relatives à l'aviation soit à l'AESA, soit à l'Office fédéral de l'aviation civile, selon les compétences.

S'agissant des chemins de fer, la réglementation de l'UE revêt une importance toujours plus grande, notamment en ce qui concerne l'interopérabilité technique dans les transports internationaux. La directive UE relative à la sécurité (2004/49/CE) ne fixe que des références générales, mais elle arrête que chaque État doit disposer d'un service d'enquête de sécurité indépendant. En revanche, la surveillance des chemins de fer concernant la sécurité relève encore intégralement de la compétence des autorités nationales de surveillance en la matière. Ainsi, en vertu de l'art. 48, al. 1, de l'ordonnance du 17 décembre 2014 sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT; RS 742.161, état au 1er février 2015), toutes les recommandations de sécurité dans le domaine des chemins de fer sont adressées à l'Office fédéral des transports (OFT). L'OEIT transpose la directive de l'UE relative à la sécurité (2004/49/CE) de manière équivalente en droit suisse. Cette directive de l'UE sur la sécurité fait partie de l'annexe à l'Accord sur les transports terrestres entre la Suisse et l'UE. Toutefois, l'UE a complètement remanié la directive sur la sécurité en 2016. Désormais, selon cette révision, certaines compétences d'application doivent être assumées par les autorités de l'UE. Si la Suisse suivait cette évolution, il serait prévisible que certaines recommandations du SESE dans le domaine des chemins de fer soient à l'avenir adressées aux autorités de l'UE.

Les objectifs de sécurité et les exigences posées aux installations et à l'exploitation des instal-

lations de transports à câble sont réglementés 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, soit l'Office fédéral des transports pour les installations de transports à câble concessionnées par la Confédération. De ce fait, les recommandations du SESE sont adressées à l'OFT.

Quant à la navigation intérieure concessionnée de la Suisse, des règles nationales s'appliquent principalement. Par conséquent, l'Office fédéral des transports 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 en 2002 l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM). Elle doit réduire le risque d'accidents en mer, la pollution des mers due à la navigation maritime et la perte d'êtres humains en mer. L'AESM conseille la Commission européenne pour les questions techniques et scientifiques 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 éventuelles recommandations de sécurité émises par le SESE sont adressées à l'Office fédéral de la navigation maritime, qui est l'autorité nationale de surveillance.

Après avoir reçu une recommandation de sécurité, les autorités de surveillance informent le SESE des mesures prises en raison des recommandations de sécurité reçues. Si aucune me-

sure n'a été prise, l'autorité de surveillance justifie sa décision. Le SESE répartit comme suit les mesures prises par les autorités de surveillance en lien avec les recommandations de sécurité :

- **Mise en œuvre** : des mesures ont été prises, qui devraient très vraisemblablement réduire ou éliminer le déficit de sécurité constaté ;
- **Mise en œuvre partielle** : des mesures ont été prises, qui devraient très vraisemblablement réduire quelque peu ou éliminer en partie le déficit de sécurité, ou un plan de mise en œuvre contraignant et défini dans le temps a été élaboré et lancé, qui conduira très vraisemblablement à une nette réduction du déficit de sécurité ;
- **Non mise en œuvre** : aucune mesure n'a été prise qui ait induit ou puisse induire une réduction notable du déficit de sécurité.

L'OEIT entrant en vigueur, le SESE a en outre commencé d'émettre au besoin des avis de sécurité en plus de ses recommandations de sécurité. Comme nous l'avons présenté ci-dessus, les recommandations de sécurité sont adressées aux autorités de surveillance compétentes et elles proposent des améliorations exclusivement ou du moins principalement réalisables grâce aux directives ou à l'activité de surveillance desdites autorités. Cependant, il arrive 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 groupes d'intérêts déterminés du domaine des transports. Un tel avis, qui doit aider les personnes et les organisations à identifier un risque, leur fournit des pistes de solution possibles pour le gérer judicieusement.

Toutes les recommandations et tous les avis de

sécurité émis en 2018 par le SESE dans le cadre de rapports intermédiaires ou finaux sont énumérés ci-après. À toutes fins de compréhension, une brève description de l'incident visé et du déficit de sécurité à supprimer sont fournis. À la fin de chaque recommandation de sécurité est indiqué l'état de sa mise en œuvre à mi-février 2019. L'état de mise en œuvre actuel des recommandations de sécurité et d'autres détails sont disponibles sur le site web du SESE.

5.2 Aviation

Grave incident d'un avion commercial dans la phase de descente à 110 NM à l'ouest-nord-ouest de Bâle, le 21.11.2014

Lors d'un vol de ligne de Newark à destination de Zurich, à bord d'un appareil de type Airbus A330-343, le signal d'alerte ambré CAB PR SYS 1 FAULT s'est allumé dans la cabine de pilotage pendant la phase de descente du niveau de vol (Flight Level, FL) 370 au niveau FL 310. Une minute plus tard, un signal sonore retentissait (« single chime ») et, simultanément, le message d'alerte ambré CAB PR SYS 1+2 FAULT est apparu. Les membres de l'équipage ont fixé leur masque à oxygène avant d'engager une descente d'urgence (« emergency descent ») et d'en informer le personnel de cabine. Peu de temps plus tard, l'équipage envoyait un message de détresse au contrôle du trafic aérien (« mayday ») qui l'autorisait à descendre à FL 150.

L'équipage étant d'avis que les masques à oxygène pouvaient être retirés dans la cabine, il suivit la procédure correspondante, qui exige notamment que l'altitude-pression de la cabine soit réglée manuellement. Après avoir brièvement discuté l'altitude-pression de cabine indiquée, l'équipage jugea qu'elle était en ordre. Environ cinq minutes plus tard, le commandant constata que l'altitude-pression de la cabine n'était plus indiquée. Peu de temps avant l'atterrissage, le copilote remarqua que l'altitude-pression de la cabine apparaissait de nouveau.

Déficit de sécurité

L'enquête a révélé qu'au-dessous de -2060 ft, du fait de sa conception, l'indication numérique de l'altitude-pression de la cabine est remplacée sur la page CAB PRESS par des croix ambrées (« amber crossed ») et que l'indication analogique est masquée. Cette observation vaut également pour l'indication de la pression différentielle de cabine (différence

de pression entre la cabine et l'environnement). Les exploitants des appareils n'avaient pas connaissance de ce fait, qui contribue pourtant à ce que l'équipage d'un avion ne peut plus guère régler lui-même manuellement la pression de la cabine en pareil cas.

Recommandation de sécurité n° 504, 23.10.2018

L'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) devrait garantir, conjointement avec le constructeur de l'avion, que l'altitude-pression de la cabine soit indiquée sous une forme adéquate aux équipages en dessous de -2060 ft.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. Par son courrier du 18 janvier 2019, l'Agence européenne de la sécurité aérienne a fait savoir qu'elle prendrait contact avec le constructeur de l'avion pour obtenir les informations nécessaires à l'évaluation de la recommandation de sécurité.

Déficit de sécurité

L'enquête a montré qu'au moment où les deux témoins de la pression dans la cabine ont fait défaut, l'équipage a immédiatement pensé à une éventuelle chute de pression (dépressurisation) et qu'il a envisagé en conséquence une descente d'urgence (« emergency descent ») engagée peu de temps plus tard. L'exécution de la descente d'urgence et le traitement de la liste de contrôle qu'elle implique ont coûté un temps précieux. Pendant ce temps, l'altitude-pression de la cabine chutait à moins de -2060 ft, car en raison de la non-ouverture de la valve de régulation d'échappement (« outflow valve »), la pression a augmenté jusqu'à son maximum, c'est-à-dire jusqu'à la sollicitation de la valve de sécurité.

Avis de sécurité n° 3, 23.10.2018

Thème : entraînement au simulateur

Groupe cible : équipages, responsables de la formation des entreprises de transport aérien, constructeurs d'appareils d'entraînement.

Les entreprises de transport aérien devraient faire en sorte que le thème des problèmes de pressurisation soit appréhendé plus largement lors des exercices au simulateur de vol, de manière à ce que, en cas de problèmes de pressurisation, les équipages ne se focalisent pas uniquement sur une dépressurisation (« decompression ») et une descente d'urgence (« emergency descent »).

Accident d'un avion léger, Zweisimmen, 27.04.2015

Dans le cadre d'un vol de contrôle annuel interne obligatoire au sein du groupe de vol, une panne de moteur combinée à un virage de retour a été simulée à faible altitude au-dessus

du sol. La puissance du moteur du léger appareil n'a pas pu être accrue, ce qui a conduit à un accident. Le pilote et un instructeur de vol ont été blessés et l'avion a été détruit.



Déficit de sécurité

L'enquête a permis de relever que le constructeur a publié dans le manuel de vol de l'avion (Aircraft Flight Manual, AFM) du HB-WAS, au chapitre des procédures d'urgence, les recommandations suivantes concernant le virage de retour après le départ en cas de panne d'un moteur :

« 3.2.1.2. *Panne de moteur au décollage*

Selon la vitesse et l'altitude de vol, il faut immédiatement pousser le manche, veiller à la vitesse de plané (90-100 km/h) et reprendre le contrôle de l'appareil.

Pour négocier un virage de retour, l'altitude minimale au-dessus du sol est d'env. 80 m après la mise en vol plané.

À une hauteur inférieure, il faut atterrir en ligne droite ou en procédant à de petites modifications de la direction. »

Le réglage de la puissance du moteur sur l'avion de type C 42 s'effectue au moyen de deux manettes des gaz. Ces manettes, qui se trouvent au centre devant chaque siège, peuvent être rabattues latéralement vers la porte du cockpit pour faciliter l'entrée ou la sortie. La conception de ce système ne comporte pas de butée mécanique de la manette des gaz à la position de « point mort ». Lorsque la manette des gaz est complètement tirée vers l'arrière, la tête de vis argentée se trouve à environ 5 mm du bord avant du siège du pilote.

Selon le manuel de montage du fabricant de moteurs, la manette des gaz devrait être munie, côté cellule, d'une butée mécanique susceptible d'être ajustée, après la pose du câble des gaz, avec les butées de point mort des deux carburateurs. Un test a démontré que si l'on dépasse de quelques millimètres les butées mécaniques de point mort des carburateurs, le moteur peut s'arrêter de lui-même.

Avis de sécurité n° 11, 27.03.2018

Thème : procédure d'urgence concernant le Comco Ikarus C 42 ; panne de moteur après le départ

Groupe cible : pilotes et instructeurs de vol de l'aviation générale, constructeurs, écoles de pilotage et Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)

La recommandation du constructeur dans le manuel de vol de l'avion contredit clairement les recommandations

généralement diffusées dans les manuels usuels des organisations aériennes suisses de renom. En outre, le constructeur n'indique pas à quelles conditions de tels virages de retour seraient idéalement praticables. En l'occurrence, une manœuvre de retour a été engagée à une altitude comprise entre 135 et 255 m au-dessus du terrain, soit nettement plus haut que l'altitude minimale mentionnée. Cette manœuvre n'a pas permis à l'équipage de regagner le terrain d'aviation. Ce cas montre que pour fixer une hauteur de décision, il est nécessaire d'analyser avant le départ les facteurs situationnels pertinents tels que la piste, les obstacles, la topographie, le vent, la masse, etc. Les exploitants de ce type d'appareil, tout spécialement, devraient sensibiliser leurs pilotes et thématiser le risque en conséquence.

Avis de sécurité n° 12, 27.03.2018

Thème : conception du système de réglage de la puissance du moteur pour les appareils de type Comco Ikarus C 42

Groupe cible : pilotes et instructeurs de vol de l'aviation générale, constructeurs, écoles de pilotage, entreprises d'entretien et Office fédéral de l'aviation civile (OFAC)

Aucun élément n'a permis de conclure à des défauts techniques préexistants qui auraient pu causer l'accident ou influencer l'influencer. En particulier, l'examen technique du moteur n'a fourni aucun indice pouvant expliquer la panne de moteur.

On ne saurait fondamentalement exclure que l'équipage du HB-WAS ait manipulé trop brusquement la manette des gaz en voulant corriger la descente trop abrupte de l'appareil et que le moteur ait calé de ce fait. Notons toutefois que ce phénomène survient rarement avec ce type de moteur.

La conception du système de réglage de la puissance du moteur du Comco Ikarus C 42 ne prévoit pas, dans le cockpit, de butée mécanique à la manette des gaz pour la position du « point mort ». Il est donc possible qu'en tirant en arrière la manette des gaz jusqu'au bord avant du siège, les butées mécaniques des carburateurs aient été involontairement soumis à une trop forte pression. Il en résulte un arrêt du moteur, comme un test l'a démontré. Ce cas de figure serait exclu si une butée mécanique était prévue dans le cockpit, comme le fabricant du moteur l'estime nécessaire.

Incident grave d'un avion commercial pendant la circulation au sol, aéroport de Berne, 07.12.2015

L'avion commercial Dornier DO 328-100 roulait en marche arrière (« back track ») sur la piste 32, après la tombée de la nuit, en vue d'un départ sur la piste 14, qui était alors en exploitation. Le contrôleur de la circulation aérienne communiqua à l'équipage une visibilité (Runway Visual Range, RVR) à 600 m. En passant du bout de la piste sur l'aire de demi-tour

de piste (« runway turn pad »), le commandant ne vit pas la ligne jaune marquée au sol. Cette ligne devait le guider optiquement dans le changement de direction de 180° à venir. Les deux pilotes ont en outre déclaré ne plus se souvenir avoir vu les lampes rouges en fin de piste.

Lorsque le commandant remarqua qu'il avait perdu l'orientation le long de la piste, il commença à freiner. L'avion termina sa course dans l'herbe immédiatement après l'aire de demi-tour de piste.

Déficit de sécurité

La délimitation de l'aire de demi-tour sur piste était assurée par des feux bleus. Ceux-ci étaient difficilement distinguables en roulant sur la piste 32, notamment en raison du puissant éclairage du balisage d'approche de la piste 14.

Recommandation de sécurité n° 532, 26.09.2018

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, en coopération avec l'exploitant de l'aéroport, chercher des solutions permettant aux équipages de bien distinguer les limites de l'aire de demi-tour de piste.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. Dans son courrier du 6 décembre 2018, l'Office fédéral de l'aviation civile a communiqué que les lignes jaunes délimitant les deux aires de demi-tour de piste ont été marquées lors de l'assainissement de la piste à la fin de l'été 2017. L'exploitant de l'aéroport a fait savoir que les feux bleus délimitant le périmètre avaient été remplacés par des lampes LED plus puissantes.

Déficit de sécurité

Pendant que l'appareil roulait sur la piste, l'équipage décida de déterminer pour le départ les vitesses de sécurité prévues dans des conditions givrantes (« icing speeds »). À cet effet, le copilote a utilisé le laptop embarqué. Il a fait savoir au commandant qu'il ne pourrait plus regarder dehors. Le commandant a pour suivi le roulement.

Avis de sécurité n° 17, 26.09.2018

Thème : rouler dans des conditions de mauvaise visibilité

Groupe cible : équipages, responsables de la formation des entreprises de transport aérien.

Les entreprises de transport aérien devraient sensibiliser les équipages à la nécessité d'adapter la vitesse de roulement, particulièrement lorsque les conditions de visibilité sont mauvaises, et de limiter les opérations dans le cockpit à leur strict minimum. L'avion devrait être arrêté pour effectuer des travaux qui interrompent le circuit fermé (« closed loop »).

**Grave incident d'hélicoptère près de Worb,
06.04.2016**

Un feu ouvert s'est déclaré dans le moteur (domaine du générateur) d'un hélicoptère de type Robinson R22 Beta II pendant un vol de formation. Après l'atterrissage, l'équipage a pu éteindre le feu, qui avait été causé par un court-circuit entre un condensateur antiparasite installé après coup et le raccordement du générateur.

Déficit de sécurité

Conformément à une autorisation de l'administration américaine de l'aviation concernant la production de pièces de rechange et de modification pour aéronefs (FAA/PMA), il est permis de monter un condensateur antiparasite de type LoneStar Aviation Corp. LS03-01004 sur divers avions légers (p. ex. Cessna C172). Cependant, le guide d'installation ne décrit pas comment le condensateur antiparasite doit être monté.

En conséquence, le condensateur antiparasite peut être monté de telle manière qu'un court-circuit électrique puisse survenir entre le boîtier du condensateur relié à la masse et le raccordement de générateur.

De manière générale, on ne dispose pas toujours d'un guide d'installation détaillé pour les composants FAA/PMA dont le montage dans certains types d'aéronef est autorisé. Le SESE y voit un risque fondamental que soient effectuées des installations qui recèlent un potentiel de danger latent ou à long terme.

Avis de sécurité n° 18, 06.02.2018

Pour tous les aéronefs sur lesquels un condensateur antiparasite a été monté après coup sur le générateur, conformément à une FAA/PMA, il faudrait s'assurer qu'un court-circuit électrique est exclu entre le boîtier du condensateur relié à la masse et le réseau électrique de bord.

Rapprochement dangereux entre un avion commercial et un avion léger au nord-est de Friedrichshafen, 21.4.2016

Le deuxième jour du salon aéronautique « Aero Friedrichshafen », à environ 10 NM au nord-est de l'aéroport de Friedrichshafen, un dangereux rapprochement s'est produit entre un avion commercial en guidage radar pour son vol d'approche de la piste 24 et un avion léger soumis aux règles du vol à vue qui, venant du sud-est, était en contact avec l'organe du contrôle de la circulation aérienne. L'incident est survenu dans la classe d'espace aérien Echo à une altitude de 4000 ft au-dessus du niveau moyen de la mer

(Above Mean Sea Level, AMSL). La distance la plus courte entre les deux appareils a été de 0,5 NM horizontalement et de 100 ft verticalement.

Déficit de sécurité

Conformément aux directives de la carte de vol à vue spécialement publiée pour le salon aéronautique, les approches vers la piste en dur au sens d'exploitation 24 sont effectuées via le point de compte rendu obligatoire OSCAR, au nord de l'aéroport. Il est recommandé de ne pas naviguer dans le corridor d'approche à une altitude supérieure à 4000 ft AMSL. Par conséquent, le trafic selon les règles de vol à vue (Visual Flight Rules, VFR) doit traverser l'axe de la piste lors d'une approche du sud-est.

De plus, eu égard à l'absence d'une limitation de l'altitude de vol dans le domaine du corridor d'approche et hors de la zone de contrôle (Control Zone, CTR) de Friedrichshafen, il faut prévoir une concentration accrue de trafic mixte au nord-est de l'aéroport lorsque surviennent simultanément des vols d'approche selon les règles de vol aux instruments (Instrument Flight Rules, IFR), par étape de base droite vers la piste 24.

La possibilité de regrouper le trafic VFR transversal à la piste par les points de compte rendu VFR NOVEMBER et SIERRA pour les vols d'approche et de décollage, comme le prévoit l'exploitation normale, permet une ségrégation géographique du trafic IFR sur les pistes 06 et 24. De même, le trafic VFR proche de la zone de contrôle (CTR) est échelonné verticalement grâce à la limitation de l'altitude de vol à 3000 ft AMSL pour les vols d'approche et de départ et ainsi séparé du trafic IFR, puisque celui-ci n'empiète pas sur la trajectoire de descente aux instruments en dessous de 4000 ft AMSL.

La gestion de la structure de l'espace aérien autour de l'aéroport de Friedrichshafen est répartie entre plusieurs prestataires de services de navigation aérienne (Air Navigation Service Provider, ANSP). Leur organisation des compétences, services assignés, droits et obligations comporte de nombreuses interfaces qui entravent, voire empêchent une mise en œuvre rapide de procédures axées sur la pratique.

C'est pourquoi le SESE détecte des risques systémiques dans les directives d'exploitation et dans la carte de vol d'approche à vue publiée spécialement pour le salon aéronautique.

Recommandation de sécurité n° 541, 25.09.2018

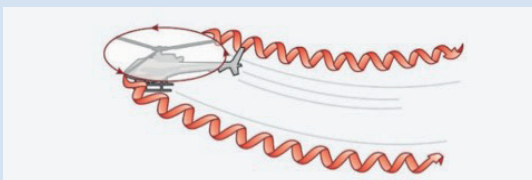
L'Office fédéral allemand de la surveillance de la navigation aérienne (BAF) devrait, conjointement avec le Service allemand de contrôle du trafic aérien (DFS), Skyguide et Austro Control GmbH, examiner dans quelle mesure on pourrait améliorer le concept d'exploitation pendant le salon aéronautique.

État de la mise en œuvre

En attente de réponse

Grave incident d'un avion léger en relation avec un hélicoptère, aéroport de Berne, 12.08.2016

Après avoir touché le sol et être reparti (« posé-décollé » ou « touch and go »), un avion léger de type Aero AT-3 est entré peu de temps plus tard dans les turbulences de sillage (« wake turbulence ») laissées par un hélicoptère qui venait de survoler l'axe de la piste. L'équipage de l'appareil n'a pu éviter une chute de justesse.



Déficit de sécurité

Selon l'enquête, le facteur causal de ce grave incident réside dans le fait que l'organe responsable du contrôle aérien et les équipages n'étaient pas suffisamment conscients du danger que représentent les turbulences de sillage d'un hélicoptère.

Recommandation de sécurité n° 542, 20.09.2018

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, conjointement avec les écoles de pilotage et les autres milieux des transports concernés, garantir que les pilotes et les autres personnes impliquées dans les opérations de vol soient instruites et sensibilisées quant aux turbulences de sillage des hélicoptères et des dangers qu'elles génèrent.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Le 10 janvier 2019, l'OFAC a publié sur sa page web, dans la rubrique « Stay safe ! », une contribution qui thématise le danger que constituent les turbulences de sillage d'hélicoptère en se référant aux explications correspondantes du rapport d'enquête du SESE. De plus, l'OFAC a publié, dans le cadre de ses recommandations SAND (« Safety Awareness Notification Data »), la contribution FOCA SAND-2019-001, qui explique la thématique des turbulences de sillage d'hélicoptère en se rapportant aux informations de documents de référence comme le rapport d'enquête du SESE et les rapports de l'armée de l'air et des autorités aéronautiques américaines.

Le SESE considère que sa recommandation de sécurité n'a été que partiellement mise en œuvre, car une solution basée sur la coopération directe des écoles de pilotage et des autres milieux des transports concernés, qui sensibiliserait les pilotes et les autres personnes impliquées dans les opérations de vol aux turbulences de sillage des hélicoptères et au danger qu'elles représentent, n'a pas été recherchée à ce stade.

Accident d'un avion remorqueur, Berne-Belp, 15.07.2017

Au retour d'un remorquage de planeurs, durant le vol d'approche du remorqueur vers le terrain de vol à voile, la distance à un planeur qui le précédait n'était plus suffisante. Le pilote du remorqueur décida de réaliser une boucle complète à proximité du sol, afin d'accroître la distance entre les appareils. Pendant cette manœuvre, il perdit la maîtrise de remorqueur au point que celui-ci entra en collision avec le toit d'une maison.



Déficit de sécurité

L'examen de cet accident montre que le pilote accidenté avait une conception erronée du contenu de la convention passée sous la surveillance de l'OFAC entre le groupe de vol à voile et l'organe chargé de la navigation aérienne. L'enquête a révélé que d'autres pilotes du groupe de vol à voile avaient eux aussi de semblables idées fausses. La dite convention sur le vol à voile prévoit une réglementation spéciale pour la transmission d'information sur la circulation aux aéronefs participant aux opérations de vol à voile. L'organe de navigation aérienne ne fournit pas d'indication à ces avions sur leur propre trafic. Mais si un aéronef sans lien aux opérations de vol à voile se déplace dans la zone de contrôle, l'organe de navigation aérienne doit fournir les informations sur la circulation comme cela est usuel dans la classe d'espace aérien D. Si cette réglementation est parfaitement claire en théorie, elle peut néanmoins susciter de fausses attentes parmi les pilotes ou causer une incertitude quant aux informations communiquées. Notons en outre qu'un standard de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) relatif aux règles applicables aux classes d'espace aérien est annulé localement en l'occurrence. De ce fait, les filets de sécurité prévus par l'OACI, comme la communication d'informations sur la circulation, sont éliminées, ce qui a contribué à la mise en danger dans l'accident visé.

Recommandation de sécurité n° 544, 13.11.2018

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, conjointement à Skyguide, responsable de la navigation aérienne, et au groupe de vol à voile de Berne, réexaminer l'opportunité de ladite convention sur le vol à voile et, s'il fallait la conserver, garantir par des mesures appropriées que cette réglementation spéciale puisse être appliquée simplement et sûrement par les utilisateurs.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Dans son courrier du 19 février 2019, l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) fait savoir qu'il est favorable à cette recommandation de sécurité. Depuis l'accident, une analyse interne des procédures de vol à voile a été réalisée à l'aéroport de Berne et l'on a organisé des ateliers internes concernant le secteur de vol à voile LB. L'OFAC partage l'avis selon lequel il est essentiel que le contenu de la convention sur les procédures passées entre l'aéroport de Berne, Skyguide et le groupe de vol à voile de Berne soit compris. C'est pourquoi l'OFAC, représenté par deux sections, a pris cette année une part active à la séance d'instructions qui ouvrait la saison du groupe de vol à voile de Berne, le 9 mars 2019. À cette occasion, une présentation a exposé la procédure valable, en particulier l'importance des informations sur la circulation, et l'on a abordé les problèmes que rencontrent le groupe de vol à voile et Skyguide. En outre, un atelier sur le thème « Secteur de vol à voile LB », qui réunissait des représentants de l'OFAC, de Skyguide, de l'aéroport de Berne, de l'Aéroclub et du groupe de vol à voile de Berne, a été organisé le 19 mars 2019 à Ittigen dans les locaux de l'OFAC. La recommandation de sécurité a aussi été intégrée bilatéralement entre l'OFAC et Skyguide.

Déficit de sécurité

L'accident examiné montre que, pour le pilote d'un avion léger qui n'avait pas pu atterrir comme prévu, une procédure de remise des gaz n'était pas une solution évidente qu'il était en mesure d'appliquer sûrement. L'expérience générale montre que la remise des gaz est rarement effectuée. Bien qu'il s'agisse d'une procédure standard, elle n'est souvent pas maîtrisée ou réalisée de manière sûre.

Avis de sécurité n° 22, 13.11.2018

Thème : exercice de la procédure de remise des gaz

Groupe cible : pilotes d'avions légers

Il apparaît judicieux d'exercer régulièrement la procédure de remise des gaz, par exemple dans le cadre des vols d'entraînement, de manière à ce que cette procédure soit disponible et réalisable en tout temps dans les situations critiques où un atterrissage sûr ne semble pas possible.

Accident de travail lié à l'utilisation d'un hélicoptère, Tesserete, 13.10.2017

Dans le cadre d'un transport de charges par hélicoptère, deux travailleurs dans le domaine de danger ont été heurtés et sérieusement blessés par des éléments préfabriqués qui se sont renversés sous l'effet des turbulences du rotor (déflexion de l'air vers le bas ou « downwash »).

Déficit de sécurité

Par le passé, les accidents causés par la déflexion de l'air vers le bas lors de vols professionnels ou de sauvetage, qui ont blessé grièvement ou mortellement des personnes dans le domaine de danger, ont régulièrement fait l'objet d'enquêtes de sécurité.

Recommandation de sécurité n° 540, 31.07.2018

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, conjointement avec la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (SUVA) et les entreprises de transport par hélicoptère, prendre des mesures visant à améliorer, lors de vols de transport par hélicoptère, la sécurité des collaborateurs et des tiers face aux conséquences de la déflexion de l'air vers le bas générée par les rotors.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Par courrier du 1er novembre 2018, l'OFAC a communiqué que de nouvelles procédures d'exploitation normalisées (« Standard Operating Procedures », SOP) ont été élaborées et approuvées en avril 2017, lors de l'introduction des opérations spécialisées (« Part Specialised Operations », SPO), en coopération avec la Swiss Helicopter Association (SHA) et les exploitants. S'agissant de l'élaboration des SOP, la SUVA a été impliquée pour les « montages au sol ». Le rapport final n'indique pas si l'entreprise a respecté la procédure SOP. Aux yeux de l'OFAC, la procédure SOP couvre suffisamment le contenu de la recommandation de sécurité pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y ajouter des mesures.

Après l'introduction des procédures SPO le 21 avril 2017 ou la publication en octobre 2014 de la première édition des neuf règles vitales (« 9. Auf Gefahr durch Rotorabwind achten »), l'accident dont il est question est le deuxième examiné par le SESE où la déflexion de l'air vers le bas a joué un rôle direct. C'est pourquoi le SESE est d'avis qu'il serait indiqué d'approfondir la sensibilisation aux dangers liés au phénomène du « downwash » causé par les rotors, afin d'améliorer la sécurité des collaborateurs et des tiers.

Accident d'un avion commercial historique, Flims, 04.08.2018

Le 4 août 2018, à 16h10, l'avion commercial historique Junkers Ju 52/3m g4e, enregistré sous HB-HOT et exploité par Ju-Air, démarrait de l'aérodrome de Locarno pour un vol à destination de l'aérodrome militaire de Dübendorf. L'appareil entra en collision avec le sol à 16h56, quasiment à la verticale, à environ 1,2 km au sud-ouest du Piz Segnas. Les 20 personnes à bord de l'avion ont été tuées dans l'accident. L'appareil a été détruit.



Déficit de sécurité

Des dommages considérables dus à la corrosion ont été constatés dans l'épave du HB-HOT sur les longerons, les charnières, les ferrures des ailes et dans la zone de la plaque du fond de la cabine. Deux des trois moteurs étaient munis de nouveaux disques à cames qui présentaient des défauts. Compte tenu de leur même année de construction, de leur même genre d'exploitation et de leurs durées d'exploitation semblables, les avions apparentés HB-HOP et HB-HOS devraient probablement présenter des défauts analogues.

Recommandation de sécurité n° 548, 21.11.2018

L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait, en coopération avec les entreprises de transport aérien, garantir par des mesures appropriées que les appareils apparentés HB-HOP et HB-HOS soient contrôlés quant aux dommages dus à la corrosion et aux défauts des composants du système.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. Par son courrier du 28 mars 2019, l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) a communiqué qu'il est favorable à la recommandation de sécurité. Il a retiré jusqu'à nouvel avis leur certificat de navigabilité aux deux types d'avion HB-HOS et HB-HOP. Se fondant sur les résultats de l'enquête de l'accident et sur les observations réunies dans le programme Ageing Aircraft Programme, l'OFAC a déjà posé des exigences à Ju-Air quant au soutien requis par l'ingénierie, la mise sur pied d'un programme d'inspection et

l'exploitation ainsi que la maintenance.

Les inspections correspondantes et les doléances qui en résulteront doivent être réalisées, respectivement éliminées avant l'octroi d'une autorisation de vol.

Plusieurs audits et une inspection de l'OFAC auprès de Ju-Air ont depuis lors abouti à ce que Ju-Air, conformément à la Partie 145, ne peut plus poursuivre son exploitation en raison de lacunes graves et systémiques. Le certificat de la Partie 145 étant suspendu, Ju-Air a dû cesser immédiatement tous les travaux sur ses aéronefs.

L'OFAC déterminera la suite à donner, notamment en tenant compte des résultats des contrôles encore prévus par la Partie 145.

Aux yeux de l'OFAC, des indices convergents montrent que l'utilisation d'aéronefs historiques ou d'aéronefs sans titulaire du certificat de type (« Type Certificate, TC) recèle des risques accrus. D'une part, les structures du fuselage et de la voilure des appareils et de leurs systèmes ne sont pas construites pour une durée illimitée, de sorte que la poursuite de leur exploitation devrait être soumise à l'observation d'un programme spécifique aux aéronefs vieillissants (« Ageing Aircraft Programme »). D'autre part, sans titulaire du certificat de type, il manque aux appareils une fonction essentielle du maintien de la navigabilité. L'OFAC examine actuellement la mise en œuvre de mesures visant à garantir la navigabilité même en l'absence d'un titulaire de TC. Les points suivants sont envisagés comme mesures de sécurité. Ce catalogue est susceptible d'être élargi selon les observations à venir :

- interdiction de transporter des passagers ou limitation de leur nombre ;
- introduction de mesures pour accroître la perception des risques inhérents au transport éventuel de passagers ;
- limitation des vols au-dessus des zones habitées ou d'infrastructures critiques ;
- maintenance au sein d'une organisation d'entretien agréée par analogie à la Partie 145 ;
- introduction d'une gestion continue de l'entretien sur le modèle des CAMO ;
- intégration d'une gestion de la sécurité dans le domaine de l'entretien ;
- développement et mise en place des compétences nécessaires dans le domaine de l'ingénierie ;
- intégration d'un système d'inspection de la qualité pour les éventuelles activités de construction ;
- introduction d'un programme spécifique aux aéronefs vieillissants (« Ageing Aircraft Programme »).

Déficit de sécurité

L'enquête sur les travaux de maintenance a révélé diverses insuffisances, notamment dans la documentation de l'exécution d'importantes modifications et dans la gestion des pièces de rechange. De telles lacunes représentent un risque potentiel.

Avis de sécurité n° 25, 21.11.2018

L'entreprise de transport aérien et les entreprises de maintenance devraient, avec le concours de l'organisme de gestion du maintien de la navigabilité (Continuing Airworthiness Management Organisation, CAMO), contrôler les processus actuels et les améliorer de manière à garantir la traçabilité des travaux de maintenance et une gestion claire des pièces de rechange.

5.3 Chemins de fer

Déraillement d'une locomotive Bm 6/6, Neyruz, 03.03.2014

Le 3 mars 2019, à 13h50, l'essieu avant d'une locomotive Bm 6/6 tractée déraillait peu après la station de Neyruz. L'enquête a montré que l'essieu était déjà cassé plus de 5 km avant le déraillement. Le déraillement du premier essieu de la locomotive Bm 6/6 a été causé par une rupture d'essieu due à un début de fissure engendré par la corrosion. Selon les investigations, une cause systémique de la rupture de cet essieu réside dans le dépassement important du délai de révision prescrit pour le contrôle des axes aux ultrasons.

Déficit de sécurité

Après être restée hors service pendant plusieurs années, la locomotive Bm 6/6 no 18509 a été remise en exploitation sans vérification de son état. Des dommages dus à la corrosion peuvent apparaître sur l'arbre d'essieu après de longues périodes d'arrêt. Ces dommages peuvent induire des fissures et, partant, un affaiblissement de la résistance. Ces fissures ne sont pas décelables sans contrôle aux ultrasons. On ne sait pas combien d'axes se trouvent dans le même état.

Recommandation de sécurité n° 133, 08.05.2018

L'OFT devrait pourvoir à ce que tous les axes du même type que celui de la Bm 6/6 soient soumis à un contrôle complet non destructif.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Par son courrier du 24 octobre 2018, l'OFT a demandé à tous les détenteurs de véhicules qui comptent des locomotives de type Bm 4/4 et Bm 6/6 dans leur parc de garantir que soit effectué régulièrement un contrôle non destructif de la présence de fissures, aux intervalles prévus dans les instructions de maintenance des véhicules. Si la preuve de ce contrôle répétitif ne peut pas être faite, un nouveau contrôle non destructif devra être effectué. En plus, avant la remise en service d'une locomotive qui a été hors service ou garée une longue période,

un contrôle non destructif des essieux devra être effectué. Les résultats des contrôles doivent être documentés. Les détenteurs avaient jusqu'au 31 janvier 2019 pour informer l'OFT des mesures prises.

Collision de deux compositions de véhicules de chantier, Immensee, 18.03.2015

Des travaux de transformation de la voie, comprenant un assainissement du sous-sol, étaient en cours à Immensee. Une composition de véhicules de chantier, formée de véhicules particuliers, était engagée à cette fin. Au terme des travaux, le mercredi 18 mars 2015 à environ 03h45, la composition des véhicules de chantier fut séparée en deux compositions censées rouler indépendamment l'une de l'autre en direction de Arth-Goldau. La première composition devait attendre à Brunnmatt, avant le changement de voie, de poursuivre son itinéraire. À 04h27, dans un mouvement de manœuvre conduit de manière indirecte, la deuxième composition entra en collision avec la première composition qui était à l'arrêt. Un chef de manœuvre fut tué, un ouvrier ferroviaire fut grièvement blessé et quatre ouvriers ferroviaires subirent de légères blessures. Les dommages matériels aux véhicules et à l'infrastructure ont été importants.

Cette collision des deux compositions de véhicules de chantier est due au fait que plusieurs personnes engagées dans différentes fonctions n'ont pas observé les directives relatives à l'application correcte des processus de manœuvre impliquant des véhicules particuliers, qu'elles n'ont pas respecté les règles de communication orale et qu'elles n'ont pas rempli les rôles définis. Il en a résulté des niveaux de connaissance inégaux parmi les personnes impliquées et des malentendus concernant l'extension du chantier, les compétences sur le tronçon entre Immensee et le changement de voie de Brunnmatt et, partant, le franchissement du tronçon entre Immensee et le changement de voie de Brunnmatt.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- l'absence de remise en question des divergences et comportement inadéquat de plusieurs personnes inconscientes des risques de sécurité ;
- les défauts préexistants de l'appareil radio du chef de manœuvre 2 (mauvais fonctionnement de la touche d'envoi);
- la tonalité de contrôle, enclenchée, laissait l'impression que l'utilisateur était encore conscient, respectivement qu'il était encore capable d'agir.



Déficit de sécurité

Lors de mouvements de manœuvre conduits de manière indirecte sur une certaine distance, lorsque le chef de manœuvre ne donne pas d'instruction au mécanicien de locomotive, une tonalité de contrôle est le seul signal entre ces deux personnes qui permette de surveiller la liaison. Mais la réception de la tonalité de contrôle ne donne pas la garantie que l'utilisateur de l'appareil radio est encore conscient ou capable d'agir.

Recommandation de sécurité n° 134, 18.09.2018

Le SESE recommande à l'OFT de ne plus autoriser la surveillance technique des liaisons (p. ex. la tonalité de contrôle pour les liaisons de communication qui importent à la sécurité) que si cette surveillance dépend assurément d'une action délibérée de l'utilisateur.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. L'OFT note que, dans le cas d'espèce, lors de l'application du processus d'exploitation conforme aux PCT R 300.3, chiffre 9.4.5, la situation est différente selon que la surveillance de la liaison est assurée techniquement par transmission en phonie par le chef de manœuvre (qui prononce les mots « venir » ou « rouler »). La variante de transmission en phonie comprend simultanément une surveillance de l'état du chef de manœuvre : lorsqu'il ne parle plus (p. ex. suite à une perte de conscience), la surveillance de la liaison est désactivée et le mécanicien de locomotive réagit en conséquence. Une tonalité de contrôle activée (selon les modalités qui prévalaient dans l'événement en question) continue de fonctionner si le chef de manœuvre n'est plus en mesure de la désactiver manuellement.

Fondamentalement, l'OFT juge que le processus d'exploitation et ses directives souveraines relatives à l'exploitation opérationnelle des chemins de fer (PCT) sont complets et que le niveau de précision de la réglementation est adéquat. Dans le contexte de la recommandation de sécurité, les DE-OCF, ad art. 38, DE 38.1, ch. 4, contiennent la base légale de rang supérieur suivante :

« Les caractéristiques des installations de sécurité et des ap-

plications télématiques doivent être coordonnées avec les processus d'exploitation et les prescriptions d'exploitation ». Toutefois, les directives techniques souveraines (OCF/DE-OCF) ne contiennent actuellement aucune autre exigence visant une surveillance technique des liaisons.

L'OFT analysera, dans le cadre du développement des dispositifs réglementaires (OCF/DE-OCF & OCT), la question de savoir si les directives techniques souveraines et le contexte des directives d'exploitation sont suffisantes. Au besoin, il pourvoira aux adaptations adéquates.

Déficit de sécurité

La commande des marches et, de ce fait, la détermination de l'annonce de conduite de train pour les compositions de véhicules de chantier ont été transférées à un mécanicien de locomotive. Il manquait un concept de conduite de train comprenant le régime de conduite qui précise comment la composition des véhicules de chantier devait circuler à destination et à partir du chantier ainsi que les mesures de sécurité nécessaires à cet effet.

Avis de sécurité n° 13, 18.09.2018

Groupe cible : entreprises d'infrastructures.

Le rôle et les tâches de la direction de la sécurité, notamment la responsabilité de la sécurité lors de la planification et de l'exécution de chantiers doivent être vérifiés. Dans ce cadre, il faut considérer des aspects tels que la charge pour le personnel et la surveillance des mesures de sécurité.

Déficit de sécurité

Les acteurs ne connaissaient pas tous la différence entre les notions de « protéger » et d'« interdire » les voies, ni leur signification, en relation avec l'acheminement d'un véhicule particulier. Le fait que des mesures techniques d'interdiction de voies soient assimilées à une sécurisation a conduit à des malentendus dans la communication et à des actions inappropriées.

Avis de sécurité n° 14, 18.09.2018

Groupe cible : mécaniciens de locomotive, chefs de manœuvre, chefs de conduite de train, personnel engagé sur les chantiers.

La différence entre « sécuriser » et « interdire » les voies de même que la signification de ces termes devraient être expliquées dans le cadre des formations et des formations continues, sur la base des PCT et des DE-PCT Infra, aux mécaniciens de locomotive, chefs de manœuvre et chefs de conduite de train ainsi qu'au personnel engagé sur les chantiers, en particulier aux chefs et directeurs de la sécurité. Cette mesure garantira que ces notions soient correctement utilisées.

Collision d'un mouvement de manœuvre refoulé avec des véhicules stationnés en avant-gare de Zurich (« Zürich Vorbahnhof »), 18.10.2015

Le 18 septembre 2015, à 12h22, un mouvement de manœuvre refoulé, composé de plusieurs voitures et d'une locomotive de manœuvre, entrainé en collision dans l'avant-gare de Zurich (« Zürich Vorbahnhof ») avec une composition de voitures en stationnement. Plusieurs véhicules ont été considérablement endommagés. Aucun passager ne se trouvait à bord des véhicules. Le mécanicien de la locomotive de manœuvre, légèrement blessé, a reçu un traitement médical.

La collision d'un mouvement de manœuvre refoulé avec une composition de train à l'arrêt s'explique par le fait que le chef de la manœuvre, tablant sur un trajet sans encombre jusqu'à la destination, n'avait pas adapté la vitesse de déplacement à l'indication « avancer prudemment » donnée par le signal nain. Un arrêt à temps n'était dès lors plus possible.

Les facteurs de l'accident sont notamment les suivants :

- une voie de but erronée a été demandée ;
- cette voie de but demandée par erreur était occupée par des véhicules à l'arrêt ;
- le déroulement routinier des opérations a conduit à anticiper un trajet sans encombre et à n'accorder qu'une importance secondaire au message du signal nain « avancer prudemment ».



Déficit de sécurité

Le personnel est conscient de l'importance que revêt le message « avancer prudemment » d'un signal nain. La routine du déroulement des opérations conduit à penser que le trajet sera exempt d'obstacle, de sorte qu'une importance secondaire est attribué à un signal nain indiquant « avancer prudemment ». Il incombe au personnel de manœuvre de veiller à l'exécution sûre d'un mouvement de manœuvre. Si l'idée que l'on se fait d'une voie libre jusqu'à la destination envisagée ne correspond pas à la situation effective (voie de but erronée, obstacle sur le trajet), la probabilité d'une collision ou d'un déraillement augmente.

Recommandation de sécurité n° 109, 02.03.2017

L'OFT devrait mener, pour le service de manœuvre, une étude approfondie sur les contradictions entre les prescriptions en vigueur et la réalité des opérations, afin de prendre des mesures en conséquence.

Cette étude devrait traiter les thèmes suivants :

- A) Où se situent les accidents survenus lors de manœuvres, en termes de risque (fréquence et importance), par rapport aux autres accidents sur lesquels les entreprises ferroviaires ont une influence ? Dans quelle mesure est-il nécessaire de prendre des mesures face à ces risques et à leur évolution possible (acceptation du risque) ?
- B) Des déficits de sécurité sont-ils constatés dans les mouvements de manœuvre en raison de la commande centralisée des installations d'aiguillage ?
- C) Quelles sont les différences, s'agissant d'installations munies de signaux nains, entre le comportement du personnel au quotidien et les réglementations prévues par les Prescriptions de circulation des trains pour les mouvements de manœuvre ?
- D) Quelle est l'influence sur le déroulement des opérations d'un comportement conforme aux prescriptions lors d'un mouvement de manœuvre dans les systèmes à signaux nains ? Quelles mesures nécessaires faut-il en déduire ?
- E) Quelles sont les mesures permettant d'éliminer un éventuel conflit entre un comportement conforme aux prescriptions lors d'une manœuvre dans les systèmes à signaux nains et un déroulement harmonieux des opérations ?
- F) Comment se présenterait un filet de sécurité qui, par analogie aux systèmes de contrôle des trains, agirait sur les véhicules en mouvement du service de manœuvre ?
- G) Quelles chances et quels risques résident dans des échanges accrus d'informations entre les personnels impliqués des transports et des infrastructures ?
- H) Serait-il judicieux de prévoir des instruments supplémentaires pour assurer le même niveau d'information de tous les acteurs dans les secteurs Transports et Infrastructures. Quelle forme prendraient-ils ?

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Sur la base de son évaluation des risques d'accidents de manœuvre, l'OFT prévoit les mesures suivantes en vue de réduire les risques à moyen et long termes lors de mouvements de manœuvre :

- développement des prescriptions suisses de conduite de train (PCT) (p. ex. PCT 2020) ;
- surveillance de la sécurité portant l'accent sur le contrôle des opérations de la sécurité des manœuvres ;
- utilisation des résultats des travaux conduits avec la Haute école spécialisée de la Suisse du Nord-Ouest dans le domaine des facteurs humains sur les thèmes suivants : styles de surveillance propices à la sécurité (« sicherheitsförderliche Aufsichtsstile »), principes directeurs d'une culture

adéquate de la régulation (« Leitsätze für adäquate Regulationskultur »), surveillance et comportement conforme aux prescriptions dans la pratique opérationnelle (« Aufsicht und vorschriftenkonformes Verhalten in der betrieblichen Praxis ») ;

- accompagnement de possibles développements en vue d'une surveillance technique des mouvements de manœuvre.

L'OFT entend fixer les priorités différemment dans l'allocation de ses ressources. Il renonce à réaliser une étude approfondie.

Collision avec un obstacle de véhicules partis à la dérive, Widnau, 18.05.2016

Le 18 mai 2016, à environ 16h50, un train de marchandises avait été composé sur la voie de raccordement de Widnau. Lors du contact à trois wagons prêts à être emmenés, ceux-ci s'éloignèrent de quelques mètres en direction de l'aire de l'entreprise. Ils entrèrent alors en collision avec une plateforme élévatrice à flèche placée à proximité de la voie. Suite au mouvement de la plateforme causée par l'impact, un collaborateur qui se trouvait sur celle-ci tomba dans le vide et fut mortellement blessé.

Déficit de sécurité

Les collaborateurs de CFF Cargo disposent des connaissances et des autorisations nécessaires à leur activité. La procédure correcte d'accrochage des wagons est transmise dans le cadre de formations internes. Bien que des audits aient été menés pour contrôler la mise en œuvre dans la pratique, la procédure enseignée n'a pas été appliquée dans le cas présent.

Avis de sécurité n° 10, 02.07.2018

Groupe cible : entreprises ferroviaires qui livrent et reprennent des wagons sur des voies de raccordement.

La dérive incontrôlée de wagons représente un risque de sécurité considérable. Le SESE recommande donc aux entreprises ferroviaires concernées d'examiner si ce déficit de sécurité existe également dans les autres équipes de manœuvre. Le cas échéant, il faudrait améliorer les formations et la surveillance de la mise en œuvre dans la pratique.

Déficit de sécurité

Dans sa « Règlement sur l'utilisation des voies de raccordement par CFF Cargo », CFF Cargo prévoit des dispositions de sécurisation des wagons en stationnement qui vont au-delà des Prescriptions de circulation des trains. Les descriptions fournies par les équipes de manœuvre de CFF Cargo et SAW permettent de conclure que ces dispositions n'ont régulièrement pas été respectées et que le gestionnaire de la

voie de raccordement ne l'a pas suffisamment exigé.

Avis de sécurité n° 11, 02.07.2018

Groupe cible : entreprises ferroviaires qui livrent et reprennent des wagons sur des voies de raccordement.

Le SESE recommande aux entreprises ferroviaires concernées de vérifier si les réglementations contractuelles ne sont également pas respectées en pratique sur les autres voies de raccordement. Le cas échéant, les équipes de manœuvre devraient être sensibilisées à cette thématique de manière à ce que le respect desdites réglementations soit exigé des partenaires au contrat.

Déficit de sécurité

Pour les collaborateurs qui exécutent des mouvements de manœuvre sur des voies de raccordement, cette activité ne constitue souvent qu'une partie marginale de leurs tâches. Dans le cas examiné, l'un des collaborateurs du service de manœuvre de l'entreprise SAW qui était en fonction avait suivi une formation pratique sur la locomotive de manœuvre. Selon OCVM 10, les collaborateurs qui sont engagés dans le service de manœuvre doivent être instruits et subir des examens quant aux Prescriptions de circulation des trains (PCT).

Avis de sécurité n° 12, 02.07.2018

Groupe cible : gestionnaires de voies de raccordement sur lesquelles un service de manœuvre propre est engagé.

Le SESE recommande aux gestionnaires de voies de raccordement concernés de garantir que tous les collaborateurs engagés dans le service de manœuvre aient terminé les formations et passé les examens correspondants.

Explosion et incendie dans la salle des machines d'une locomotive, Hoftenn, 08.08.2016

Un train de marchandises à double traction en tête et une locomotive de poussée en queue circulait de Domodossola à Spiez. Peu avant l'entrée en gare de Hoftenn (VS), une explosion survint dans la deuxième locomotive et un incendie se déclara dans la salle des machines.

L'explosion suivie de l'incendie dans la salle des machines de la locomotive a été causée par un défaut du commutateur de haute tension à gradins de type NO 32/4.

Déficit de sécurité

Malgré la surveillance des commutateurs à gradins, l'endommagement de leur boîtier par une explosion ne saurait être exclu. Si l'huile d'isolation du commutateur à gradins est alors pulvérisée dans la salle des machines et que la décomposition de l'huile y génère un mélange gazeux explosible, il suffit d'une source d'inflammation pour déclencher une nouvelle explosion suivie d'un incendie.

Recommandation de sécurité n° 132, 19.08.2018

L'OFT devrait exhorter les détenteurs de véhicules moteur dotés d'un commutateur à gradins de type NO 32/4 ou de commutateurs à gradins dont le principe de fonctionnement est identique à prendre des mesures visant soit à empêcher qu'un incendie ne se déclare ou ne se propage suite à l'explosion d'un commutateur à gradins, en raison des fuites de liquides ou de gaz inflammables, soit à réduire les effets d'un tel incendie.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. BLS a pris diverses mesures en lien avec l'explosion de la Re 425 169 du 8 août 2016. Ces mesures concernent tant la protection des personnes que la maintenance et la surveillance des commutateurs à gradins. S'agissant de la protection des personnes, les mesures prises visent l'onde de pression et les gaz de fumée. En outre, la maintenance des commutateurs à gradins a été vérifiée et adaptée. L'OFT clarifie de plus quelles autres entreprises ferroviaires utilisent des locomotives dotées de commutateurs à gradins de type NO 32/4. Puis, ces entreprises seront également contactées et exhortées à prendre des mesures.

Collision d'un mouvement de manœuvre pour le service des constructions avec un excavateur rail-route, Samstagern, 13.07.2017

Le 13 juillet 2017, à 4h10, un mouvement de manœuvre composé d'une locomotive et de trois wagons de service chargés roulait pour le service des constructions de la gare de Samstagern vers un chantier de travaux ferroviaires situé en contrebas. À hauteur du chantier, sur la voie empruntée, se trouvait un excavateur routier qui devait répartir le matériel après l'avoir déchargé. Le mouvement de manœuvre ne fut pas arrêté à temps et entra en collision avec l'excavateur, qu'il entraîna sur 150 m dans sa course vers l'aval tout en endommageant considérablement les infrastructures. Le chef de manœuvre, un machiniste qui accompagnait le convoi sur l'un des wagons de service et le conducteur de l'excavateur purent encore sauter pendant la course des véhicules. Ce faisant, l'une de ces personnes se blessa. Le mécanicien de la locomotive resta dans la locomotive jusqu'à l'arrêt des véhicules avant la station de Grünfeld.

Cette collision s'explique par le fait que la construction du frein d'immobilisation, monté après coup, entravait le fonctionnement des freins à air du wagon MFS à un point tel qu'ils étaient inopérants. Une raison supplémentaire de cet accident réside dans le fait que les prescriptions en vigueur quant au contrôle des freins ne tenaient pas entièrement compte des éventuelles conditions d'exploitation lors de mouvements de manœuvre sur des voies interdites.



Déficit de sécurité

Pour les mouvements de manœuvre effectués sur une voie en pente, les prescriptions ne prévoient aucun contrôle, adapté aux conditions, des freins de tous les véhicules et de l'efficacité de freinage de la composition des véhicules. Les contrôles exigés du fonctionnement des freins lors de mouvements de manœuvre sont de moindre ampleur que pour les trains. Simultanément, lorsque les rapports de freinage concordent, il est possible d'exécuter des mouvements de manœuvre à plus haute vitesse que la vitesse maximale permise aux trains sur le même tronçon.

Recommandation de sécurité n° 137, 18.12.2018

L'OFT devrait contrôler si les prescriptions d'exploitation pour les mouvements de manœuvre sur les voies interdites en pente sont suffisantes. Le cas échéant, il devrait édicter des dispositions complémentaires.

État de la mise en œuvre

En attente de réponse

Déficit de sécurité

Les mécaniciens de locomotive conduisent différents véhicules moteur. Les véhicules moteur à voie normale peuvent être freinés avec l'effort de freinage maximum, quelle que soit la plage de vitesse, avec le frein qui agit exclusivement sur la locomotive. En l'occurrence, la locomotive Am 847 909-9 impliquée dans l'accident se comporte autrement. Le mécanicien de la locomotive doit être conscient que le frein hydro-dynamique présente une efficacité réduite à basse vitesse. En cas de changement de véhicule pour ce véhicule moteur, le risque existe que le mécanicien attende un comportement de freinage plus efficace.

Avis de sécurité n° 18, 18.12.2018

Groupe cible : Carlo Vanoli AG

Il faudrait sur la locomotive Am 847 909-9, une indication visible et compréhensible selon laquelle le frein dont l'effet ne s'exerce que sur la locomotive se comporte autrement que sur les autres véhicules moteur à voie normale.

Collision entre un train marchandises et une pelle rail-route, Vevey, 14.11.2017

Le mardi 14 novembre 2017 vers 4h20, le train CFF Cargo 50772 en provenance de Lausanne est entré en collision avec une pelle rail-route qui effectuait des travaux sur la voie 2 interdite en gare de Vevey. Personne n'a été blessé.

Lors de la suppression de l'interdiction de la voie 22, ainsi que des aiguilles 12 et 13, le chef de circulation a en outre supprimé l'interdiction de la voie 2, ceci alors que sa praticabilité n'avait pas été annoncée par le chef de sécurité. Dès lors, l'itinéraire du train 50722 a été établi par la voie 2 automatiquement par l'appareil d'enclenchement.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- L'enraillement de la pelle rail-route entre deux points de comptage d'essieux qui ne génère pas d'occupation de voie dans l'appareil d'enclenchement. En conséquence, le chef de circulation ne dispose pas de l'état d'occupation de la voie sur son écran Iltis.
- La remise en service partielle, puis la ré-interdiction d'un secteur de voies dans un laps de temps court.



Déficit de sécurité

L'enraillement d'un véhicule rail-route, entre deux points de comptage sur une voie interdite équipée de la détection

d'occupation par le système de compteurs d'essieux, ne génère pas automatiquement l'occupation de la voie concernée. La présence du véhicule n'est pas signalée à l'appareil d'enclenchement. La suppression de l'interdiction de voie peut ainsi être effectuée malgré la présence d'un véhicule sur la voie.

Les prescriptions suisses de circulation des trains PCT ne traitent pas l'enraillement d'un véhicule rail-route sur un tronçon de voie interdite.

Recommandation de sécurité n° 131, 15.05.2018

Le SESE recommande à l'OFT, de traiter dans les PCT, la question de l'enraillement des véhicules rail-route sur les tronçons de voies interdites équipées de la détection de l'occupation des voies par le système de compteurs d'essieux.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. L'OFT est d'avis qu'il n'existe pas de garantie sur le plan technique pour qu'un véhicule rail-route soit détecté par le dispositif de détection de l'occupation des voies, qu'il s'agisse d'un circuit de voie ou de compteurs d'essieux. C'est pourquoi le processus des mouvements de manœuvre des véhicules particuliers est réglementé au chapitre 2.2.4 de la prescription de circulation des trains R 300.4. Il est mentionné en particulier que de tels véhicules ne peuvent être enrailés qu'avec l'approbation du chef de circulation. Cette disposition s'applique en l'occurrence à tous les systèmes de détection de l'occupation des voies. Par conséquent, l'OFT renonce à mettre en œuvre cette recommandation de sécurité.

Déficit de sécurité

La disposition d'exécution des travaux mentionnait que la voie 22 et les aiguilles 12 et 13 devaient être libérées pour l'exploitation entre 4h15 et 4h25, puis de nouveau interdites de 4h25 à 5h17. La remise en service d'un tronçon de voie lors de travaux dans un laps de temps aussi court augmente le risque potentiel d'erreur.

Avis de sécurité n° 9, 15.05.2018

Groupe cible : CFF, BLS, SOB

Afin de diminuer les risques inhérents à la remise en service d'un tronçon de voie dans les zones de travaux pour le passage d'un train, les CFF devraient, lors de la planification des travaux, privilégier des mesures d'exploitation, comme l'entrée d'un train sur une autre voie que celle prévue habituellement à l'horaire. L'utilisation des automatismes encore actifs de surveillance du déroulement de l'exploitation serait alors optimisée.

Dérive et collision d'un mouvement de manœuvre avec un butoir, La Conversion, 23.03.2018

Le 23 mars 2018, durant la nuit, des travaux pour l'enlèvement de déchets de câbles étaient en cours sur la pleine voie interdite entre Grandvaux et La Conversion. Vers 1h34, un mouvement de manœuvre formé d'un chariot motorisé couplé à une remorque chargée de déchets de câbles, qui redescendait en direction de la gare de la Conversion, est parti en dérive avant d'entrer en collision avec le butoir de la voie 3 en gare de la Conversion. Les cinq personnes présentes sur le chariot motorisé et la remorque ont sauté peu avant l'impact. Une personne a été blessée à la jambe.

Suite à une planification inadéquate des travaux, le chariot motorisé HiA 95 et une remorque non freinée ont été utilisés pour des mouvements de manœuvre sur une voie interdite auxquels ils n'étaient pas adaptés. Le chariot motorisé était conduit par du personnel non formé pour cette activité. Lors du mouvement de manœuvre en direction de la gare de La Conversion, l'effort de freinage du chariot motorisé ne suffisait pas à compenser la poussée générée par le poids de la charge remorquée non freinée. Le convoi est parti en dérive avant de s'immobiliser contre le butoir de la voie 3 en gare de La Conversion.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident :

- L'information transmise par courriel sur l'utilisation du chariot motorisé, qui autorisait une personne ne disposant pas d'une formation minimum au sens de l'art. 10, al. 2, OCVM à effectuer un mouvement de manœuvre sur une voie interdite. Cette information contredit les Prescriptions suisses de circulation des trains (PCT).
- L'engagement d'un véhicule inapproprié et non homologué pour l'exécution de mouvements de manœuvre sur une voie interdite.
- Le conducteur du chariot motorisé ne disposait pas de la formation minimum pour conduire ce type de véhicule et effectuer un mouvement de manœuvre.
- Les difficultés et les aléas liés à l'attribution des véhicules, qui ont conduit au choix du chariot motorisé HiA 95 pour l'exécution des travaux.
- La renonciation à l'établissement d'un dispositif de sécurité, respectivement à l'appréciation des risques pour les travaux de nuit avec mouvements de manœuvre sur une voie interdite.

Déficit de sécurité

Un grand nombre d'engins non homologués équipés d'un système permettant la circulation guidée sur rails sont en service depuis des années chez les gestionnaires d'infrastructure. La classification de ces engins dans les diverses catégories de véhicules de service définies par les DE-OCF n'est pas aisée. L'utilisation inappropriée d'un tel véhicule peut engendrer des situations dangereuses.

Recommandation de sécurité n° 136, 16.10.2018

L'OFT devrait demander aux gestionnaires d'infrastructure de procéder à un inventaire des véhicules guidés sur rails non homologués actuellement en leur possession, de les classer et de demander leur homologation conformément à la directive de l'OFT « Homologation des véhicules ferroviaires » (annexe 4, véhicules de service). Les éventuelles restrictions d'engagement devraient être mentionnées dans l'homologation et figurer sur le véhicule.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. L'OFT est d'avis que le chiffre 57.1 des dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer comprennent les normes européennes harmonisées définissant clairement les divers véhicules et machines. Une illustration du domaine d'application est insérée pour chaque standard.

En vertu de l'art. 10, al. 1, OCF, les entreprises ferroviaires sont responsables de la planification et de la construction en bonne et due forme, de l'exploitation en toute sécurité et de l'entretien des ouvrages, des installations et des véhicules. La responsabilité de faire l'inventaire des véhicules non homologués incombe aux gestionnaires des infrastructures. Les dispositions d'exploitation précisent les éventuelles restrictions d'accès.

Il a été décidé, conjointement avec les gestionnaires d'infrastructure, de munir les pèles rail-route (SN EN 15746-x) et les machines dérailables (SN EN 15955) d'une plaquette ou d'un autocollant mentionnant les principales données techniques et les restrictions d'exploitation.

Déficit de sécurité

Un dispositif de sécurité établi pour une longue période de travaux n'est pas adéquat, car le risque peut évoluer en fonction des phases et de l'avancement des travaux ainsi que de la topographie de la zone de chantier. La première appréciation des risques, effectuée lors de l'établissement du dispositif de sécurité, et les mesures qui en découlent pour la mitigation du risque peuvent dès lors ne plus être adaptées à toutes les situations au cours de l'avancement du chantier.

Avis de sécurité n° 15, 16.10.2018

Groupe cible : gestionnaires d'infrastructure

Afin de s'assurer que le dispositif de sécurité et l'appréciation des risques qui en découle correspondent à l'avancement des travaux sur le terrain, le SESE suggère aux gestionnaires d'infrastructure de faire vérifier régulièrement la validité du dispositif.

Déficit de sécurité

Si la disponibilité des véhicules nécessaires à l'exécution en toute sécurité des travaux n'est pas garantie, les collaborateurs cherchent d'autres solutions afin de pouvoir tenir les

délais d'exécution imposés. Le risque que les collaborateurs choisissent une solution inadéquate pour les travaux à réaliser est latent.

Avis de sécurité n° 16, 16.10.2018

Groupe cible : gestionnaire d'infrastructure CFF

Le SESE suggère au gestionnaire d'infrastructure de vérifier que le processus de gestion centralisée de la flotte des véhicules de l'infrastructure, mis en place en juillet 2017 pour l'entretien des véhicules, répond aux attentes en termes de disponibilité et de flexibilité et, au besoin, de l'adapter.

Déficit de sécurité

En l'absence d'une dérogation de la part de l'autorité de surveillance OFT, l'établissement de directives ou de consignes qui contredisent la réglementation supérieure est interdit. Dans une organisation comme l'infrastructure CFF, où les acteurs sont nombreux, le risque qu'une consigne touchant la sécurité soit émise sans qu'elle ait été vérifiée et validée par l'échelon supérieur est latent. Les processus et les compétences pour l'établissement d'un règlement ou d'une prescription sont décrits dans le document interne « Instruction relative à la réglementation CFF K 001 », mais le mode de contrôle et de validation d'une consigne émise par courriel n'y figure pas.

Avis de sécurité n° 17, 16.10.2018

Groupe cible : gestionnaire d'infrastructure CFF

Le gestionnaire d'infrastructure CFF devrait faire compléter le document K 001.1 afin d'y intégrer un système de contrôle et de validation lors de l'établissement de consignes.

Rapport intermédiaire, enveloppe en tôle instable d'un conteneur-citerne pendant le déplacement, Claro, 19.09.2018

Le 19 septembre 2018, à 4h16, le train de marchandises 42017, qui circulait de Cologne Eifeltr (D) à Busto Arsizio (I), lança une alerte à Claro (CH), après le portail sud du tunnel de base du Saint-Gothard (TBG), grâce à l'installation de détection de profil et d'antennes. Conformément aux prescriptions, le train fut arrêté pour un contrôle dans la gare d'intervention de Bellinzona San Paolo. Le mécanicien de locomotive constata lors du contrôle que l'enveloppe en tôle d'un conteneur-citerne chargé sur le 16e wagon s'était détachée et qu'elle dépassait latéralement dans la zone de la voie. Cette enveloppe en tôle qui dépassait au-delà du gabarit ferroviaire a endommagé des éléments d'infrastructure sur plusieurs kilomètres entre Claro et Bellinzona San Paolo.



Déficit de sécurité

La violation du gabarit ferroviaire par des parties de wagon instables ou qui ne sont pas correctement arrimées ou de son chargement peut créer des périls qui menacent non seulement les objets mais aussi les personnes.

Exemples :

- lors du passage d'un train dans la zone d'une gare ouverte au public, des personnes peuvent être blessées ou tuées par des parties qui dépassent ;
- d'autres trains ou les infrastructures peuvent être endommagés ;
- les parties instables ou perdues d'un wagon ou de son chargement peuvent provoquer un déraillement.

Recommandation de sécurité n° 135, 23.10.2018

Compte tenu des facteurs possibles qui peuvent conduire à la violation du gabarit ferroviaire, le SESE recommande à l'OFT de procéder à une appréciation des risques. Sur cette base, il sera possible d'examiner la nécessité de prendre des mesures immédiates, de les définir et d'en introduire la mise en œuvre. Dans ce contexte, il faudrait aussi en particulier clarifier si les conteneurs-citernes du même type qui circulent en Suisse présentent des défauts comparables.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. L'OFT procède à une appréciation des risques jusqu'à la fin de 2019.

5.4 Transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime

Aucun rapport comprenant des recommandations de sécurité n'a été publié dans les domaines des transports à câbles, des bus, de la navigation intérieure et de la navigation maritime durant l'exercice sous rapport.

6 Analyse



6.1 Aviation

Les points 6.1.1 à 6.1.4 illustrent le développement dans le temps du nombre absolu d'accidents aériens et du taux d'accidents de diverses catégories d'aéronefs entre 2007 et 2018. Les taux d'accidents sont calculés en standardisant le nombre d'accidents en chiffres absolus en le ramenant au nombre annuel des mouvements aériens (nombre d'accidents par million de mouvements aériens par année). Le nombre des mouvements aériens est relevé par l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).

Les catégories d'aéronefs suivantes ont fait l'objet d'évaluations :

- aéronefs motorisés dont la masse maximale au décollage est de 5700 kg (y compris les motoplaneurs et les planeurs à moteur de voyage en vol motorisé) ;
- planeurs (y compris les motoplaneurs et les planeurs à moteur de voyage en vol à voile) ;
- hélicoptères..

En outre, une évaluation couvrant l'ensemble des accidents de ces trois catégories d'aéronefs a été effectuée.

Eu égard aux modalités de relevé des mouvements aériens pour les trois catégories d'aéronefs, en partie différentes, il n'est guère possible de faire des comparaisons entre les catégories. Il faut aussi se montrer prudent en comparant les chiffres provenant d'autres pays, car les définitions et les délimitations sont disparates dans certains cas.

Il n'est pas possible de déduire les causes des tendances à une augmentation ou à une diminution des accidents ou des taux d'accidents observées dans les séries temporelles sur la base des données disponibles et de leur analyse.

Toutes les catégories présentent un point commun : le nombre d'accidents en chiffres absolus peut fortement fluctuer d'une année à l'autre. Les séries temporelles des taux d'accidents courent presque parallèlement à celles des valeurs absolues. Cette observation permet de supposer que l'augmentation du nombre des mouvements aériens n'a pas d'influence significative, à ce stade du moins, sur l'évolution du

nombre d'accidents en chiffres absolus, mais que ceux-ci sont dus à la composante aléatoire. Les modèles pour les calculs de tendance ou les calculs de régression reposent généralement sur l'hypothèse qu'une série temporelle se compose d'éléments systématiques et d'éléments fortuits. S'agissant de séries temporelles portant sur de petites valeurs absolues, comme c'est le cas en l'occurrence, la composante aléatoire peut dominer les calculs de la signification. En d'autres termes, l'influence d'une éventuelle composante systématique sur l'évolution de la série temporelle est marginale, la composante aléatoire domine l'évolution. C'est pourquoi les résultats des tests statistiques donnent aussi à penser que les augmentations ou les diminutions dans les séries temporelles (tendances) sont dépourvues de signification.

6.1.1 Aéronefs à moteur dont la masse maximale au décollage est de 5700 kg

5 accidents aériens ont été enregistrés dans cette catégorie en 2018. Le nombre d'accidents en chiffres absolus oscille entre 3 et 7 sur l'en-

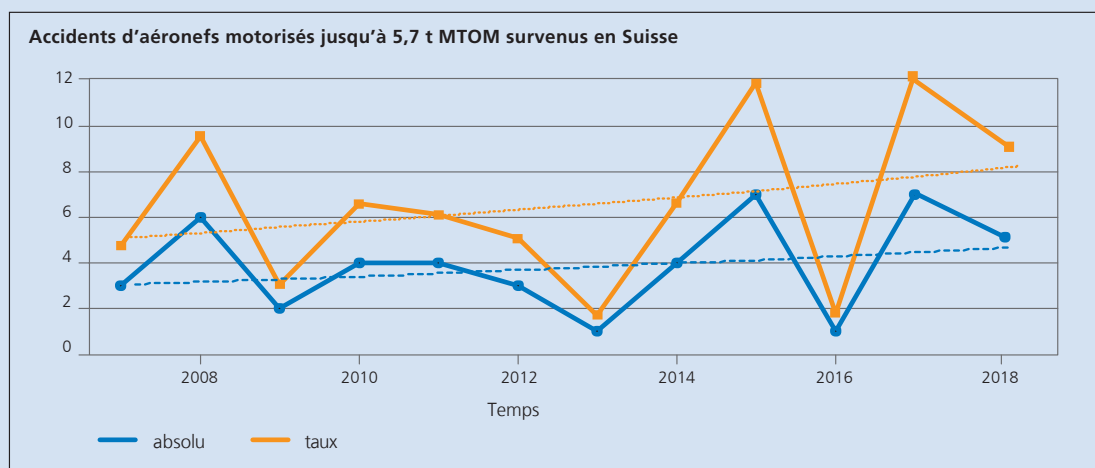
semble de la série temporelle. Trois des quatre valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours des quatre dernières années. C'est pourquoi les régressions linéaires présentent une évolution en légère progression. Selon les résultats de l'analyse statistique, l'augmentation attendue estimée du nombre d'accidents est de +3,4 % par an, celle du taux d'accidents étant de +4,7 %. Dans l'un et l'autre cas toutefois, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,435$, respectivement $p = 0,278$).

Le nombre d'accidents par an est représenté par des points ronds bleus, les taux d'accidents annuels l'étant par des carrés jaunes. Les points ont été reliés par des lignes de couleur correspondante pour faciliter la lecture. La ligne bleue reliant les points bleus représente la valeur attendue du nombre des accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes représente la valeur attendue du taux d'accidents.

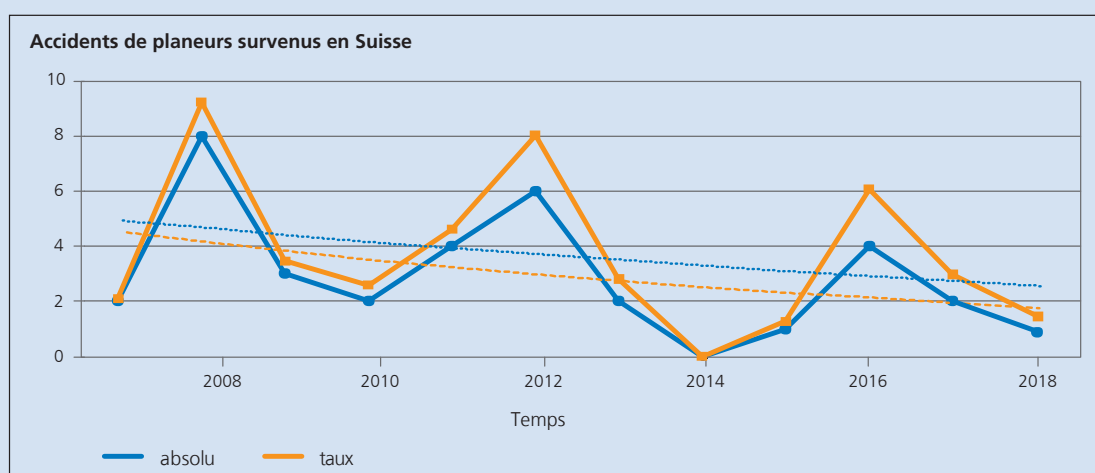
6.1.2 Planeurs

1 accident aérien a été enregistré dans cette catégorie durant l'exercice sous rapport. Il s'agit

Accidents (absolu) / Nbre d'accidents pour 1 mio de mouvements (taux)



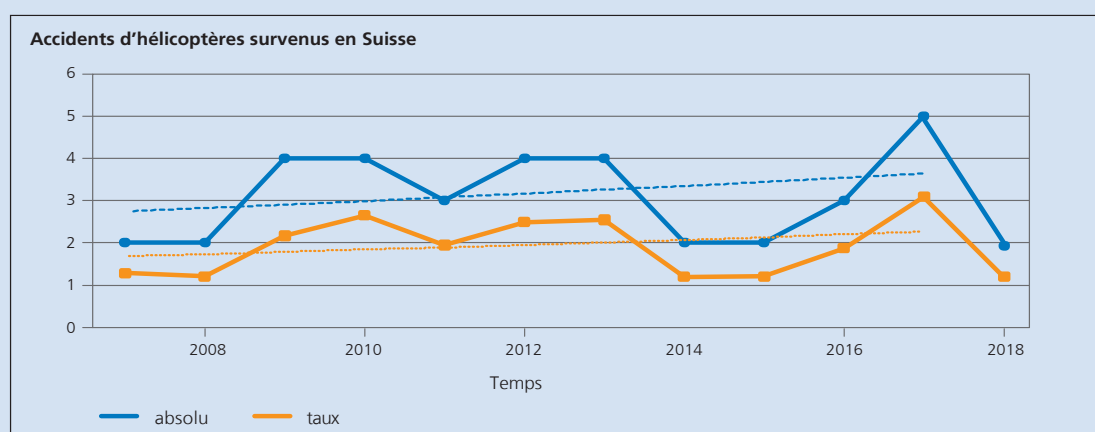
Accidents (absolu) / Nbre d'accidents pour 100 000 de mouvements (taux)



de la deuxième valeur enregistrée la plus basse depuis 2007. Sur l'ensemble de la série temporelle, le nombre d'accidents en chiffres absolus oscille entre 0 et 8. Trois des quatre valeurs les plus basses ont été enregistrées ces cinq der-

nières années. C'est pourquoi les régressions linéaires présentent une évolution légèrement à la baisse. Selon les résultats de l'analyse statistique, l'évolution en valeurs attendues estimées est de -9,2 % par an pour le nombre d'accidents

Accidents (absolu) / Nbre d'accidents pour 100 000 de mouvements (taux)



et de -6,5 % pour le taux d'accidents. Dans l'un et l'autre cas toutefois, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,056$ respectivement $p = 0,182$).

Il est intéressant de constater, selon un schéma nettement distinguable, que les valeurs maximales surviennent tous les quatre ans (2008, 2012 et 2016) dans les deux séries temporelles. Une explication plausible de ce phénomène n'a pas encore été trouvée.

Le nombre des accidents par an est représenté par des points ronds bleus, le taux d'accidents annuel étant représenté par des carrés jaunes. Les points ont été reliés par des lignes de couleur correspondante pour faciliter la lecture. La ligne bleue reliant les points bleus représente la valeur attendue du nombre des accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes représente la valeur attendue du taux d'accidents.

6.1.3 Hélicoptères

2 accidents aériens ont été enregistrés dans cette catégorie en 2018. Il s'agit de la plus basse valeur enregistrée durant la période d'observation. Ce minimum a aussi été relevé en 2007, 2008, 2014 et 2015. Sur l'ensemble de la série temporelle, le nombre d'accidents oscille entre 2 et 5. Notons qu'en 2017, 3 des 5 accidents d'hélicoptère étaient en fait des accidents de travail lors desquels l'aéronef est resté intact, des personnes étant blessées hors de l'appareil. Les fluctuations annuelles, autour d'une moyenne apparente de 3, sont plutôt faibles en comparaison des deux catégories présentées précédemment. En conséquence, les pentes des régressions linéaires ne sont que marginales. Les résultats de l'analyse statistique montrent que, en valeurs attendues, l'augmen-

tation annuelle estimée du nombre des accidents en chiffres absolus est de +0,8 % et de +0,6 % pour le taux d'accidents. Dans l'un et l'autre cas toutefois, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,868$, respectivement $p = 0,893$).

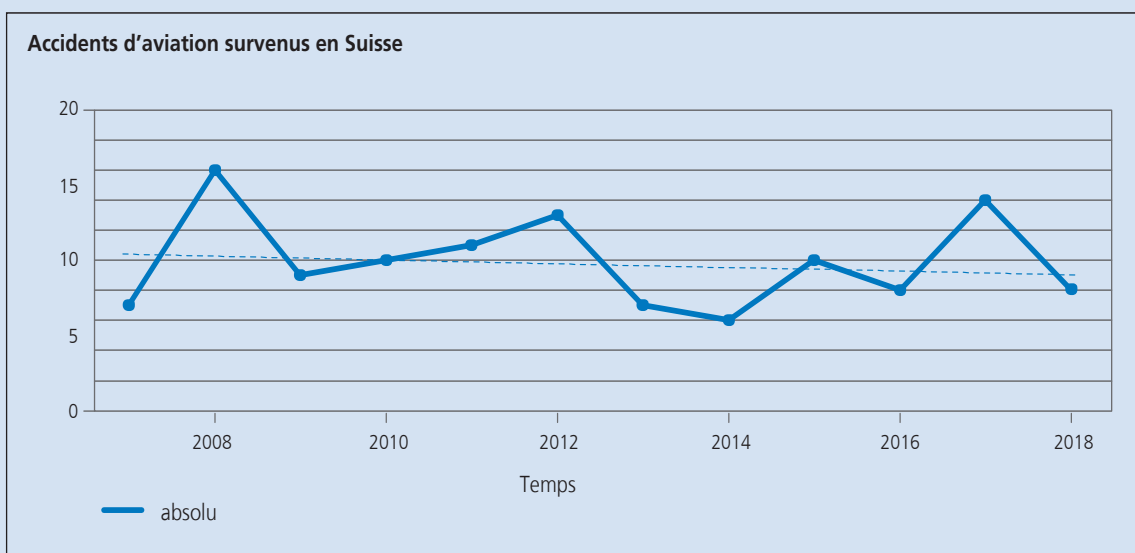
Le nombre des accidents par an est représenté par des points ronds bleus, le taux d'accidents annuel l'étant par des carrés jaunes. Les points ont été reliés par des lignes de couleur correspondante pour faciliter la lecture. La ligne bleue reliant les points bleus représente la valeur attendue du nombre des accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes représente la valeur attendue du taux d'accidents.

6.1.4 Aéronefs à moteur, planeurs et hélicoptères au total

8 accidents aériens ont été enregistrés pour l'ensemble des trois catégories en 2018. Le nombre des accidents en chiffres absolus oscille entre 6 et 16 sur l'ensemble de la série temporelle. Une régression linéaire des trois catégories superposées fait apparaître une pente légèrement négative. Les résultats de l'analyse statistique montrent que l'évolution estimée en valeurs attendues est de -1,2 % par an pour le nombre des accidents. Cette valeur ne diffère toutefois pas significativement de zéro ($p = 0,642$). Eu égard aux différences de relevé des mouvements aériens pour les différentes catégories, déjà mentionnées, seul le nombre des accidents en chiffres absolus est considéré.

Le nombre des accidents par an est représenté par des points ronds bleus. Les points ont été reliés par des lignes de couleur correspondante pour faciliter la lecture. La ligne bleue reliant les points bleus représente la valeur attendue du nombre des accidents.

Accidents (absolu)

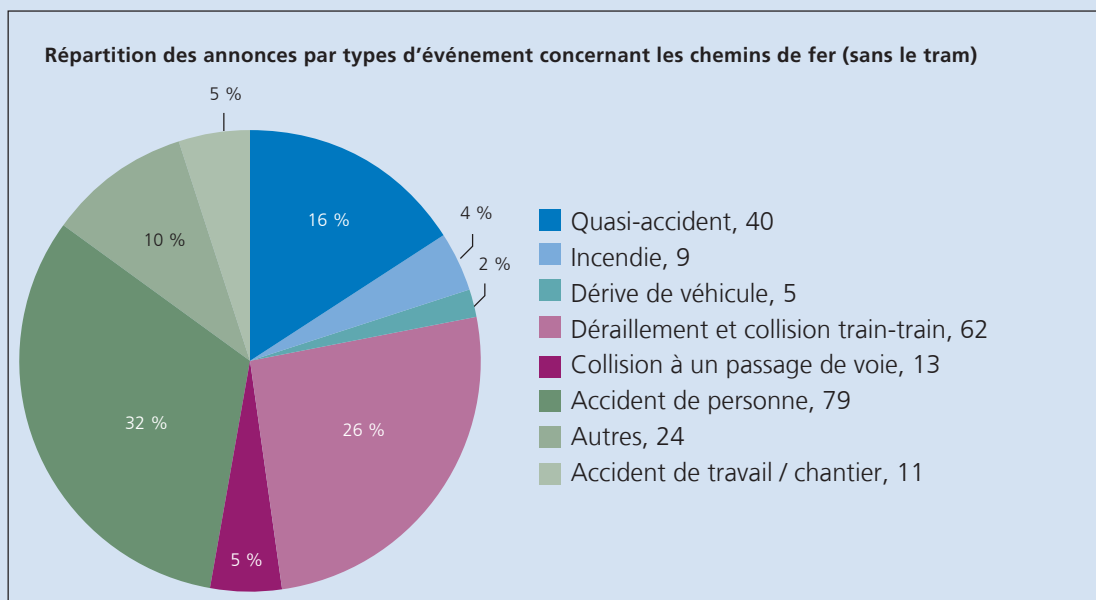


6.2 Chemins de fer, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime

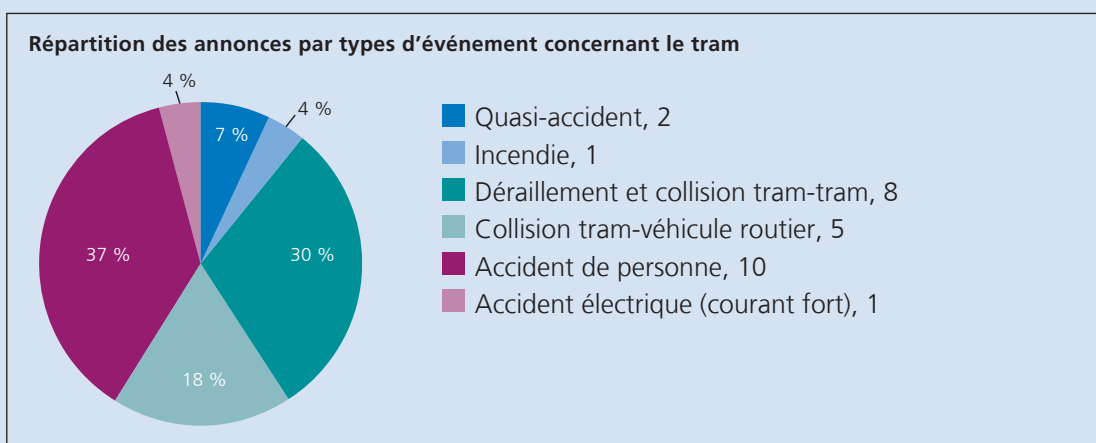
Répartition des annonces d'événements, des enquêtes ouvertes et des rapports publiés

Mode de transport	Annonces		Enquêtes		Rapports finaux		Rapports sommaires	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Chemins de fer	243	79.9 %	13	93 %	14	100 %	18	95 %
Trams	27	8.9 %	0	0 %	0	0 %	1	5 %
Transports à câbles	14	4.6 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Bus	14	4.6 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Navigation intérieure	4	1.3 %	1	7 %	0	0 %	0	0 %
Navigation maritime	2	0.7 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

89 % des annonces concernent les chemins de fer (trams inclus). Les 11 % restants (33 annonces) concernent les autres modes de transport (transports à câbles, bus, navigation intérieure et navigation maritime). Durant l'exercice sous revue, quatorze enquêtes ont été ouvertes, treize dans le domaine des chemins de fer et une dans celui de la navigation intérieure. La majeure partie des rapports publiés (rapports sommaires compris) concerne le domaine des chemins de fer. La répartition entre les différents modes de transport correspond à peu près à la répartition des annonces d'événement et des ouvertures d'enquête.

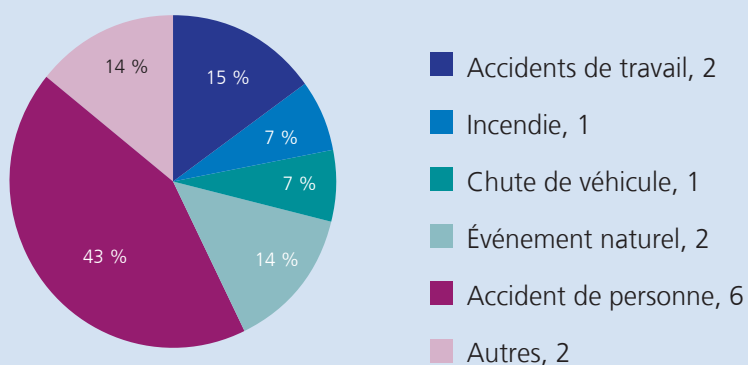


243 annonces d'événement ont été traitées dans le domaine des chemins de fer (sans le tram). La majeure partie concernait des accidents de personne, dont 43 se sont par la suite avérés être des suicides.



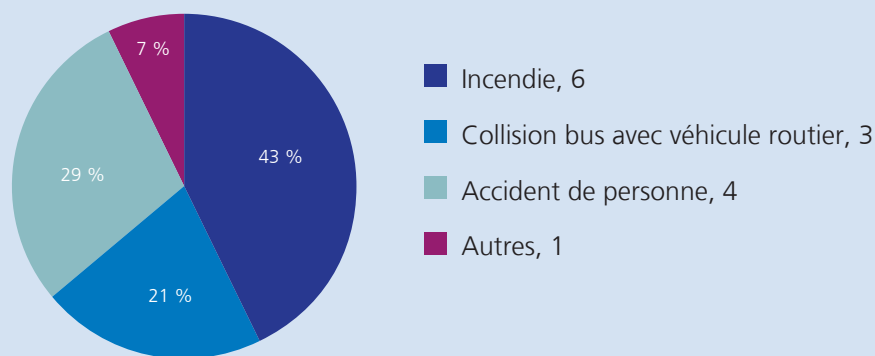
En ce qui concerne le tram, la plupart des événements sont des collisions avec d'autres usagers des transports, qu'il s'agisse de piétons (accident de personnes) ou d'un véhicule routier. À noter que les incidents qui surviennent en raison d'une violation des règles de la circulation routière ne doivent pas être annoncés au SESE.

Répartition des annonces par types d'événement concernant les transports à câbles



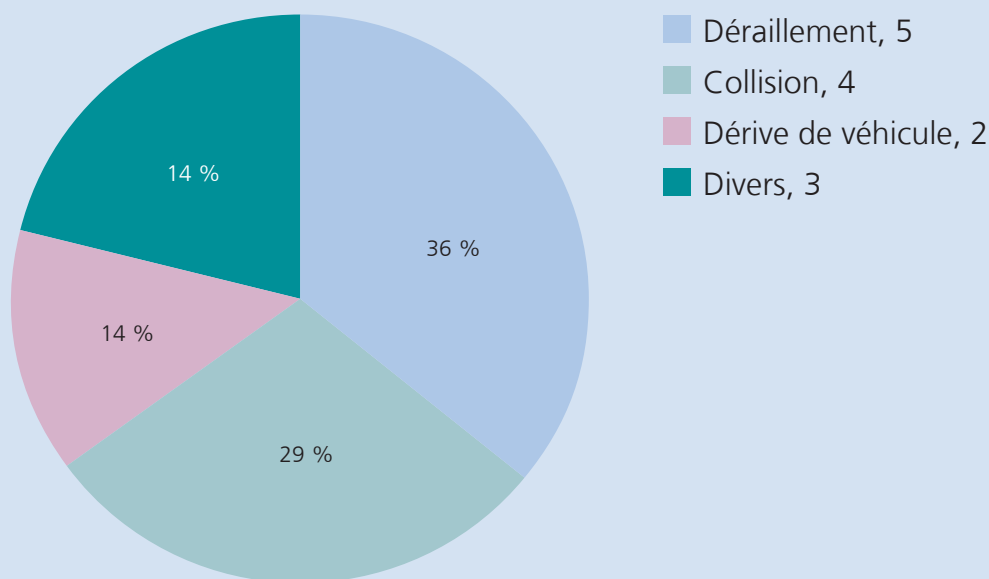
La plupart des 14 annonces d'événement dans les transports à câbles concernaient des accidents de personnes (6), des accidents de travail (2) et des événements naturels (2). Les accidents de personne surviennent en majeure partie au moment où les personnes entrent ou sortent des véhicules.

Répartition des annonces par types d'événement concernant le bus



Les incidents qui, survenant sur la voie publique, sont dus à une violation des règles de la circulation routière ne doivent pas être annoncés au SESE et ne font pas l'objet d'une enquête. Les incendies et les collisions avec des véhicules routiers constituent la majeure partie de l'ensemble des événements annoncés. L'un des accidents de personne s'est ultérieurement avéré être un suicide.

Répartition des ouvertures d'enquête par types d'événement concernant tous les modes de transport



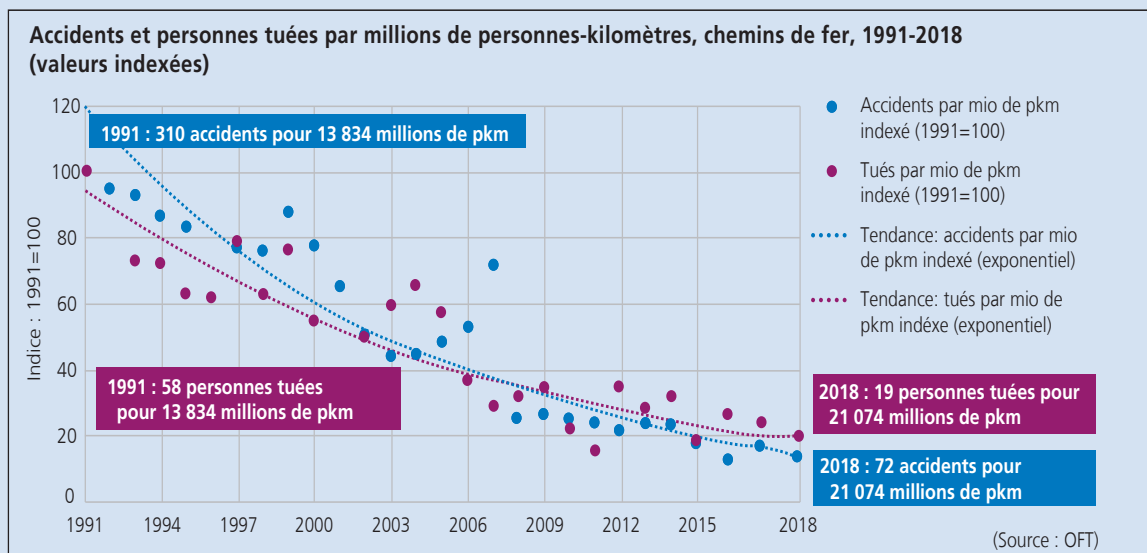
La majeure partie des 14 enquêtes ouvertes concerne des déraillements (5) et des collisions (4). La catégorie « Divers » réunit un déplacement de chargement, une irrégularité en termes de mise en danger et un contact avec le fond.

Évolution du nombre d'accidents, des morts et des blessés graves dans les transports publics

Mode de transport	Accidents							Personnes tuées							Personnes grièvement blessées						
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Chemins de fer	96	107	107	83	71	84	74	29	23	27	16	22	21	20	37	65	68	43	22	41	25
Trams	54	54	49	35	36	35	37	2	4	6	5	3	2	7	53	45	37	28	30	50	29
Transports à câbles	9	4	8	10	6	5	0	2	1	3	1	0	0	0	5	3	5	9	6	5	0
Bus	67	39	37	49	42	42	65	4	2	4	5	4	7	5	59	34	39	44	37	39	62
Navigation intérieure	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0
Tous les modes de transport	227	205	204	178	156	167	177	37	30	40	27	29	30	32	115	148	149	124	97	135	116

Au cours des sept dernières années, le nombre d'accidents, de personnes tuées et de personnes grièvement blessées tend à baisser (source du tableau : OFT).

Évolution du nombre d'accidents et de personnes mortellement blessées dans le domaine des chemins de fer



Le nombre d'accidents et de personnes mortellement blessées dans les transports ferroviaires a diminué d'environ un quart au cours des 27 dernières années. Cette évolution est le fruit des efforts consentis par tous les acteurs du réseau de sécurité dont le SESE fait partie (source du graphique : OFT).

Annexes



- Annexe 1: Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et rapports finaux ou intermédiaires publiés concernant l'aviation
- Annexe 2: Listes du nombre d'annonces, d'enquêtes ouvertes, en cours et clôturées ainsi que des études et rapports finaux ou intermédiaires publiés concernant les transports publics et la navigation maritime
- Annexe 3: Données statistiques sur les incidents dans le domaine de l'aviation
- Annexe 4: Données de l'aviation aux fins d'évaluation statistique (chapitre 6), méthodes et réflexions conceptuelles appliquées à ces fins

Annexe 1

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

Annonces et enquêtes ouvertes, en cours et clôturées

Aviation						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			Total	Avec rapport final	Avec rapport sommaire	
2018	1556	119	83	23 ¹	53	156
2017	1259	86	93	30	48	111
2016	1219	92	58	28 ²	31	142
2015	1260	86	33	33	non enregistré	non enregistré

Rapports finaux, rapports intermédiaires et études

No	Identificateur	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2269	HB-JHB	21.11.2014	Aéroport de Zurich	504	3
2283	HB-WAS	27.04.2015	Aérodrome de Zweisimmen		11, 12
2290	HB-KDF	18.07.2015	Aérodrome de Münster		
2312	HB-AEO	07.12.2015	Aéroport de Berne	532	17
2319	HB-ZGO	06.04.2016	Worb		18
2320	HB-XSL	09.06.2016	Heimenschwand		
2321	HB-JHR (EDW3A) / D-KOWC	25.08.2016	Aéroport de Zurich		
2322	HB-OPL	24.04.2017	Aérodrome de Langenthal		
2323	HB-YLO	24.08.2016	Aérodrome de Bad Ragaz		
2324	HB-XVM	13.10.2017	Tesserete	540	
2325	OO-VLF (VLM22TX) / OK-ELL	21.04.2016	Aéroport de Friedrichshafen	541	
2329	HB-PGF	22.10.2016	Lenzerheide		
2330	HB-HFH	13.10.2015	Aérodrome de Neuchâtel		
2333	HB-SEW	17.03.2017	Aéroport de Saint-Gall-Altenrhein		

¹ Y compris un rapport intermédiaire.

² Y compris un rapport intermédiaire.

No	Identificateur	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2334	HB-ZOK / HB-SRC	12.08.2016	Aéroport de Berne	542	
2335	HB-ZRW	23.06.2016	Wasserauen		
2336	I-NIBO	12.08.2017	Gaggiolo / Stabio		
2337	HB-2370	13.08.2017	Villarvolard		
2340	D-EPPW	12.09.2017	Au-dessus de Braunwald		
2341	HB-PPY	26.06.2016	Aérodrome de Granges		
2342	HB-IZW	10.12.2015	Aéroport de Billund		
2344	HB-KFK	15.07.2017	Aéroport de Berne	544	22
r. i.	HB-HOT	04.08.2018	Piz Segnas	548	25

Rapports sommaires

Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Brève description de l'événement
N184KP	25.08.2018	Aérodrome de Granges (LSZG)	Sortie de piste
HB-YLP	16.08.2018	Aérodrome de Lommis (LSZT)	Dommages suite à un contact brutal avec le sol
D-KRID	05.08.2018	Aérodrome de Schaffhouse (LSPF)	Accident au sol
N4927	19.07.2018	Aéroport de Lugano-Agno (LSZA)	Perte d'une porte de fourgon
HB-3214	14.07.2018	Champ d'aviation de vol à voile de Bellechasse (LSTB)	Impact d'un planeur après l'ouverture de la verrière
D-KAHZ / HB-JWA	22.06.2018	Aéroport de Zurich (LSZH)	Violation de l'espace aérien et airprox
D-KBBZ	19.06.2018	Aéroport de Zurich (LSZH)	Mise en danger du vol d'approche de la piste 14 de l'Aéroport de Zurich
HB-KOU	17.05.2018	Bienne	Quasi-collision
HB-CNK	13.05.2018	Paltano, Val Bedretto	Accident en campagne
HB-PMN	27.04.2018	Bec de Nendaz (LSYD)	Perte de maîtrise après l'atterrissage
HB-HFJ / D-9820	15.04.2018	Schänis (LSZX)	Contact avec le câble de traction après le décrochage
HB-IOC / HB-QPY	15.04.2018	Sullens	Quasi-collision
HB-1629	14.04.2018	Aérodrome de Granges (LSZG)	Quasi-collision à l'atterrissage
HB-2070	14.04.2018	Aéroport de Saint-Gall-Altenrhein (LSZR)	Atterrissage avant la piste
F-JBRG	14.04.2018	Aérodrome de Buttwil (LSZU)	Atterrissage brutal
HB-KAW	07.04.2018	Aéroport de Sion (LSGS)	Remorquage avec un avion endommagé

Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Brève description de l'événement
HB-1784 / D-EAIO / HB-LEM	07.04.2018	Steinhausen	Airprox
HB-SDL	02.04.2018	Aérodrome de La Côte (LSGP)	Collision avec un obstacle en roulant
HB-PHD	23.03.2018	Aéroport de Zurich (LSZH)	Aéronef soulevé par le jet d'air d'un appareil
HB-DVZ	05.03.2018	Wangen-Lachen (LSPV)	Dépassement de la piste
HB-ODH / HB-EDB	04.03.2018	Sarnen	Quasi-collision
EC-KES	02.03.2018	Aéroport de Berne (LSZB)	Sortie latérale de la piste
HB-SGT	31.01.2018	Aérodrome de Birrfeld (LSZF)	Contact de l'hélice avec le sol à l'atterrissage
HB-PKR	27.10.2017	Aéroport de Lausanne La Blécherette (LSGL)	Atterrissage d'urgence
HB-KLM	26.10.2017	Lac Noir	Panne de moteur
HB-TDD	13.10.2017	Aérodrome de Wangen-Lachen (LSPV)	Accident à l'atterrissage
I-FVAB	08.10.2017	Aéroport de Zurich (LSZH)	Fumée dans la cabine de pilotage
G-IIIM	04.10.2017	Aérodrome de Bex (LSGB)	Accident à l'atterrissage
HB-SAW	29.08.2017	Aéroport de Genève (LSGG)	Collision avec une station d'essence
N68061	23.08.2017	Audincourt, France	Perte de pression dans la cabine
HB-1593	10.07.2017	Aérodrome de Münster (LSPU)	Accident à l'atterrissage
HB-PAT	16.06.2017	Gruyère	Panne de moteur
HB-LEM / HB-KHR	15.06.2017	Aéroport de Zurich (LSZH)	Collision sur le tarmac
HB-3144	10.06.2017	Aérodrome de Buochs (LSZC)	Mauvais atterrissage
HB-SVB	10.06.2017	Aérodrome de Bad Ragaz (LSZE)	Atterrissage d'urgence
HB-SRA	10.06.2017	Aéroport de Berne (LSZB)	Accident à l'atterrissage
HB-JYK	30.05.2017	Thessaloniki, Grèce	Fumée dans la cabine de pilotage
F-PAUR	11.04.2017	Aérodrome de Bressaucourt (LSZQ)	Panne de moteur
HB-DIA	27.03.2017	Aérodrome de Speck-Fehraltorf (LSZK)	Dépassement de la piste
HB-FKL / A-108	23.03.2017	Aérodrome de Sitterdorf (LSZV)	Airprox (civil - militaire)
YU-BST	19.12.2016	Aéroport de Sion (LSGS)	Quasi-collision avec un drone
F-GRHS	07.11.2016	Aéroport de Genève (LSGG)	Problème technique
HB-IYR	24.10.2016	Aéroport de Zurich (LSZH)	Odeur d'huile dans la cabine de pilotage
HB-ZLB	13.09.2016	Botterens	Panne de moteur
HB-IYT	21.07.2016	Aéroport de Luxembourg (ELLX)	Atterrissage brutal
HB-HOP	16.07.2016	Pfiffegg (SZ)	Airprox

Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Brève description de l'événement
N1218F	09.06.2016	Aérodrome de Payerne (LSMP)	Collision avec un obstacle en roulant
EC-LQF	09.04.2016	Aéroport de Genève (LSGG)	Arrêt d'urgence suite à une panne de réacteur
D-AJOY	12.03.2016	Aéroport de Genève (LSGG)	Problème technique
G-EZAY	08.03.2016	Aéroport de Genève (LSGG)	Problème technique
D-ACNP	10.12.2015	Aéroport de Genève (LSGG)	Fumée dans la cabine de pilotage
G-EUPJ	24.07.2015	Au nord-ouest de l'Aéroport de Zurich (LSZH)	Fumée dans la cabine de pilotage
D-ABJB	12.04.2015	Aéroport de Zurich (LSZH)	Fumée dans la cabine de pilotage

Annexe 2

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

Annonces et enquêtes ouvertes, en cours et clôturées

Transports publics et navigation maritime						
Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	Enquêtes clôturées			Enquêtes en cours
			Total:	Avec rapport final	Avec rapport sommaire	
2018	304	14	32	14 ³	17	33
2017	376	25	38	27	12	50
2016	332	64	39	14 ⁴	26	79
2015	296	87	31	20 ⁵	13	non enregistré

Rapports finaux

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'accident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2014030301	Train	Déraillement	03.03.2014	Neyruz	133	
2015031801	Train	Collision entre un train et un mouvement de manœuvre	18.03.2015	Immensee	134	13, 14
2015082102	Train	Déraillement	21.08.2015	Realp		
2015091801	Train	Collision d'un mouvement de manœuvre avec un obstacle	18.09.2015	Avant-gare de Zurich (« Vorbahnhof »)	109	
2015111201	Train	Mise en danger d'un train	12.11.2015	Trois-Villes		
2016051802	Train	Véhicules partis à la dérive	18.05.2016	Widnau		10, 11, 12
2016080801	Train	Incendie dans la salle des machines d'une locomotive	08.08.2016	Hohtenn	132	
2017020701	Train	Collision d'un train avec un obstacle	07.02.2017	Winterthour		
2017071301	Train	Collision d'un mouvement de manœuvre avec un obstacle	13.07.2017	Samstagern	137	18
2017072701	Train	Ruptures d'essieux	27.07.2017	Les Brenets II	(128)*	

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

³ Y compris un rapport intermédiaire.

⁴ Y compris un rapport intermédiaire.

⁵ Y compris deux rapports intermédiaires.

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'accident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2017111401	Train	Collision	14.11.2017	Vevey	131	9
2018030601	Train	Collision	06.03.2018	Rivaz		
2018032301	Train	Véhicule parti à la dérive	23.03.2018	La Conversion	136	15, 16, 17
2018091903_r. i.	Train	Mise en danger liée à une irrégularité	19.09.2018	Claro	135	

Rapports sommaires

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'accident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2014102302	Train	Collision	23.10.2014	Saint-Maurice	109	
2014112402	Train	Collision	24.11.2014	Berne	109	
2015031301	Train	Collision entre un train et un mouvement de manœuvre	13.03.2015	Bâle	109	
2015051301	Train	Collision	13.05.2015	Erstfeld		
2015111701	Train	Collision d'un mouvement de manœuvre avec un obstacle	17.11.2015	Dietikon	109	
2015121802	Train	Déraillement	18.12.2015	Faido, Piano-tondo		
2016030101	Train	Déraillement d'un mouvement de manœuvre	01.03.2016	Huttwil	109	
2016122001	Tram	Collision entre deux trams	20.12.2016	Zurich, Kreuzplatz		
2017042901	Train	Collision entre deux mouvements de manœuvre	29.04.2017	Chiasso	109	
2017083102	Train	Collision latérale	31.08.2017	Berne	109	
2017090101	Train	Déraillement d'un camion-citerne	01.09.2017	Brigue		
2017100202	Train	Collision d'un mouvement de manœuvre avec un butoir	02.10.2017	Zofingen		
2017112203	Train	Déraillement d'un mouvement de manœuvre	22.11.2017	Lucerne		
2018061502	Train	Déraillement d'un train de travaux	15.06.2018	Winterthour		
2018062501	Train	Déraillement de train ou de tram	25.06.2018	Untervaz (GR)		
2018071103	Train	Déplacement de chargement	11.07.2018	Castione-Arbedo (TI)		
2018090401	Train	Collision à un passage de voie sécurisé	04.09.2018	Châtel-Saint-Denis		

Annexe 3

Données statistiques sur les incidents dans le domaine de l'aviation

Table des matières

1. Avant-propos	49
2. Définitions	49
3. Tableaux et graphiques	51
3.1 Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse, flotte d'aéronefs et nombre de personnes tuées	51
3.1.1 Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse avec un MTOM supérieur à 5700 kg	52
3.1.2 Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse avec un MTOM jusqu'à 5700 kg	53
3.1.3 Aperçu graphique des accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse et des personnes tuées	54
3.2 Récapitulation des données d'accidents des exercices 2017 et 2018	55
3.2.1 Accidents et incidents graves, avec et sans personnes blessées, survenus en Suisse et à l'étranger pour les aéronefs immatriculés en Suisse et survenus en Suisse pour les aéronefs étrangers	55
3.2.2 Flotte d'aéronefs et accidents / incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse	56
3.2.3 Accidents et incidents graves, par types d'aéronefs, d'aéronefs immatriculés en Suisse	57
3.2.4 Accidents et incidents graves par phases de vol (survenus en Suisse et à l'étranger pour les aéronefs immatriculés en Suisse et survenus en Suisse pour les aéronefs immatriculés à l'étranger)	58
3.2.5 Personnes blessées, par fonctions, lors d'accidents et d'incidents graves survenus en Suisse et à l'étranger pour les aéronefs immatriculés en Suisse et survenus en Suisse pour les aéronefs immatriculés à l'étranger	59

1. Avant-propos

La statistique annuelle que voici contient tous les accidents et incidents graves examinés survenus en Suisse et à l'étranger à des aéronefs civils immatriculés en Suisse et survenus en Suisse à des aéronefs immatriculés à l'étranger.

Les accidents de parachutistes, de planeurs de pente, de cerfs-volants, de parachutes ascensionnels, de ballons captifs et de modèles réduits d'aéronefs ne font pas l'objet d'une enquête.

2. Définitions

Quelques termes importants dans les enquêtes sur les accidents d'aviation sont expliqués ci-après.

Accident

Un événement lié à l'utilisation d'un aéronef qui, dans le cas d'un aéronef avec pilote, se produit entre le moment où une personne monte à bord avec l'intention d'effectuer un vol et le moment où toutes les personnes qui sont montées dans cette intention sont descendues ou, dans le cas d'un aéronef sans équipage, entre le moment où l'aéronef est prêt à manœuvrer en vue du vol et le moment où il s'immobilise à la fin du vol et où le système de propulsion principal est arrêté, et au cours duquel :

- a) eine Person tödlich oder schwer verletzt worden ist durch
 - une personne est mortellement ou grièvement blessée du fait qu'elle se trouve :
 - dans l'aéronef, ou
 - en contact direct avec une partie quelconque de l'aéronef, y compris les parties qui s'en sont détachées, ou
 - directement exposée au souffle des réacteurs,

sauf s'il s'agit de lésions dues à des causes naturelles, de blessures infligées à la personne par elle-même ou par d'autres ou de blessures subies par un passager clandestin caché hors des zones auxquelles les passagers et l'équipage ont normalement accès ; ou

- b) l'aéronef subit des dommages ou une rupture structurelle qui altèrent ses caractéristiques de résistance structurelle, de performances ou de vol, et qui normalement devraient nécessiter une réparation importante ou le remplacement de l'élément endommagé, sauf s'il s'agit d'une panne de moteur ou d'avaries de moteur, lorsque les dommages sont limités à un seul moteur (y compris à ses capotages ou à ses accessoires), aux hélices, aux extrémités d'ailes, aux antennes, aux sondes, aux girouettes d'angle d'attaque, aux pneumatiques, aux freins, aux roues, aux carénages, aux panneaux, aux trappes de train d'atterrissage, aux parebrise, au revêtement de fuselage, comme de petites entailles ou perforations, ou de dommages mineurs aux pales du rotor principal, aux pales du rotor anticouple, au train d'atterrissage et ceux causés par la grêle ou des impacts d'oiseaux (y compris les perforations du radôme) ; ou

- c) l'aéronef a disparu ou est totalement inaccessible.

Blessure grave

Toute blessure que subit une personne au cours d'un accident et qui entraîne une des conséquences suivantes :

- a) une hospitalisation de plus de 48 heures, dans les sept jours suivant la date à laquelle la blessure a été subie ;
- b) la fracture de tout os (à l'exception des fractures simples des doigts, des orteils ou du nez) ;
- c) des déchirures qui sont à l'origine d'hémorragies graves, ou de lésions au niveau d'un nerf, d'un muscle ou d'un tendon ;
- d) des lésions de tout organe interne ;
- e) des brûlures au deuxième ou au troisième degré, ou des brûlures affectant plus de 5 % de la surface du corps ;
- f) l'exposition vérifiée à des matières infectieuses ou à une radiation nocive.

Blessure mortelle

Toute blessure que subit une personne au cours d'un accident et qui entraîne sa mort dans les trente jours qui suivent la date de cet accident.

Grand aéronef

Aéronef ayant une masse maximale admissible au décollage (MMD ou « maximum take-off mass », MTOM) égale ou supérieure à 5700 kg, rangé dans la catégorie de navigabilité standard (sous-catégorie transport) ou comprenant plus de dix sièges pour les passagers et l'équipage.

État d'immatriculation

État sur le registre matricule duquel l'aéronef est inscrit.

État du constructeur

Le ou les États ayant certifié la navigabilité du prototype.

État de l'exploitant

État dans lequel l'entreprise de transport aérien a son siège principal ou permanent.

3. Tableaux et graphiques

3.1 Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse, flotte d'aéronefs et nombre de personnes tuées

Année	Nombre d'aéronefs ⁶	Heures de vol ⁶	Nombre d'accidents enquêtés	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Année	Incidents graves		Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
							incl. airprox	airprox avec enquête ⁷		
2006	3822	715 572	15 368	27	31	58	10	7	68	10
2007	3813	766 557	15 076	23	20	43	4	6	47	12
2008	3765	784 548	14 691	28	19	47	5	6	52	11
2009	3685	842 017	14 973	26	17	43	4	3	47	5
2010	3705	793 592	15 313	21	16	37	8	4	45	8
2011	3709	873 548	12 855 ⁸	21	24	46	13	8	59	13
2012	3657	875 708	12 840	22	20	42	23	10	65	22
2013	3620	933 752	11 871	28	16	44	20	11	64	15
2014	3556	919 987	11 563	18	28	46	13	5	59	8
2015	3494	865 404	11 536	29	24	53	22	4	75	12
2016	3414	849 373	12 264	21	16	37	46	16	83	5
2017	3333	850 525	12 101	25	22	47	32	8	79	18
2018	3284	872 408	12 027	16	15	31	68	28	99	36

⁶ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

⁷ Y compris airprox impliquant des aéronefs immatriculés à l'étranger.

⁸ Suite à la révision de la loi fédérale sur l'aviation (LA), la Suisse ne délivre plus de cartes d'élève pour pilote depuis le 1^{er} avril 2011.

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

Année	Nombre d'aéronefs ⁹	Heures de vol ⁹	Nombre d'accidents enquêtés	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Incidents graves		Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
						incl. airprox	airprox avec enquête ¹⁰		
2006	248	434 050	1	0	1	8	7	9	0
2007	260	393 368	3	0	3	0	5	3	1
2008	285	385 686	1	0	1	3	5	4	0
2009	293	394 055	0	0	0	4	3	4	0
2010	303	419 323	0	0	0	6	3	6	0
2011	299	458 225	0	0	0	9	8	9	0
2012	294	475 786	0	0	0	11	7	11	0
2013	290	540 826	1	0	1	11	8	12	0
2014	284	483 673	1	0	1	7	3	8	0
2015	284	466 086	1	0	1	11	1	12	0
2016	279	471 650	0	0	0	17	9	17	0
2017	254	482 135	0	0	0	6	2	6	0
2018	262	499 170	1	0	1	17	10	18	20

⁹ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁰ Y compris airprox impliquant des aéronefs immatriculés à l'étranger.

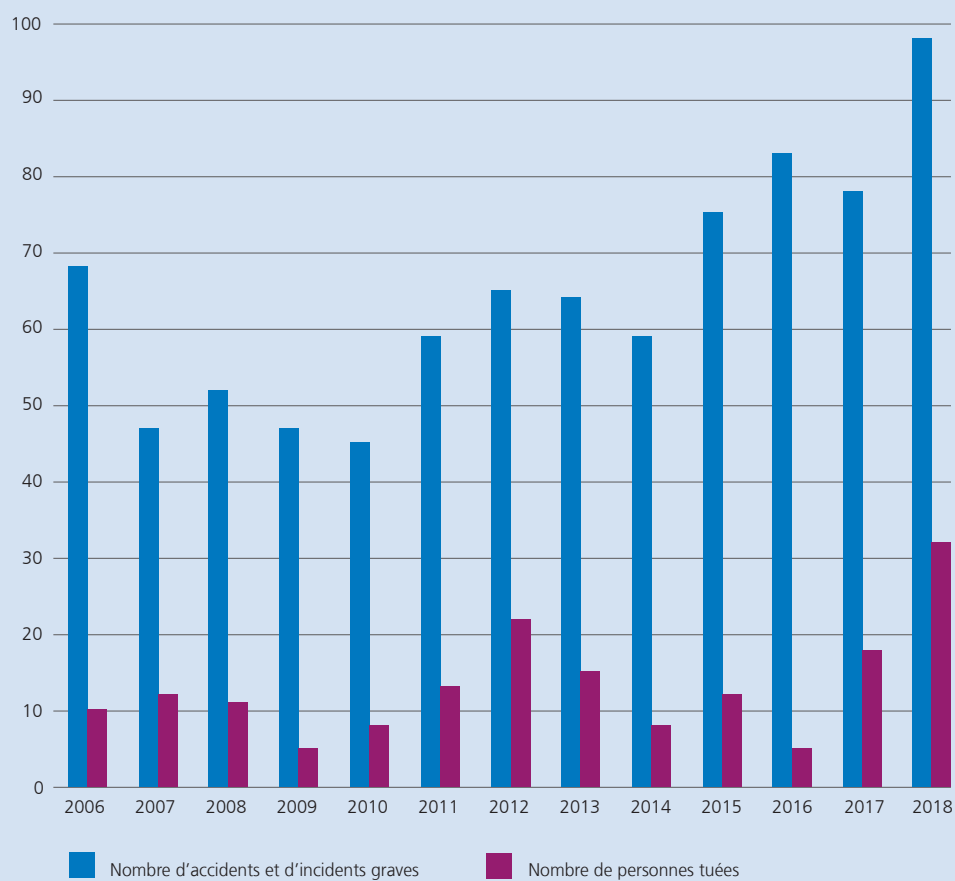
3.1.2 Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse avec un MTOM jusqu'à 5700 kg

Année	Nombre d'aéronefs ¹¹	Heures de vol ¹¹	Nombre d'accidents enquêtés	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Incidents graves		Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
						incl. airprox	airprox avec enquête ¹²		
2006	3574	281 522	26	31	57	2	0	59	10
2007	3553	373 189	20	20	40	4	1	44	11
2008	3480	398 862	27	19	46	2	1	48	11
2009	3392	447 962	26	17	43	0	0	43	5
2010	3402	374 269	21	16	37	2	1	39	8
2011	3410	415 323	22	24	46	3	0	49	13
2012	3363	399 922	22	20	42	12	3	54	22
2013	3330	392 926	27	16	43	9	3	52	15
2014	3272	436 314	17	28	45	6	2	51	8
2015	3210	399 318	28	24	52	11	3	63	12
2016	3135	377 723	21	16	37	29	7	66	5
2017	3079	368 390	25	22	47	26	6	73	18
2018	3022	374 743	15	15	30	51	18	81	16

¹¹ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹² Y compris airprox impliquant des aéronefs immatriculés à l'étranger.

3.1.3 Aperçu graphique des accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse et des personnes tuées



3.2 Récapitulation des données d'accidents des exercices 2017 et 2018

3.2.1 Accidents et incidents graves, avec et sans personnes blessées, d'aéronefs immatriculés en Suisse survenus en Suisse et à l'étranger et d'aéronefs immatriculés à l'étranger survenus en Suisse

	Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse						Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse						Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés à l'étranger					
	survenus en Suisse						survenus à l'étranger						survenus en Suisse					
	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels	Total	avec dommages corporels	sans dommages corporels
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Total	90	70	9	14	81	56	9	9	3	2	6	7	25	15	1	2	24	11
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	46	48	3	7	43	41	2	5	2	1	0	4	11	5	1	1	10	4
Avions entre 2250-5700 kg MTOM	2	1	0	0	2	1	1	1	0	1	1	0	4	0	0	0	4	0
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	14	3	1	0	13	3	4	3	0	0	4	3	5	7	0	0	5	7
Hélicoptères	16	11	2	5	14	6	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motoplaneurs / Planeurs	10	7	3	2	7	5	1	0	0	0	1	0	3	1	0	1	3	0
Ballons et dirigeables	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Ultralégers motorisés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0

3.2.2 Flotte d'aéronefs et accidents / incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse

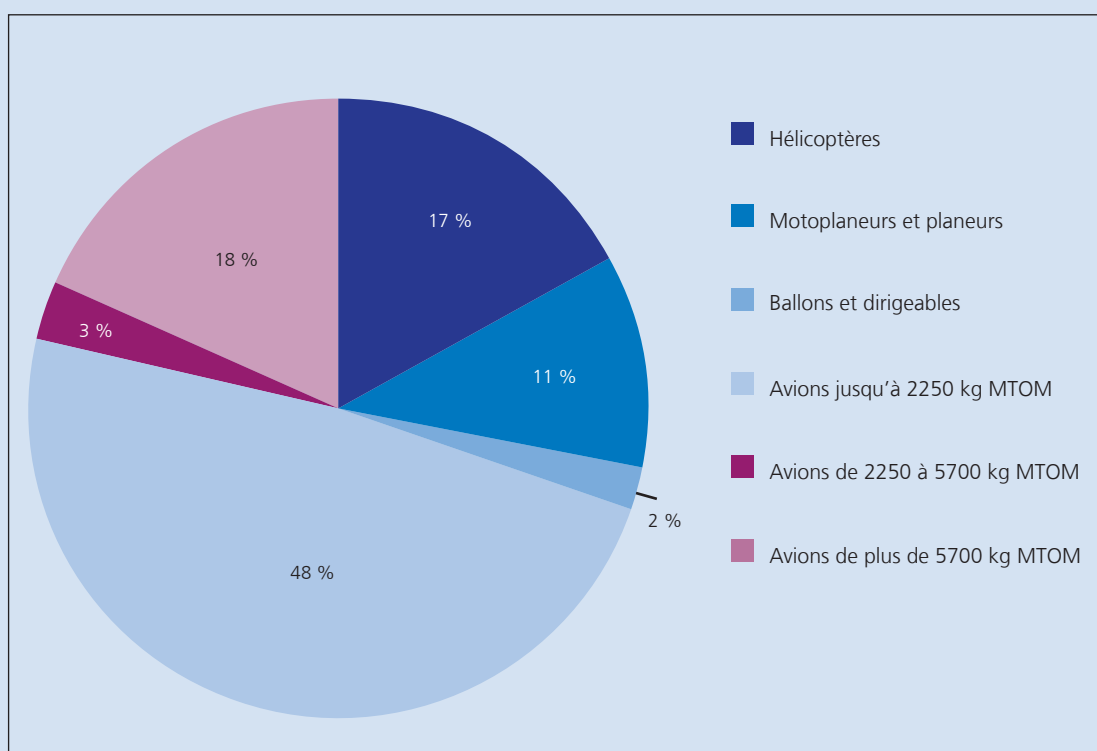
	Flotte d'aéronefs ¹³ (01.01.2019)		Total des accidents et incidents graves	
	2018	2017	2018	2017
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	1359	1358	49	53
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	162	174	3	2
Avions de plus de 5700 kg MTOM	262	254	18	6
Hélicoptères	335	335	16	11
Motoplaneurs et planeurs	845	874	11	7
Ballons et dirigeables	332	338	2	0
Ultralégers motorisés ¹⁴	0	0	0	0
Total	3284	3333	99	79

¹³ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁴ Le nombre d'ultralégers motorisés ne fait pas l'objet d'un relevé séparé.

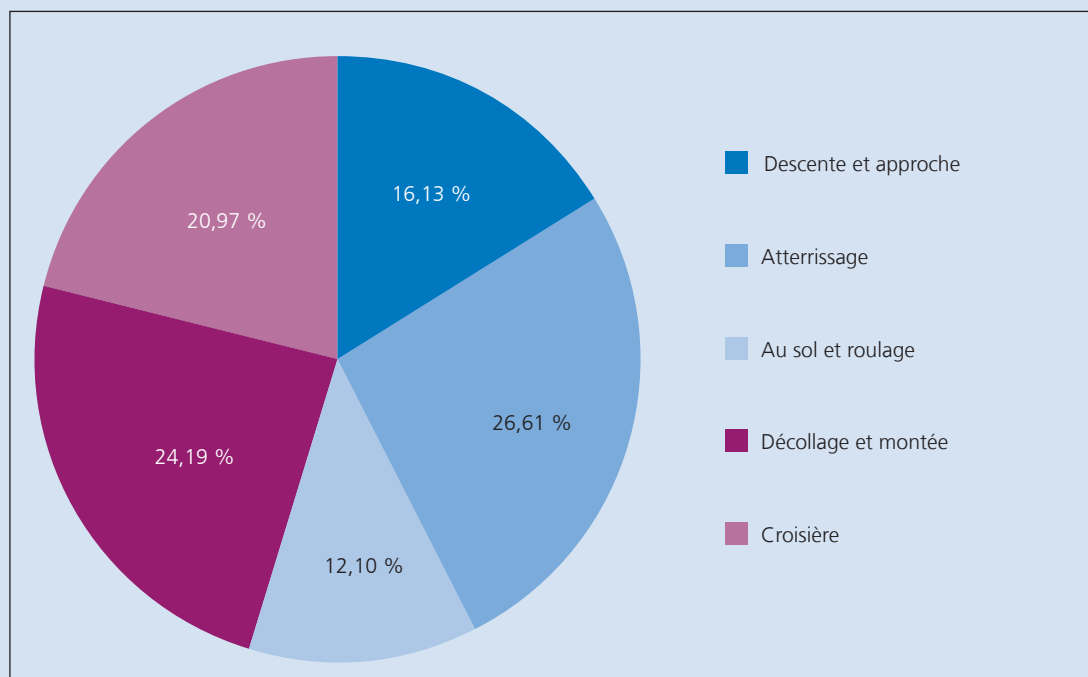
3.2.3 Accidents et incidents graves par genre d'aéronefs immatriculés en Suisse

	2018	2017
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	48 %	67 %
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	3 %	3 %
Avions de plus de 5700 kg MTOM	18 %	8 %
Hélicoptères	17 %	14 %
Motoplaneurs et planeurs	11 %	9 %
Ballons et dirigeables	2 %	0 %



3.2.4 Accidents et incidents graves par phases de vol (survenus en Suisse et à l'étranger pour les aéronefs immatriculés en Suisse et survenus en Suisse pour les aéronefs immatriculés à l'étranger)

	Au sol et roulage / vol stationnaire		Décollage et montée		Croisière		Descente et approche		Atterrissage		Total	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	12	10	10	16	12	6	8	8	17	21	59	61
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	0	0	2	1	1	1	2	0	3	1	8	3
Avions de plus de 5700 kg MTOM	1	0	7	4	7	3	8	5	0	1	23	13
Hélicoptères	0	1	9	4	3	3	1	2	3	1	16	11
Motoplaneurs et planeurs	1	0	2	1	3	3	1	0	7	4	14	8
Ballons et dirigeables	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0
Ultralégers motorisés	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Total	15	11	30	26	26	16	20	15	33	28	124	96



3.2.5 Personnes blessées, par fonctions, lors d'accidents et d'incidents graves survenus en Suisse et à l'étranger pour les aéronefs immatriculés en Suisse et survenus en Suisse pour les aéronefs immatriculés à l'étranger

	Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse survenus en Suisse															
	Total		Avions jusqu'à 2250 kg MTOM		Avions 2250-5700 kg MTOM		Avions de plus de 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Accidents / incidents graves	90	70	46	48	2	1	14	3	16	11	10	7	2	0	0	0
Personnes blessées mortellement	31	11	8	8	0	0	20	0	1	1	2	2	0	0	0	0
Équipage	8	7	2	4	0	0	3	0	1	1	2	2	0	0	0	0
Passagers	23	4	6	4	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personnes blessées gravement	3	11	1	6	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0
Équipage	3	5	1	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Passagers	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0

	Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés en Suisse survenus à l'étranger															
	Total		Avions jusqu'à 2250 kg MTOM		Avions 2250-5700 kg MTOM		Avions de plus de 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Accidents / incidents graves	9	9	2	5	1	1	4	3	1	0	1	0	0	0	0	0
Personnes blessées mortellement	7	7	3	2	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Équipage	6	2	2	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Passagers	1	4	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personnes blessées gravement	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Équipage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Passagers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Accidents et incidents graves d'aéronefs immatriculés à l'étranger survenus en Suisse															
	Total		Avions jusqu'à 2250 kg MTOM		Avions 2250-5700 kg MTOM		Avions de plus de 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017
Accidents / incidents graves	25	15	11	5	4	1	5	7	0	1	3	1	1	0	1	0
Personnes blessées mortellement	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Équipage	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Passagers	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Personnes blessées gravement	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Équipage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Passagers	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Tiers	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Annexe 4

Données de l'aviation aux fins d'évaluation statistique (chapitre 6), méthodes et réflexions conceptuelles appliquées à ces fins

Indicateurs et composants

Nombre d'accidents en chiffres absolus et relatifs

Outre le nombre des accidents en chiffres absolus, les accidents en chiffres relatifs ou « taux d'accidents » ont été relevés et comparés dans le cadre de la statistique. Autrement dit, lorsque les données disponibles le permettaient, non seulement le nombre d'accidents survenus, mais aussi le nombre d'accidents survenus par million de mouvements aériens a été pris en considération. Le nombre d'accidents, tant en chiffres absolus qu'en chiffres relatifs (taux d'accidents) se rapporte à une année déterminée et à une catégorie d'aéronefs spécifique ou au total des trois catégories d'aéronefs définies.

Le taux d'accidents présentent l'avantage qu'il tend davantage à permettre des comparaisons pendant une longue période, même si l'exposition¹⁵ change au cours de cette période. Comme l'exposition fluctue généralement moins que le nombre d'accidents, l'avantage que représente un taux comme indicateur est toutefois moins marquée lorsque la période considérée ne couvre que quelques années.

S'agissant des taux d'accidents, il importe que seuls soient pris en compte les accidents dont l'exposition est également considérée. Par exemple, le décollage et l'atterrissage lors d'un vol de Friedrichshafen (D) à Grenoble (F) passant par la Suisse n'entre pas dans la statistique des mouvements aériens de l'OFAC. Si l'aéronef qui

suit un tel itinéraire a un accident en Suisse, cet événement ne peut également pas figurer dans la présente évaluation, car la statistique des mouvements aériens de l'OFAC est intégrée comme composante de l'indicateur dans la statistique des accidents. La présente statistique sur les accidents tient compte de cette situation. Il en va de même des vols au départ de la Suisse à destination de l'étranger ou au départ de l'étranger à destination de la Suisse : les accidents qui ont lieu lors de tels vols surviennent selon les circonstances au-dessus d'un territoire étranger. Dans ce cas de figure, les accidents ne sont pas toujours signalés au SESE. Étant donné que certains accidents lors de vols de ce type ne sont pas portés à la connaissance du SESE, qui ne peut donc pas les comptabiliser comme tels, l'exposition correspondante ne peut par conséquent pas être intégrée dans l'indicateur. La présente statistique sur les accidents tient également compte de cet aspect.

Accidents

Afin qu'un événement dans le domaine de l'aviation puisse être classé comme accident dans la présente statistique, il doit être signalé au SESE. Dès qu'un événement est connu du SESE, un examen détermine s'il remplit les conditions d'un accident au sens de l'art. 2 du règlement (UE) n° 996/2010¹⁶. Seuls les événements classés comme accidents dans lesquels au moins une personne a été tuée ou grièvement blessée et qui ne résultent pas d'une faute intentionnelle sont pris en compte dans la présente évaluation. Les définitions des blessures graves et mortelles figurent également à l'art. 2 du règlement (UE) n° 996/2010.

La raison pour laquelle seules les blessures graves ou mortelles sont prises en compte dans la sta-

¹⁵ Exposition à la survenance d'un accident (« exposure » en anglais). En l'occurrence, l'exposition correspond au nombre de mouvements aériens.

¹⁶ 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 et abrogeant la directive 94/56/CE.

tistique des accidents réside dans le fait que le nombre des accidents non déclarés sans blessés graves ni décès est considéré comme non négligeable. Si l'on intégrait dans la statistique tous les accidents, voire les incidents graves, les chiffres pris en compte seraient certes plus importants et il serait plus facile d'obtenir des indications statistiques, mais ces données décriraient plutôt le système et la culture de déclaration que la sécurité.

Mouvements aériens

Les mouvements aériens sont pris en compte dans la quantification de l'exposition pour la statistique des accidents. Les chiffres relatifs aux mouvements aériens sont mis à disposition par l'OFAC. L'OFAC relève ces chiffres au moyen de formulaires qui sont remis dûment remplis depuis 2007 par la plupart des aérodromes, aéroports et héliports. Les décollages et les atterrissages sont habituellement considérés comme des mouvements aériens de sorte qu'un vol de A à B correspond à deux mouvements aériens. L'OFAC ne définit toute-fois pas plus précisément cette notion. Les types de mouvements suivants ne sont pas pris en compte dans le relevé de l'OFAC :

- les mouvements sur certains aérodromes militaires ;
- les mouvements en campagne, comme les atterrissages en campagne de planeurs ou les décollages et atterrissages en campagne d'hélicoptères dans le cadre de travaux aériens ;
- les décollages et les atterrissages à l'étranger, même si le vol passe au-dessus du territoire suisse.

Les mouvements sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse sont certes saisis par l'OFAC, mais ils n'entrent pas dans l'évaluation du SESE, car cet aéroport ne se trouve pas sur territoire suisse. Par conséquent, les accidents survenant sur le territoire français dans les environs de cet aéroport ne sont

pas signalés au SESE, qui ne les traite pas.

Catégories d'aéronefs

Les trois catégories d'aéronefs suivantes ont fait l'objet d'évaluations :

- les aéronefs à moteur dont la masse maximale admissible au décollage ne dépasse pas 5700 kg, y compris les planeurs à moteurs et les planeurs à moteur de voyage en vol motorisé ;
- les planeurs, y compris les motoplaneurs et les planeurs à moteur en vol à voile ;
- les hélicoptères.

En outre, les accidents des trois catégories d'aéronefs ont fait l'objet d'une évaluation globale et non pas spécifique à chaque catégorie (« total »).

En raison du nombre de cas trop faible, aucune statistique n'est établie pour les avions dont la masse maximale admissible au décollage est supérieure à 5700 kg (notamment pour les avions commerciaux) ni pour les dirigeables et les ballons.

Méthode statistique

Le nombre d'accidents U_t au cours de l'année $t=2007, \dots, 2018$ correspond à une variable aléatoire discrète. Le modèle usuel dans ce cas résulte de la distribution de Poisson :

$$U_t \sim \text{Poisson}(\lambda_t).$$

le paramètre λ_t étant le nombre attendu d'accidents durant l'année t , c'est-à-dire $E[U_t] = \lambda_t$.

L'évolution temporelle du nombre d'accidents est modélisée par une régression de Poisson :

$$\log(\lambda_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot t.$$

Le paramètre β_1 permet d'obtenir un déroulement temporel du nombre escompté d'accidents. Concrètement, le nombre d'accidents change d'une année à l'autre du facteur $\exp(\beta_1)$.

Si β_1 est négatif, le nombre d'accidents attendu baisse au fil du temps ; s'il est positif, il augmente. Les coefficients β_0, β_1 sont estimés au moyen de la méthode du maximum de vraisemblance dans le cadre du modèle linéaire généralisé. Pour tous les modèles adaptés, on teste systématiquement l'hypothèse nulle $\beta_1 = 0$, qui correspond à l'affirmation « pas de modification du nombre d'accidents escomptés » au fil du temps. Le résultat du test est fourni par la valeur p. Cette variable comprise dans l'intervalle [0,1] indique dans quelle mesure les données observées sont compatibles avec l'hypothèse nulle (plus elle est grande, plus les données sont compatibles). La valeur seuil habituellement utilisée et employée dans le cas présent est 0,05. Par conséquent, si la valeur p est inférieure à 0,05, la modification du nombre d'accidents est réputée significative. Par contre, si elle est égale ou supérieure à 0,05, la modification est considérée comme non significative.

Pour estimer le taux d'accidents, on recourt au modèle de Poisson en décrivant l'évolution du logarithme du taux d'accidents au moyen d'un modèle linéaire :

$$\log\left(\frac{U_t}{n_t}\right) = \beta'_0 + \beta'_1 \cdot t$$

la variable U_t représentant toujours le nombre d'accidents dans l'année t . En outre, n_t représente la taille de la population, c'est-à-dire le nombre de mouvements aériens pour l'année t . Celle-ci étant considérée comme une donnée d'observation fixe, la formule est transformée comme suit :

$$\begin{aligned} \log(U_t) &= \log(n_t) + \beta'_0 + \beta'_1 \cdot t \\ \Leftrightarrow \\ U_t &= n_t \cdot \exp(\beta'_0 + \beta'_1 \cdot t) \end{aligned}$$

La taille de la population n_t est utilisée comme offset dans le modèle linéaire généralisé. En d'autres termes, sans calculer de coefficient spé-

cifique, on admet que l'impact de la taille de la population sur le nombre d'accidents est directement proportionnel. Sur le plan conceptuel, nous restons ainsi dans le cadre de la régression de Poisson, de sorte que la formule suivante reste valable :

$$U_t \sim \text{Poisson}(\lambda'_t)$$

Cependant, le paramètre λ'_t correspond à présent au nombre d'accidents escomptés par an, corrigé de l'exposition. L'estimation est à nouveau calculée au moyen de la méthode du maximum de vraisemblance dans le cadre du modèle linéaire généralisé. Mais le plus important est qu'il est possible de déduire du paramètre β'_1 l'évolution temporelle du taux d'accidents. Concrètement, le taux d'accidents change d'une année à l'autre du facteur $\exp(\beta'_1)$. Si le paramètre β'_1 est négatif, le taux d'accidents baisse, alors que le taux d'accidents augmente si ce paramètre est positif. Tout comme pour le nombre d'accidents, il est possible d'émettre des conclusions sur la signification de ce changement : pour tous les modèles adaptés, on teste à nouveau systématiquement l'hypothèse nulle $\beta_1 = 0$, qui correspond à l'affirmation « pas de modification du nombre d'accidents escomptés » au fil du temps. Le résultat du test est fourni par la valeur p. Cette variable comprise dans l'intervalle [0,1] indique dans quelle mesure les données observées sont compatibles avec l'hypothèse nulle (plus elle est grande, plus les données sont compatibles). La valeur seuil habituellement utilisée et employée dans le cas présent est 0,05. Par conséquent, si la valeur p est inférieure à 0,05, la modification du taux d'accidents est réputée significative. Par contre, si elle est égale ou supérieure à 0,05, la modification est considérée comme non significative.

La représentation du taux d'accidents est rapportée à un million (planeurs et hélicoptères: 100 000) de mouvements aériens afin de faciliter la lisibilité (voir les tableaux ci-dessous).

Données et résultats des calculs (graphiques du chapitre 6)

Aéronefs à moteur dont la masse au décollage est inférieure ou égale à 5700 kg :

Année	Nb. de mouvements aériens	Nb. d'accidents	Taux d'accidents calculé	Nb. probable d'accidents selon les calculs	Taux d'accidents probable selon les calculs
2007	629 846	3	4.7631	3.2432	5.0226
2008	627 770	6	9.5576	3.3524	5.2598
2009	651 746	2	3.0687	3.4653	5.5082
2010	607 227	4	6.5873	3.5820	5.7684
2011	654 074	4	6.1155	3.7026	6.0408
2012	591 434	3	5.0724	3.8273	6.3262
2013	579 790	1	1.7248	3.9562	6.6249
2014	603 165	4	6.6317	4.0894	6.9378
2015	589 493	7	11.8746	4.2271	7.2655
2016	552 385	1	1.8103	4.3694	7.6087
2017	570 367	7	12.2728	4.5165	7.9680
2018	562 397	5	8.8905	4.6686	8.3444

Planeurs :

Année	Nb. de mouvements aériens	Nb. d'accidents	Taux d'accidents calculé	Nb. probable d'accidents selon les calculs	Taux d'accidents probable selon les calculs
2007	95 132	2	2.1023	4.7010	5.1545
2008	86 438	8	9.2552	4.2671	4.8190
2009	86 444	3	3.4705	3.8733	4.5054
2010	77 286	2	2.5878	3.5158	4.2121
2011	86 634	4	4.6171	3.1913	3.9380
2012	74 474	6	8.0565	2.8968	3.6817
2013	71 066	2	2.8143	2.6295	3.4421
2014	79 487	0	0.0000	2.3868	3.2180
2015	78 136	1	1.2798	2.1665	3.0086
2016	65 755	4	6.0832	1.9666	2.8128
2017	67 121	2	2.9797	1.7851	2.6297
2018	67 439	1	1.4828	1.6203	2.4585

Hélicoptères :

Année	Nb. de mouvements aériens	Nb. d'accidents	Taux d'accidents calculé	Nb. probable d'accidents selon les calculs	Taux d'accidents probable selon les calculs
2007	155 579	2	1.2855	2.9505	1.8271
2008	166 628	2	1.2003	2.9740	1.8388
2009	184 304	4	2.1703	2.9977	1.8506
2010	150 751	4	2.6534	3.0216	1.8624
2011	153 923	3	1.9490	3.0457	1.8744
2012	160 267	4	2.4958	3.0700	1.8864
2013	156 857	4	2.5501	3.0944	1.8985
2014	167 358	2	1.1950	3.1191	1.9106
2015	166 314	2	1.2025	3.1440	1.9229
2016	159 764	3	1.8778	3.1690	1.9352
2017	161 411	5	3.0977	3.1943	1.9476
2018	171 325	2	1.1674	3.2197	1.9601

Toutes les catégories :

Année	Nb. de mouvements aériens	Nb. d'accidents	Taux d'accidents calculé	Nb. probable d'accidents selon les calculs	Taux d'accidents probable selon les calculs
2007	non enregistré	7	10.6038	non enregistré	non enregistré
2008	non enregistré	16	10.4736	non enregistré	non enregistré
2009	non enregistré	9	10.3451	non enregistré	non enregistré
2010	non enregistré	10	10.2182	non enregistré	non enregistré
2011	non enregistré	11	10.0928	non enregistré	non enregistré
2012	non enregistré	13	9.9690	non enregistré	non enregistré
2013	non enregistré	7	9.8467	non enregistré	non enregistré
2014	non enregistré	6	9.7259	non enregistré	non enregistré
2015	non enregistré	10	9.6066	non enregistré	non enregistré
2016	non enregistré	8	9.4887	non enregistré	non enregistré
2017	non enregistré	14	9.3723	non enregistré	non enregistré
2018	non enregistré	8	9.2573	non enregistré	non enregistré



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