

Service suisse d'enquête de sécurité SESE

Rapport annuel 2019



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

Tirage 500

Paraît en allemand, français, italien et anglais

6/2020

Table des matières

1	Éditorial	4
2	Management Summary	6
3	Organisation	8
3.1	Personnel	8
3.2	Finances	9
3.3	Objectifs de performance	9
4	Enquêtes et résultats	13
4.1	Vue d'ensemble des enquêtes du bureau d'enquête	13
4.2	Aperçu par modes de transport	14
5	Recommandations et avis de sécurité	17
5.1	Généralités	17
5.2	Aviation	19
5.3	Chemins de fer	25
5.4	Transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime	32
6	Analyse	33
6.1	Aviation	33
6.2	Chemins de fer, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime	37

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	43
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 travaux du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) en 2019 ont été marqués par des enquêtes étendues sur des accidents qui ont fait l'objet d'une grande attention de la part du grand public et des milieux spécialisés. Dans le domaine de l'aviation, son travail a notamment porté sur l'enquête relative aux causes de l'accident de la « Tante JU » le 4 août 2018. Fin 2018, un rapport intermédiaire a constaté des déficits de sécurité et recommandé des mesures urgentes, qui ont conduit à des mesures radicales de l'autorité de surveillance au cours de l'année sous revue.

Dans le domaine des chemins de fer, des procédures d'enquête complexes sur des déraillements de trains de voyageurs à Lucerne (22 mars 2017), à Bâle (29 novembre 2017) et à la gare badoise de Bâle (17 février 2019) ont été menées. Ces enquêtes se sont achevées par des recommandations de sécurité dans les rapports finaux. L'enquête sur l'accident d'un chef de train, qui a été mortellement blessé après s'être retrouvé coincé dans la porte

d'une voiture d'un train de voyageurs à Baden le 4 août 2019, a rapidement conduit à la recommandation de mesures urgentes. Ici aussi, l'autorité de surveillance et les entreprises ferroviaires ont réagi au plus vite pour réduire les déficits de sécurité par des mesures appropriées selon elles.

Le grand public attend un standard de sécurité élevé dans les transports publics et l'aviation. Nous y parvenons si chaque service impliqué assume sa responsabilité au mieux dans le rôle qui lui est attribué. Ce jeu de rôles, c'est-à-dire la collaboration, les interfaces et la communication entre les services impliqués, doit fonctionner de manière optimale. Un tel « réseau de sécurité » entre les parties prenantes constitue la meilleure condition pour pouvoir éviter à l'avenir des accidents similaires et, ainsi, beaucoup de souffrances humaines.

En cas d'accident, nous n'avons pas le temps pour des débats de fond. C'est pourquoi nous ne cessons d'expliquer le rôle du SESE dans ce

réseau de sécurité. En tant qu'organisation indépendante, le SESE a pour seul but la prévention. La juridiction est compétente pour les questions de faute et de responsabilité, qui ne sont pas l'objet de l'enquête menée par le SESE. Nos résultats permettent aux parties prenantes d'apprendre des événements et de prendre les mesures nécessaires. Il incombe aux autorités de surveillance et aux entreprises de déterminer comment elles mettent en œuvre nos recommandations. Et il appartient aux organes

de surveillance de ces organisations – et non au SESE – de veiller à ce que les rôles soient remplis. Le SESE n'exerce pas une fonction de surveillance mais, en tant que service indépendant dans le réseau de sécurité, il peut proposer les bases scientifiques nécessaires sur des questions de sécurité aux plans opérationnel, technique, organisationnel et humain.

*Pieter Zeilstra,
Président de la Commission extraparlamentaire*

2 Management Summary



1849 incidents ont été annoncés au SESE en 2019. L'aviation a enregistré un nouveau record, avec 1566 annonces. Même s'il n'y a que dix annonces en plus par rapport à 2018, il s'agit quand même d'une augmentation de près de 24 % par rapport à la moyenne des années 2015 à 2017 et de plus de 40 % par rapport à 2014. Dans le domaine des transports publics, 280 incidents ont été annoncés, ce qui représente la valeur la plus basse des cinq dernières années. Trois des incidents annoncés concernaient la navigation maritime. L'analyse de ces annonces a conduit à l'ouverture de 79 enquêtes, 64 dans le domaine de l'aviation et quinze dans celui des transports publics.

Le bureau d'enquête a pu clore au total 94 enquêtes sur des accidents et incidents graves, dont 72 incidents avec un potentiel préventif justifiant une enquête sommaire. Dans le cadre de ses enquêtes, le SESE a formulé en 2019 20 recommandations de sécurité et 10 avis de sécurité.

S'agissant de l'aviation, l'enquête sur l'accident d'un Junkers Ju 52 survenu en août 2018 s'est poursuivie. Outre un nombre d'accidents et d'incidents graves plus faible dans le domaine de l'aviation générale que les années précédentes, plusieurs explosions de réacteurs parmi les nouveaux avions Airbus A220 immatriculés en Suisse sont survenues. Les incidents se sont produits à l'étranger et ont donc été examinés par d'autres services d'enquête de sécurité. Le domaine aviation a apporté un soutien appuyé à ces enquêtes pour contribuer à une résolution durable de ce problème dans les meilleurs délais. En 2019, les deux premiers accidents de drones utilisés à des fins commerciales ont fait l'objet d'une enquête, dont les recommandations de sécurité ont permis de combler des déficits de sécurité importants de ces aéronefs dans les deux cas. Le premier accident d'un avion à propulsion électrique en Suisse a suscité un intérêt considérable à l'échelle internationale, car cette technologie écologique est aussi jugée promet-

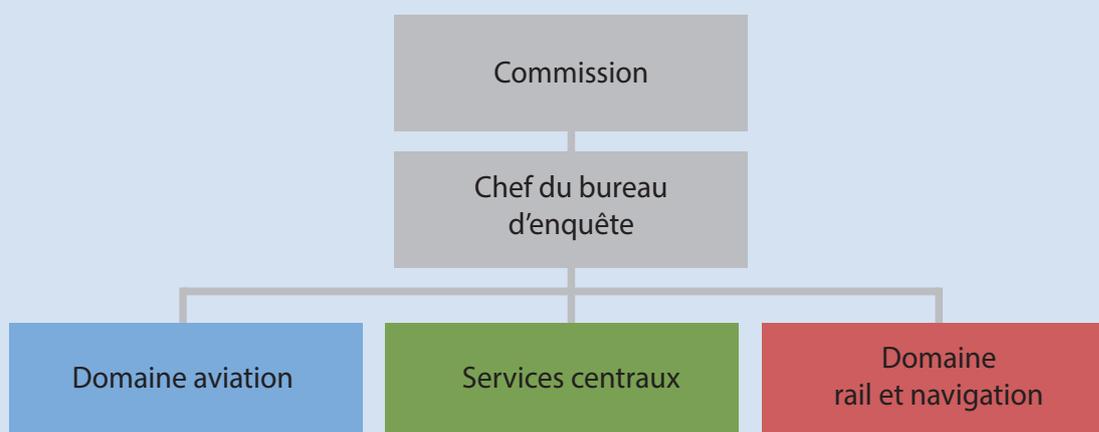
teuse et soutenue dans de nombreux pays voisins. En conséquence, le domaine aviation a pu partager les premières informations relatives à cet accident en contact étroit avec d'autres autorités et contribuer ainsi à améliorer la sécurité.

Durant l'exercice sous rapport, le domaine rail et navigation a pu clore quatre longues enquêtes importantes sur des déraillements : à Lucerne (22 mars 2017), à Berne (29 mars 2017), à Bâle (29 novembre 2017) et à la gare badoise de Bâle (17 février 2019). Dans le cas de Lucerne et de Bâle, des simulations complexes ont été réalisées pour pouvoir comprendre le déroulement des déraillements et identifier des facteurs essentiels. Les rapports finaux ont formulé des

recommandations de sécurité pour combler des lacunes dans le système roue-rail. L'enquête sur un quasi-accident entre un train régional et une locomotive de manœuvre à Sankt-Margrethen (16 septembre 2016) a permis d'identifier et de révéler des lacunes dans le domaine de la gestion des incidents entre plusieurs acteurs du secteur ferroviaire. L'accident mortel d'un chef de train à Baden (4 août 2019) était notamment imputable à un grave défaut de la protection anti-pincement de la porte et du système d'alerte dans la cabine de conduite. Un rapport intermédiaire avec des recommandations pour corriger ces lacunes a été remis à l'Office fédéral des transports (OFT) dans les plus brefs délais.

3 Organisation

Le SESE est une commission extraparlamentaire au sens des articles 57a à 57g de la loi sur le gouvernement et l'administration (LOGA ; RS 172.010). Il mène des enquêtes sur des incidents dans les domaines de l'aviation, des transports publics et de la navigation maritime conformément aux directives de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT ; RS 742.161). Les enquêtes clarifient de manière indépendante les circonstances techniques, opérationnelles et humaines ainsi que les causes ayant conduit à l'incident. Elles ont pour but exclusif d'améliorer la sécurité dans les transports et, ainsi, de prévenir des incidents similaires. Les rapports s'adressent aux spécialistes des domaines concernés ainsi qu'au public intéressé. Ils ne sont explicitement pas soumis aux autorités pénales et administratives.



Le Conseil fédéral nomme les membres de la commission du SESE, qui est rattaché administrativement au SG-DETEC.

3.1 Personnel

Au cours de l'année sous revue, un enquêteur a quitté le SESE dans le domaine rail et navigation pour relever un nouveau défi professionnel. Ce départ a été compensé par l'engagement d'un nouvel enquêteur en octobre 2019.

Les compétences des enquêteurs sont essentielles pour garantir la qualité d'une enquête en cas d'incident. Il ne s'agit pas seulement pour l'enquêteur de connaître les modifications des conditions-cadres juridiques ou les développements survenus dans les domaines techniques ou d'exploitation, mais aussi des 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 aussi suivi un cours de base et un rafraîchissement des connaissances en matière d'aide psychologique d'urgence en 2019. 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.

Comme chaque année, 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 de prévention (corps de police, pompiers, forces d'intervention des aéroports). La participation à plusieurs réunions et formations continues a également permis de soigner le réseau international.

3.2 Finances

Durant l'exercice sous revue, le SESE disposait d'un budget de près de 7,8 millions de francs. L'enquête concernant l'accident majeur du Junkers Ju 52 survenu le 4 août 2018 au Piz Segnas a aussi entraîné des besoins supplémentaires en ressources considérables. À cette fin, le SESE a bénéficié de moyens supplémentaires accordés par le Parlement à hauteur de 2,8 millions de francs.

Sur 10,6 millions de francs budgétés, un peu plus de 8,7 millions ont été effectivement dépensés jusqu'à la fin de l'exercice sous rapport. L'augmentation du taux d'occupation de l'enquêteur technique en juillet 2018 et l'engagement du chef du bureau d'enquête en août 2018 ont induit un dépassement du budget de 14,4 % dans le domaine du personnel. Les charges de biens et services sont restées inférieures de 2,27 millions de francs au montant budgété. Une part des prestations fournies en lien avec l'accident du Ju 52 n'a pas pu être finalisée comme prévu pendant l'exercice sous rapport en raison de leur complexité. Ces prestations seront comptabilisées en 2020. De plus, d'autres travaux ont aussi dû être ajournés en 2019 en raison de cet accident majeur, ce qui a réduit les dépenses du budget ordinaire.

L'activité du SESE représente, comme il est aussi usuel dans d'autres pays étrangers, un service de base fourni par l'État pour améliorer la sé-

curité. C'est pourquoi elle est presque exclusivement financée par les pouvoirs publics. Tous les produits du SESE, notamment les rapports finaux des enquêtes, sont mis gratuitement à disposition sur Internet. Des exemplaires imprimés et reliés de ces rapports peuvent être obtenus au besoin, à l'unité ou par abonnement, contre rémunération. La vente de ces produits imprimés, seule source externe de recettes régulières du SESE, a permis d'encaisser 32 375 francs en 2019.

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 en matière de prestations suivants pour l'année 2019 :

Projets

- Détermination des potentiels pour accélérer les processus d'enquête ;
- Diminution du nombre d'anciennes enquêtes encore ouvertes ;
- Projet de révision de l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT) pour la consultation des offices.

Les possibilités d'optimiser les processus d'enquête ont été identifiées. Les enquêteurs ont été sensibilisés à l'accélération des enquêtes et aux optimisations. La diminution des enquêtes en cours figure dans les objectifs annuels du bureau d'enquête depuis 2018. Le projet est ainsi mis en œuvre.

Les mesures produisent de premiers effets. Le bureau d'enquête mène davantage d'enquêtes sommaires, alors que les enquêtes détaillées tiennent systématiquement compte du principe « needed vs nice to know ». Mais la diminution des enquêtes en cours durera encore plusieurs années en raison de leur nombre important. Ces cas en suspens auront une incidence négative sur les critères de mesure de l'objectif « Exécution rapide des enquêtes de sécurité » pendant la phase de diminution, ce qui ressort des chiffres de l'inventaire des objectifs en matière de prestations pour l'année sous revue. Il y a eu de légères améliorations par rapport à 2018, mais les prestations sont encore nettement en dessous des objectifs visés. La mise en œuvre n'a donc pas encore produit pleinement ses effets.

La révision de l'OEIT a dû être reportée à cause d'autres projets prioritaires qui se sont révélés nettement plus complexes que prévu. Les adaptations nécessaires de l'ordonnance découlant de la reprise du volet technique et opérationnel du quatrième paquet ferroviaire ont en revanche pu être engagées dans le cadre de la révision de la loi sur les chemins de fer (LCdF). La révision de l'OEIT sera un projet prioritaire en 2020.

Objectifs de performance

Objectifs et valeurs mesurées	2018 RÉEL	2019 CIBLE	2019 RÉEL	2020 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 SESE 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)	11	80	6	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)	20	75	29	80
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)	17	80	0	80
Clôture dans les 6 mois des enquêtes sommaires sur les accidents et incidents graves d'aéronefs (% , minimum)	30	80	27	80
Clôture dans les 6 mois des enquêtes sommaires sur les accidents et incidents graves de véhicules ferroviaires, de navires et de bus (% , minimum)	31	80	71	80

Les objectifs ont été partiellement atteints. Il y a les écarts les plus importants dans les domaines suivants :

Exécution rapide des enquêtes de sécurité : les valeurs atteintes en 2019 sont nettement inférieures aux objectifs et en partie inférieures à celles de 2018.

Le temps consacré à l'exécution des actes d'enquête et à l'élaboration des rapports excédait dans de nombreux cas les délais d'ordre et les directives internes du SESE. La raison en était d'autres travaux urgents dans le domaine de l'aviation qui ont requis un traitement prioritaire par rapport à la clôture des enquêtes :

- L'accident majeur du Ju 52 survenu le 4 août 2018 a aussi mobilisé une part significative des ressources en 2019.
- Le nombre d'annonces d'événements était aussi supérieur à la moyenne en 2019. Les examens préalables ont donc mobilisé davantage de ressources. Ils doivent être effectués sans délai sous peine de ne plus pouvoir garantir 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, sans que les ressources évoluent, a entraîné une accumulation des cas en suspens. La résorption de ces anciens cas a causé des retards dans l'établissement des rapports concernant les événements récents.

Dans le domaine rail et navigation, les ressources à disposition pendant près de la moitié de l'année étaient inférieures à l'objectif. Cette situation s'explique par des changements de

personnel. La phase d'initiation des nouveaux enquêteurs est relativement longue jusqu'à ce qu'ils soient effectivement productifs, puisque les compétences 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 OEIT ne coïnciderait plus avec la clôture des actes d'enquête proprement dits, mais qu'elle correspondrait à l'approbation du rapport correspondant. Les résultats des critères de mesure pour 2019 ont été calculés selon cette directive, comme en 2018, contrairement aux résultats de 2017 et de 2016. De ce fait, les valeurs annuelles relatives aux critères de mesure ne sont comparables qu'avec certaines 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 pour les années précédant 2018.

Même si l'objectif d'exécution rapide des enquêtes de sécurité n'a pas été atteint, la performance du SESE en 2019 est comparable aux années précédentes compte tenu de l'accident majeur du Ju 52 (voir le tableau ci-dessous).

Année	Annonces	Enquêtes ouvertes	total:	Enquêtes clôturées		Enquêtes en cours
				avec rapport final	avec rapport sommaire	
2019	1849	79	94	22	72	194
2018	1860	131	102	33	69	207
2017	1635	111	128	57	71	161
2016	1561	159	97	40	57	221
2015	1556	173	64	51	13	non enregistré

Mesures prises : 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, per-

sonnelles et procédurales qui ont été mises en œuvre au cours de 2018. L'effet de ces mesures apparaît notamment dans le nombre accru d'enquêtes clôturées par rapport aux enquêtes ouvertes en 2017 et 2019.

4 Enquêtes et résultats



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

Au total, 1849 incidents (accidents et autres événements dangereux) ont été annoncés au SESE en 2019, soit onze annonces en moins qu'en 2018. Si le domaine des transports publics (280 annonces) a enregistré la valeur la plus basse des cinq dernières années, le nombre d'annonces dans le domaine de l'aviation a une nouvelle fois augmenté, même si ce ne sont que dix annonces en plus. Il s'agit toutefois d'une augmentation de près de 24 % par rapport à la moyenne des années 2015 à 2017 et de plus de 40 % par rapport à 2014. Trois annonces concernaient la navigation maritime. Des enquêtes de sécurité ont été ouvertes dans 79 cas (un peu plus de 4 % des annonces).

Globalement, le bureau d'enquête a clôturé 94 enquêtes concernant des accidents et des incidents graves, dont 72 incidents avec

un potentiel préventif justifiant une enquête sommaire. 21 rapports finaux (voir les annexes 1 et 2) et 44 rapports sommaires ont été publiés durant l'exercice sous revue. Dans le cadre de ses enquêtes, le SESE a émis en 2019 20 recommandations de sécurité et dix avis de sécurité. 194 enquêtes étaient encore pendantes à la fin de l'année.

Dans le domaine de l'aviation, 77 enquêtes concernant des incidents ont été clôturées en 2019. La même année, treize rapports finaux (voir l'annexe 1), deux rapports intermédiaires et 35 rapports sommaires ont été publiés. Dix recommandations de sécurité et sept avis de sécurité ont été émis dans le domaine de l'aviation. À la fin de l'année, 162 enquêtes étaient en cours.

Durant l'exercice sous revue, pour les cinq modes de transport que sont le rail, les installations à câbles, les bus, la navigation intérieure et la navigation maritime, 17 enquêtes ont été clôturées et huit rapports finaux, un rapport intermédiaire ainsi que neuf rapports

sommaires ont été publiés. Dix recommandations de sécurité et trois avis de sécurité ont été émis au total en 2019 dans le cadre de rapports finaux. 32 enquêtes, dont une étude sur les dangers naturels, 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

1566 annonces d'incidents d'aviation ont été reçues en 2019. Elles 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, 23 enquêtes sur des accidents et 41 enquêtes sur des incidents graves ont été ouvertes sur la base de ces examens préalables. Ces enquêtes comprenaient treize cas « airprox » présentant un risque de collision élevé ou considérable. Une enquête détaillée a été menée pour 19 incidents, tandis que les premiers résultats d'enquête ont conduit à une enquête sommaire pour 45 événements.

Durant l'exercice sous revue, 23 accidents d'aéronefs immatriculés en Suisse sont survenus. Cinq personnes ont été mortellement blessées.

Depuis 2011, le nombre d'incidents annoncés ne cesse d'augmenter. Il a atteint son maximum provisoire en 2019 avec 1566 incidents (figure 1). Contrairement à 2018, où le nombre d'enquêtes ouvertes a atteint un pic (119), celui-ci est comparativement faible en 2019 (64) (figure 2).

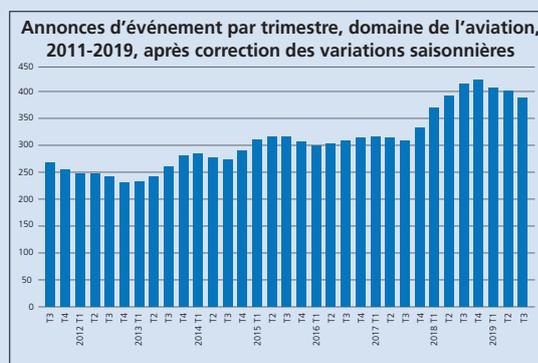


Figure 1: Nombre d'incidents annoncés par trimestre dans le domaine de l'aviation entre 2011 et 2019. Les effets saisonniers sont lissés par le recours à une moyenne mobile.

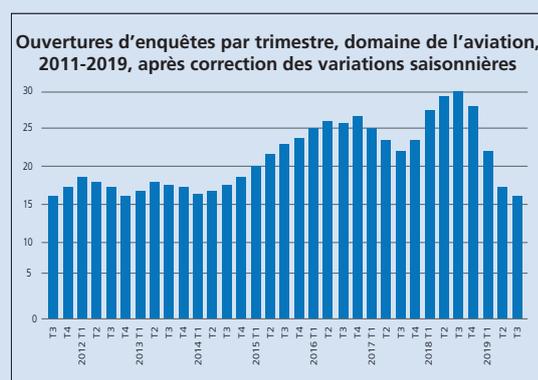


Figure 2: Nombre d'enquêtes ouvertes par trimestre sur la base des incidents annoncés dans le domaine de l'aviation. Les effets saisonniers sont lissés par le recours à une moyenne mobile.

Transports publics et navigation maritime

Durant l'année sous revue, 283 incidents ont été annoncés dans le domaine des transports publics et de la navigation maritime. Les 280 annonces dans les transports publics constituent la valeur la plus faible du nombre d'incidents annoncés par année depuis 2006. Contrairement à l'aviation, les transports publics ne présentent pas de schéma saisonnier en ce qui concerne le nombre d'incidents annoncés. Quant à la navigation maritime, seuls quelques incidents

sont annoncés chaque année (2019 : 3). Ils n'influencent pas la statistique d'ensemble des annonces.

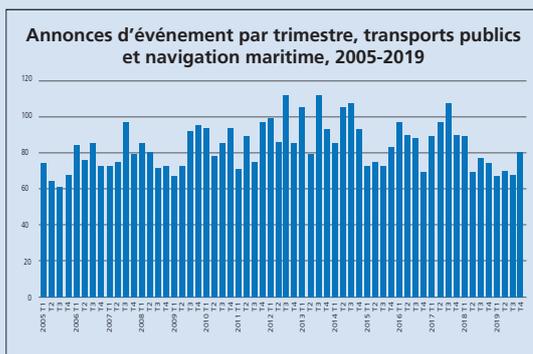


Figure 3: Nombre d'incidents annoncés par trimestre dans les domaines des transports publics et de la navigation maritime entre 2005 et 2019.

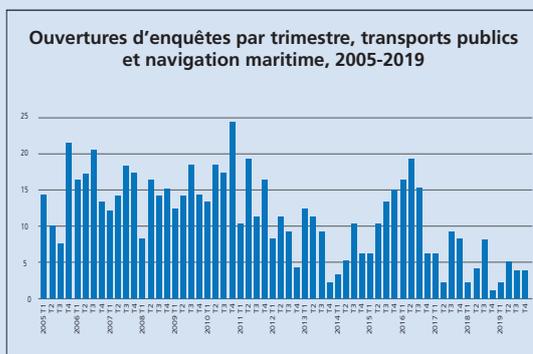


Figure 4: Nombre d'enquêtes ouvertes par trimestre sur la base des incidents annoncés dans les domaines des transports publics et de la navigation maritime.

La série temporelle des ouvertures d'enquêtes (figure 4) ne montre elle non plus aucun schéma clair, si ce n'est que le nombre d'enquêtes ouvertes tend à baisser depuis 2005. Dans les chemins de fer, l'évolution des bases internationales génère un paysage complexe de responsabilités impliquant de nombreux acteurs. L'examen des processus opérationnels et organisationnels devient plus complexe et nettement plus coûteux. Les chiffres des différents modes de transport sont présentés ci-après.

Chemins de fer

255 annonces visant des événements liés à la sécurité des chemins de fer, dont 24 concernaient des trams, ont été reçues en 2019. Un enquêteur s'est rendu sur place dans 28 cas. Une enquête a été ouverte dans quatorze cas. Pour quatorze annonces visant des accidents de manœuvre, aucune enquête n'a été ouverte, car la cause a été jugée analogue au déficit précisé dans un rapport final¹ avec la recommandation de sécurité no 109.

Par ordre chronologique, les événements d'importance ont été les suivants : accident de travail le 5 février à Airolo, où un ouvrier a été mortellement blessé, un autre grièvement, déraillement d'un ICE le 17 février à la gare badoise de Bâle, déraillement d'un train de travaux le 25 mai à Busswil, accident de personne mortel à l'occasion d'une pause photo à Exergillod le 22 juin, collision frontale entre un train de service et un mouvement de manœuvre le 11 juillet à Zurich Herdern, accident de travail mortel d'un chef de train le 4 août à Baden, chute d'une cabine de téléphérique le 20 octobre à Rickenbach (SZ) et déraillement de wagons de marchandises le 4 novembre à Bonaduz.

Un voyageur a été mortellement blessé, deux voyageurs l'ont été grièvement et 20 légèrement dans le cadre des événements annoncés au SESE. Quatre collaborateurs d'entreprises ferroviaires sont morts de leurs blessures, cinq ont été grièvement blessés et 22 légèrement. 28 autres personnes ont trouvé la mort en lien avec les transports ferroviaires (trams inclus), tandis que 26 personnes étaient grièvement blessées et 12 légèrement. Depuis plusieurs années, la principale cause des accidents de

¹ Rapport final sur la collision d'un mouvement de manœuvre refoulé avec des véhicules stationnés en avant-gare de Zurich (« Zürich Vorbahnhof ») le 18 septembre 2015 (en allemand), no d'enregistrement : 2015091801

personne annoncés est le manque d'attention de personnes qui traversent la voie alors que c'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

Douze annonces ont été enregistrées en lien avec des installations de transport à câbles. Un enquêteur est intervenu dans les deux cas suivants : le 5 juin, un accident de travail s'est produit pendant des travaux d'épissage d'un câble et, le 20 octobre, une télécabine a chuté au passage d'un attrape-câble à cause d'une rafale de vent. Dans ce cas-là, une enquête a été ouverte.

Lors des événements annoncés, un voyageur a été légèrement blessé. Un collaborateur d'une entreprise de transport à câbles a été mortellement blessé pendant des travaux d'épissage d'un câble, quatre collaborateurs ont subi de graves blessures et trois des blessures légères. Hormis les voyageurs et les collaborateurs, aucune personne n'a été blessée. Les incidents avaient le plus fréquemment pour origine des influences de l'environnement (vent, avalanche, affaissement de terrain).

Bus

Le SESE a été alerté lors de neuf incidents liés à des bus. La situation ne justifiait dans aucun cas l'intervention d'un enquêteur ou l'ouverture d'une enquête.

Neuf voyageurs ont été légèrement blessés lors des événements signalés. Un collaborateur d'une

entreprise de transport par bus a été légèrement blessé. Outre les voyageurs et les collaborateurs, une autre personne a été légèrement blessée. Six des neuf incidents 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 ou le mur d'une maison.

Navigation intérieure

Le SESE a été alerté à quatre reprises en 2019. Dans un cas, il s'agissait d'une collision avec un embarcadère. Dans un deuxième cas, des travaux de maintenance ont provoqué un incendie sur un bateau de ligne. S'agissant des deux autres incidents, la compétence d'enquêter n'incombait pas au SESE. Aucune enquête n'a été ouverte. Personne n'a été blessé.

Navigation maritime

Deux incidents impliquant des navires de haute mer naviguant sous pavillon suisse ont été annoncés au SESE en 2019. Dans l'un des cas, un problème de commande est survenu sur le moteur principal d'un cargo. La seconde annonce concernait un cargo polyvalent qui a perdu sa cargaison par une mer agitée. Une analyse a révélé que dans l'un et l'autre cas, la situation ne justifiait pas l'ouverture d'une enquête de sécurité pour prévenir d'autres incidents. Par ailleurs, la collision d'un bateau de croisière fluviale suisse avec un chimiquier sur une voie de navigation intérieure hollandaise a été annoncée au SESE. Cet accident fait l'objet d'une enquête du service néerlandais d'enquête de sécurité.

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. 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 (UE) a fondé l'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) en 2003. Celle-ci veille, sur mandat des États membres, à ce que les dispositions relatives à la sécurité aérienne soient uniformes et contraignantes pour l'aviation européenne. L'AESA s'emploie depuis lors toujours plus 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 SESE adresse ses recommandations de sécurité relatives à

l'aviation soit à l'AESA, soit à l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC), selon les compétences.

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 de l'UE relative à la sécurité (2004/49/CE), qui figure en annexe de l'accord sur les transports terrestres entre la Suisse et l'UE, 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 de la compétence des autorités nationales de surveillance en la matière. Ainsi, en vertu de l'art. 48, al. 1, OEIT, toutes les recommandations de sécurité dans le domaine des chemins de fer sont adressées à l'OFT. L'OEIT transpose la directive de l'UE relative à la sécurité (2004/49/CE) de manière équivalente dans le droit suisse.

Or l'UE a complètement remanié la directive sur la sécurité en 2016. Désormais, des compétences d'application, en particulier dans le domaine des autorisations et des approbations, sont assumées par l'Agence ferroviaire européenne (AFE). En cas de reprise de cette directive dans le cadre de la révision de la LCdF (RS 742.101), il est vraisemblable que certaines recommandations du SESE dans le domaine des chemins de fer puissent être adressées à l'avenir aux autorités de l'UE.

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

l'OFT pour les installations de transport à câbles concessionnées par la Confédération. De ce fait, les recommandations du SESE sont adressées à l'OFT.

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

En ce qui concerne la navigation maritime, l'UE a fondé l'Agence européenne pour la sécurité maritime (AESM) en 2002. 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 suisse de la navigation maritime (OSNM), 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 mesure n'a été prise, l'autorité de surveillance justifie sa décision. Les mesures prises par les autorités de surveillance en lien avec les recommandations de sécurité sont classées comme suit :

- **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.

À la suite de l'entrée en vigueur de l'OEIT, le SESE a en outre commencé à formuler 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 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 de 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 2019 par le SESE dans le cadre de rapports intermédiaires ou finaux sont énu-

mérés ci-après. À des fins de compréhension, il y a une brève description de l'incident visé et du déficit de sécurité à supprimer. À la fin de chaque recommandation de sécurité est indiqué l'état de sa mise en œuvre à la mi-février 2020. L'état de mise en œuvre actuel des recommandations de sécurité et d'autres détails sont disponibles sur le site Internet du SESE.

5.2 Aviation

Accident d'un avion remorqueur de type MCR-ULC à l'aérodrome de Locarno, 13.12.2015

Le 13 décembre 2015, un pilote a décollé de l'aérodrome de Locarno à bord d'un avion de type MCR-ULC pour un vol de remorquage. Quelques secondes après avoir décollé, il a remarqué que le moteur de l'avion commençait à tourner de manière irrégulière tandis que, simultanément, plusieurs disjoncteurs sautaient. Quelques secondes plus tard, le moteur s'est arrêté alors que l'avion se trouvait à 20 mètres au-dessus du sol. Le pilote a pu effectuer un atterrissage forcé avec l'avion remorqueur qui a été endommagé. Le planeur remorqué a pu larguer la corde et atterrir en toute sécurité.

Déficit de sécurité

Deux pompes à carburant électriques assurent l'alimentation en carburant sur un avion de type MCR-ULC, équipé d'un moteur Rotax 914. Si toutes deux tombent en panne, ce qui peut arriver en cas d'interruption totale de l'alimentation en électricité, le moteur s'arrête. Le régulateur de tension, qui équilibre et règle le courant alternatif du générateur, requiert pour fonctionner une tension d'entrée constante fournie par la batterie. Si la batterie tombe en panne, le régulateur se débranche automatiquement afin d'éviter des dégâts internes et de fortes variations de la tension de sortie du régulateur qui entraîneraient des dommages subséquents au reste des systèmes électriques. Par conséquent, les alimentations en tension dans le système électrique du MCR-ULC, composées d'un générateur doté d'un régulateur de tension et d'une batterie, ne sont pas dupliquées.

Lorsque la batterie est coupée du réseau électrique de bord, suite à un court-circuit, à une rupture dans le câblage de masse, à une panne du relais principal ou simplement suite au débranchement de l'interrupteur principal, cela induit une panne des deux pompes à carburant et finalement une panne du moteur, faute de carburant. Une comparai-

son avec d'autres types d'avions immatriculés en Suisse et équipés de moteurs Rotax de type 914 montre que l'alimentation électrique est conçue à l'identique du MCR-ULC. Le risque d'une panne de moteur existe donc aussi sur ces modèles, faute d'une redondance de l'alimentation électrique.

Recommandation de sécurité no 511, 14.07.2016²

L'AESA et l'OFAC devraient garantir à l'aide de mesures adéquates que le système électrique des aéronefs exploités avec des moteurs Rotax de type 914 soit équipé à double pour l'alimentation électrique des deux pompes à carburant.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. L'OFAC estime qu'il n'est pas nécessaire d'agir et l'AESA examine actuellement la situation en collaboration avec le constructeur du moteur. Dans sa réponse définitive, l'AESA a indiqué avoir analysé l'historique de l'entretien des types d'aéronefs certifiés par l'agence et équipés des moteurs Rotax 914 afin d'examiner s'ils présentaient des problèmes de maintien de la navigabilité. Les données n'ont pas révélé d'arrêt du moteur en marche dû à une double panne des pompes à carburant.

Bien que la spécification de certification LSA (light sport aircraft) ne comprenne pas une telle exigence, l'AESA fixera une condition spécifique exigeant cette redondance pour les avions susceptibles à l'avenir d'être certifiés conformément à la spécification de certification (CS) LSA.

Déficit de sécurité

L'alimentation en carburant du MCR-ULC avec moteur Rotax 914 est assurée par deux pompes à carburant électriques. En cas de panne du générateur ou du régulateur-redresseur, les pompes à carburant peuvent continuer à fonctionner avec une batterie complètement chargée pendant un maximum de 30 minutes avant qu'elles ne tombent en panne et que, par conséquent, le moteur s'arrête. Pour cette raison, il est important qu'un témoin lumineux s'active en cas de panne du générateur ou du régulateur-redresseur.

Recommandation de sécurité no 533, 18.09.2019

L'AESA et l'OFAC devraient prendre les mesures appropriées pour que les exploitants et les propriétaires d'aéronefs équipés d'un moteur Rotax de type 914 soient informés du déficit de sécurité décrit et que le système électrique de leurs aéronefs soit exempt de défauts.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Dans sa prise de position du 19 novembre 2019, l'AESA a expliqué que selon l'annexe 1 du règlement (UE) 2018/1139, elle n'était pas responsable de la catégorie de l'avion impliqué dans l'accident. Ce n'est par conséquent pas dans ses attributions de prendre des mesures

visant à détecter la défaillance en cause dès sa survenue.

De plus, le suivi technique de la flotte d'avions équipés du moteur Rotax de type 914 sous la responsabilité de l'AESA ne mentionne pas un seul arrêt moteur dû à la défaillance des deux pompes électriques. Pour ces raisons, l'AESA considère qu'aucune action n'est requise concernant cet objet.

L'OFAC est en principe d'accord avec la recommandation de sécurité et a lancé une campagne d'information à ce sujet.

Déficit de sécurité

Deux pompes à carburant électriques assurent l'alimentation en carburant sur un avion de type MCR-ULC, équipé d'un moteur Rotax 914. Si toutes deux tombent en panne, ce qui peut arriver en cas d'interruption totale de l'alimentation en électricité, le moteur s'arrête. Le régulateur de tension, qui équilibre et règle le courant alternatif du générateur, requiert pour fonctionner une tension d'entrée constante fournie par la batterie. Si la batterie tombe en panne, le régulateur se débranche automatiquement afin d'éviter des dégâts internes et de fortes variations de la tension de sortie du régulateur qui entraîneraient des dommages subséquents au reste des systèmes électriques. Partant, les alimentations en tension dans le système électrique du MCR-ULC, composées d'un générateur doté d'un régulateur de tension et d'une batterie, ne sont pas dupliquées. Lorsque la batterie est coupée du réseau électrique de bord, suite à un court-circuit, à une rupture dans le câblage de masse, à une panne du relais principal ou simplement suite au débranchement de l'interrupteur principal, cela induit une panne des deux pompes à carburant et finalement une panne du moteur, faute de carburant. Une comparaison avec d'autres types d'avions immatriculés en Suisse et équipés de moteurs Rotax de type 914 montre que l'alimentation électrique est conçue à l'identique du MCR-ULC. Le risque d'une panne de moteur existe donc aussi sur ces modèles, faute d'une redondance de l'alimentation électrique.

Recommandation de sécurité no 534, 18.09.2019

L'AESA et l'OFAC devraient prendre les mesures appropriées pour qu'il soit possible de détecter rapidement sur tous les aéronefs équipés d'un moteur Rotax de type 914 une panne du régulateur-redresseur ou du générateur, voire que la batterie soit déchargée.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. Dans sa prise de position du 19 novembre 2019, l'AESA a expliqué que selon l'annexe 1 du règlement (UE) 2018/1139, elle n'était pas responsable de la catégorie de l'avion impliqué dans l'accident. Ce n'est par conséquent pas dans ses attributions de prendre des mesures visant à détecter la défaillance en cause dès sa survenue. De plus, le suivi technique de la flotte d'avions

² Déjà publiée dans le rapport intermédiaire du 14 juillet 2016.

équipés du moteur Rotax de type 914 sous la responsabilité de l'AESA ne mentionne pas un seul arrêt moteur dû à la défaillance des deux pompes électriques. Pour ces raisons, l'AESA considère qu'aucune action n'est requise concernant cet objet.

L'OFAC est partiellement d'accord avec la recommandation de sécurité. Une mise en œuvre directe de la recommandation par l'OFAC n'est pas possible étant donné que la responsabilité de la conception du moteur Rotax de type 914 incombe uniquement à l'AESA.

Déficit de sécurité

Deux pompes à carburant électriques assurent l'alimentation en carburant sur un avion de type MCR-ULC, équipé d'un moteur Rotax 914. En cas de panne du générateur ou du régulateur-redresseur, les pompes à carburant peuvent continuer de fonctionner pendant une durée maximale de 30 minutes avec une batterie entièrement chargée avant de tomber en panne, provoquant l'arrêt du moteur. C'est pourquoi il est important que la batterie soit entièrement chargée avant chaque vol.

Dans les procédures décrites dans le manuel de vol (Air-craft Flight Manual – AFM) du MCR-ULC et exécutées au sol avant le vol, aucun contrôle de l'état de charge de la batterie n'est prévu. Par ailleurs, les conséquences possibles d'un décollage avec une batterie partiellement chargée ne sont pas décrites en détail.

Avis de sécurité no 10, 18.09.2019

Thème : Exploitation avec une batterie partiellement chargée

Groupe cible : Exploitants et propriétaires d'aéronefs qui dépendent de systèmes électriques indispensables à la poursuite d'un vol

Il importe de garantir que les équipages soient informés des conséquences possibles d'un décollage avec une batterie partiellement chargée et que les procédures correspondantes de contrôle de l'état de charge de la batterie soient décrites dans l'AFM.

Accident d'un planeur, Tschuggentälli (commune de Davos), 14.10.2017

Un planeur est entré en collision avec le terrain en décrivant un tour complet sur la droite, sans doute durant une phase de vol contrôlé. Le planeur a été détruit lors de l'impact, le pilote mortellement blessé.

Déficit de sécurité

L'enregistrement de l'itinéraire de vol d'un aéronef accidenté fournit des bases précieuses pour l'analyse d'un accident et donc la prévention. Comme aucunregistreur de vol n'est prescrit pour les planeurs, les données du calcu-

lateur pour le vol à voile et du système de prévention des collisions Flarm sont souvent utilisées pour reconstruire les itinéraires de vol lors des enquêtes de sécurité. Dans plusieurs cas connus, les supports de données des appareils ont été détruits dans l'accident ou les données n'ont été que partiellement enregistrées à la suite d'une interruption de l'alimentation électrique. En raison de l'enregistrement partiel des données du calculateur pour le vol à voile, il n'a pas été possible de déterminer les circonstances de l'accident de manière concluante dans le cas présent.

Avis de sécurité no 19, 21.02.2019

Thème : Enregistrement de l'itinéraire de vol dans les calculateurs pour le vol à voile et les systèmes de prévention des collisions qui puisse résister en cas d'accident

Groupe cible : Fabricants des calculateurs pour le vol à voile et des systèmes de prévention des

Les fabricants des calculateurs pour le vol à voile et des systèmes de prévention des collisions doivent adapter la construction et la finition de leurs appareils pour que les données de l'itinéraire de vol soient enregistrées dans les supports de données jusqu'au moment d'un accident et lisibles par la suite.

Rapprochement dangereux entre un avion d'affaires et un avion léger au nord-ouest de l'aéroport de Saint-Gall-Altenrhein, 24.10.2016

L'incident grave s'est produit du fait que le contrôleur d'aérodrome a autorisé en même temps le décollage d'un avion d'affaires et le survol d'un avion léger dans la zone de contrôle, parce qu'il a mal évalué l'évolution de la situation. Il s'en est suivi un rapprochement dangereux entre les deux avions.

Déficit de sécurité

L'enquête sur cet incident a montré que des indications de position imprécises, avec l'utilisation du terme « abeam », compliquent la tâche des contrôleurs aériens et des autres usagers du ciel pour avoir une vue d'ensemble précise de la situation du trafic aérien. Tout écart par rapport à l'itinéraire de vol convenu avec le contrôle aérien sans consultation de ce dernier peut favoriser des situations dangereuses.

Recommandation de sécurité no 543, 03.01.2019

En collaboration avec le contrôle aérien (Skyguide), l'OFAC devrait prendre les mesures nécessaires pour sensibiliser davantage les contrôleurs d'aérodrome à la situation d'ensemble (*situational awareness*) sur les aérodromes régionaux par une alerte acoustique, en plus d'une alerte visuelle du système au sol d'alarme en cas de conflit (*short term conflict alert*, STCA).

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. L'OFAC craignait que l'introduction préconisée d'une alerte acoustique puisse distraire et déstabiliser le contrôleur aérien concerné. Aussi bien l'OFAC que Skyguide en voient la raison dans les fausses alarmes qui surviennent visiblement et dans les alarmes qui se rapportent à des situations de conflit hors de la juridiction du contrôleur d'aérodrome. C'est pourquoi l'OFAC a chargé Skyguide d'examiner si le nombre élevé d'alertes STCA peut être limité au sein et directement autour des CTR de tous les aérodromes régionaux. L'objectif, dans l'esprit de la recommandation de sécurité du SESE, devrait être de sensibiliser aux conflits sans qu'il en résulte une distraction disproportionnée. Mais Skyguide n'était pas en mesure d'instaurer un filtrage efficace, si bien que l'OFAC a renoncé à mettre en œuvre la recommandation de sécurité. Skyguide a proposé de traiter les conclusions de l'incident comme une étude de cas dans un cours de perfectionnement destiné aux contrôleurs aériens des aérodromes régionaux civils et de sensibiliser ses collaborateurs à cette question. L'OFAC a validé cette approche et chargé Skyguide de sa mise en œuvre dans le cadre du prochain cycle d'entraînement possible.

Déficit de sécurité

L'enquête sur cet incident a montré que des indications de position imprécises, avec l'utilisation du terme « abeam », compliquent la tâche des contrôleurs aériens et des autres usagers du ciel pour avoir une vue d'ensemble précise de la situation du trafic aérien. Tout écart par rapport à l'itinéraire de vol convenu avec le contrôle aérien sans consultation de ce dernier peut favoriser des situations dangereuses.

Avis de sécurité no 20, 03.01.2019

Thème : Collaboration avec le contrôle aérien, échange d'information pertinent

Groupe cible : Pilotes des aéronefs en exploitation selon les règles de vol à vue

Il est rappelé aux équipages que des indications de position précises, avec une indication de l'altitude, constituent un moyen d'information important pour les autres utilisateurs de l'espace aérien et le contrôle aérien afin d'avoir une vue d'ensemble de la situation du trafic. Ils ne devraient pas quitter les itinéraires de vol convenus ou annoncés sans l'autorisation du contrôle aérien ou sans informer les autres usagers du ciel, car d'autres équipages et le contrôle aérien comptent là-dessus.

Déficit de sécurité

L'enquête sur cet incident a montré une fois de plus que pour une partie des équipages, il y a visiblement encore des attentes inexactes concernant les services du contrôle aérien. Certains pilotes supposent ainsi à tort que le contrôle aérien assure une séparation du trafic IFR et VFR dans les espaces aériens de la classe D.

Avis de sécurité no 21, 03.01.2019

Thème : Conscience des services proposés par le contrôle aérien

Groupe cible : Pilotes des aéronefs en exploitation selon les règles de vol à vue et aux instruments

Les équipages doivent être conscients qu'ils sont eux-mêmes responsables du maintien d'une distance de sécurité entre les vols VFR ainsi qu'entre les vols VFR et IFR dans l'espace aérien de la classe D.

L'OFAC a laissé entendre qu'il partage par ailleurs l'avis du SESE selon lequel il y a de fausses attentes concernant la séparation VFR/IFR de la part des pilotes, en particulier dans l'espace aérien de la classe D. Il existe déjà une campagne « Stay safe awareness » dans l'espace aérien de la classe E. L'OFAC examine la possibilité de l'élargir à la classe D.

Collision entre deux avions dans un vol en formation, Mollis, 26.05.2016

Lors d'un exercice en vue d'une démonstration aérienne, deux avions sont entrés en collision après avoir rompu la formation en raison d'un malentendu concernant les consignes individuelles à appliquer pour éviter les collisions.



Déficit de sécurité

L'enquête a identifié comme facteur ayant contribué à l'accident le fait que les pilotes n'étaient pas suffisamment formés sur ces consignes.

Recommandation de sécurité no 545, 20.06.2019

L'OFAC devrait prendre des mesures appropriées pour que les pilotes qui bénéficient d'une dérogation pour voler au-dessous de l'altitude minimale de vol dans le cadre de démonstrations en formation, reçoivent une formation adéquate correspondant à leur position respective dans la formation et connaissent en particulier les consignes propres à leur position.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. Dans une lettre datée du 9 septembre 2019, l'OFAC a signalé que, juste après l'accident, les responsables du cours Display de FMA Flyers avaient annoncé et introduit immédiatement une adaptation des entraînements. Contrairement à la pratique initiale qui consistait à positionner tous les pilotes à des positions différentes et à effectuer les vols en formation avec des avions ayant des performances et des vitesses très différentes, des équipes fixes occupant des po-

sitions définies sont désormais désignées et il a été décidé de renoncer complètement aux vols en formation impliquant différents appareils.

Les inspections de l'OFAC menées en 2017, 2018 et 2019 ont confirmé la mise en œuvre et le respect de la procédure nouvellement définie.

En outre, les exigences de la directive FS I 001 F, Conditions applicables aux manifestations publiques d'aviation, adaptée pour la dernière fois le 6 mars 2019, correspondent à l'objectif de prévention de la recommandation de sécurité.

Déficit de sécurité

Le présent accident a montré qu'une planification trop peu détaillée d'un vol en formation, en particulier concernant les itinéraires de vol et les conditions de visibilité des avions impliqués ainsi que la procédure en cas de perte de visibilité inattendue, peut entraîner des malentendus à haut risque.

Avis de sécurité no 23, 20.06.2019

Thème : Planification des vols en formation

Groupe cible : Pilotes d'aéronefs qui effectuent des vols en formation

Il est rappelé aux équipages qu'une planification détaillée et un briefing complet avec tous les pilotes impliqués sont décisifs pour effectuer des vols en formation en toute sécurité. La complexité des manœuvres aériennes et des itinéraires de vol prévus doit être planifiée en fonction de l'expérience des pilotes impliqués et des appareils utilisés, avec leurs caractéristiques de puissance et conditions de visibilité spécifiques. Tous les pilotes doivent avoir conscience des compétences et des procédures en cas de situations confuses pendant le vol.

Rapprochement dangereux entre un planeur et un avion d'affaires au sud-ouest d'Amriswil, 15.10.2017

Au sud-ouest d'Amriswil, à une altitude d'environ 5000 pieds, un rapprochement dangereux est survenu entre un planeur et un avion biréacteur d'affaires qui était en approche pour l'aérodrome de Saint-Gall-Altenrhein selon les règles de vol aux instruments.

Déficit de sécurité

Les approches et les départs selon les règles de vol aux instruments (Instrument Flight Rules – IFR) à l'aérodrome de Saint-Gall-Altenrhein amènent à transiter sur d'assez longues distances par l'espace aérien de la classe E en dehors de la zone de contrôle (Control Zone – CTR) et de la région de contrôle terminale (Terminal Control Area – TMA). Dans cet espace aérien, il n'y a ni l'obligation d'utiliser le transpondeur, ni celle d'un contact radio avec le centre de contrôle aérien concerné pour les aéronefs qui effectuent un vol selon les règles de vol à vue (Visual Flight Rules – VFR).

Il se peut donc qu'un vol VFR reste complètement ignoré du contrôleur du trafic aérien et ne soit découvert qu'à travers une identification visuelle par l'équipage du vol IFR (see and avoid).

Avis de sécurité no 24, 05.09.2019

Thème : Utilisation du transpondeur et prise de contact avec le contrôle aérien à proximité d'aérodromes régionaux dans le cadre d'approches aux instruments

Groupe cible : Aéro-Club de Suisse (AeCS) et tous les utilisateurs de l'espace aérien

L'Aéro-Club de Suisse devrait sensibiliser ses membres au fait qu'il faut s'attendre à un trafic IFR accru dans l'espace aérien E qui jouxte les zones de contrôle et la région de contrôle terminale d'aérodromes régionaux tels que Saint-Gall-Altenrhein. Le fonctionnement du transpondeur en permanence et la prise de contact avec le contrôleur d'aérodrome pour transmettre sa position et son altitude sont la seule possibilité, en plus de l'approche see and avoid, pour permettre au trafic aérien opérant selon les règles IFR d'identifier un aéronef effectuant un vol VFR.

Collision d'un avion à moteur avec des obstacles en roulant, Sion, 15.11.2017

Après avoir roulé hors de la piste dans la zone du secteur Grely avec les feux d'atterrissage allumés, le pilote d'un avion léger à un seul moteur s'est engagé dans la Route des Aviateurs au lieu de la voie de circulation Sierra. L'avion est alors entré en collision avec un poteau de clôture puis, peu après, avec un panneau de circulation et a été légèrement endommagé. Le pilote en est sorti indemne.

Déficit de sécurité

La situation du balisage lumineux des voies de circulation de l'aéroport de Sion (LSGS) dans la zone de l'aire de trafic du secteur Grely a une nouvelle fois contribué à ce qu'un pilote s'engage de nuit sur la Route des Aviateurs au lieu de la voie de circulation qui lui est parallèle. De ce fait, les avions sont entrés en collision avec un panneau de circulation et ont été endommagés.

Recommandation de sécurité no 547, 21.08.2019

L'OFAC, en coopération avec l'exploitant de l'aéroport, devrait prendre les mesures adéquates pour améliorer la situation de nuit du balisage lumineux des voies de circulation dans la zone de l'aire de trafic Grely.

État de la mise en œuvre

Non mise en œuvre. Certes, il semble efficace d'élaborer des mesures concrètes après un examen de la situation réalisé en collaboration avec l'exploitant de l'aéroport, comme le

prévoit l'OFAC. Toutefois, aucun délai n'a été fixé pour la mise en œuvre desdites mesures. Et jusqu'à présent, aucune mesure n'a été prise pour améliorer le balisage lumineux des voies de circulation dans la zone de l'aire de trafic du secteur Grely. La recommandation de sécurité n'est donc pas considérée comme implémentée.

Rapprochement dangereux entre un véhicule du service du feu et un avion commercial, aéroport de Zurich, 10.01.2018

Après une intervention sur une piste, un véhicule extincteur s'est dangereusement approché d'une piste perpendiculaire active sur laquelle un avion de ligne était en plein décollage.



Déficit de sécurité

Il n'y a chaque année que quelques interventions sur le système de pistes de l'aéroport de Zurich (LSZH), raison pour laquelle les pompiers en service depuis peu n'ont guère de routine. Des entraînements réguliers à la conduite sont effectués en premier lieu sur le système de voies de circulation et de routes de l'aéroport, mais aucun exercice de conduite ne se déroule sur le système de pistes eu égard au trafic aérien dense. L'entraînement sur les pistes est pourtant une condition indispensable pour qu'en cas d'urgence, les équipages des véhicules du service du feu puissent exécuter leur travail en toute sécurité et sans mise en péril du trafic aérien.

Avis de sécurité no 27, 03.12.2019

Thème : Niveau d'entraînement des équipages du service du feu

Groupe cible : Exploitants d'aéroport et service du feu de l'aéroport de Zurich

En collaboration avec le contrôle aérien et le service du feu de l'aéroport, l'exploitant de l'aéroport de Zurich devrait prendre des mesures pour que les équipages du service du feu aient un entraînement régulier à la conduite sur le système de pistes.

Déficit de sécurité

Pendant le trajet, l'équipage d'un véhicule extincteur n'a pas porté une attention suffisante à l'orientation sur le système de pistes, parce qu'il s'est laissé distraire par des travaux et des conversations moins prioritaires, si bien qu'il y a eu un rapprochement dangereux avec un avion en plein décollage. Il

n'y avait pas de règle selon laquelle l'équipage d'un véhicule du service du feu devrait s'abstenir de travaux et de conversations non pertinentes pendant l'intervention. De telles règles (règle du cockpit stérile) s'appliquent pour les équipages dans le cockpit des avions commerciaux.

Avis de sécurité no 28, 03.12.2019

Thème : Règles au sein des équipages de véhicules en traversant le système de pistes

Groupe cible : Service du feu de l'aéroport de Zurich

Le service du feu de l'aéroport de Zurich devrait garantir, par le biais de mesures d'exploitation appropriées, que les équipages du service du feu portent leur attention sur la route et l'orientation pour les sorties sur le système de pistes et renoncent aux travaux et aux conversations non pertinentes pour le trajet.

Accident d'un planeur, Amlikon, 18.07.2018

Un planeur à décollage autonome avec moteur rétractable s'est affaissé peu après le décollage au cours d'un départ autonome, a violemment heurté le sol et a été légèrement endommagé. L'un des passagers a subi une fracture d'une vertèbre à la suite de l'impact.

Déficit de sécurité

Les vols en double commande prescrits pour la formation en vue de la qualification pour décollage autonome peuvent être réalisés sur un planeur motorisé (Touring Motor Glider – TMG). L'exploitation des planeurs motorisés actuels ne diffère guère de celle des avions à moteur. En revanche, la différence par rapport aux planeurs à décollage autonome et moteur rétractable est manifeste. La procédure de décollage d'un planeur à décollage autonome et les risques inhérents requièrent une formation spéciale et spécifique au type de planeur. Au nombre de ces risques, on compte par exemple le changement de position très brusque résultant d'une panne de moteur, au cours de laquelle l'aéronef tend soudainement à se cabrer, ou un vol d'approche avec le moteur rétractable sorti mais hors service. Il ne suffit donc pas de réaliser les vols en double commande exclusivement sur un planeur motorisé.

Recommandation de sécurité no 555, 03.12.2019

L'AESA devrait prendre les mesures appropriées pour s'assurer que la formation aux décollages autonomes sur des planeurs à moteur rétractable soit adaptée aux risques spécifiques à chaque type.

État de la mise en œuvre

Réponse en attente.

Rapport intermédiaire, accident de drone, Irchel, 09.05.2019

Environ deux minutes après le décollage à l'Université de Zurich (UZH) Irchel, le drone a automatiquement déclenché le système d'interruption de vol (Flight Termination System – FTS) et déclenché un atterrissage d'urgence.



Déficit de sécurité

Après le déploiement du parachute, la corde d'attache s'est rompue et le drone s'est écrasé au sol dans la forêt à toute vitesse et a été détruit.

Recommandation de sécurité no 553, 20.06.2019

L'OFAC devrait prendre les mesures nécessaires pour que la fixation du parachute de secours sur le drone résiste aux charges éventuelles.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. Par lettre du 19 septembre 2019, l'OFAC a informé que la fixation d'origine du parachute représente un « défaut unique ». Le fabricant et l'OFAC n'en ont pas tenu compte dans la revue de conception. Le fabricant a développé un bulletin de service (SB) qui inclut une protection

contre l'abrasion et une seconde corde redondante pour le parachute. Entre-temps, le SB a été installé sur tous les appareils.

Sur la base des mesures prises, le SESE considère que la présente recommandation de sécurité a été mise en œuvre.

Déficit de sécurité

Après le déclenchement du parachute de secours, le signal sonore d'avertissement n'a pas été entendu par les personnes se trouvant à proximité du lieu de l'accident.

Recommandation de sécurité no 554, 20.06.2019

L'OFAC devrait prendre les mesures nécessaires pour que le signal acoustique d'avertissement se déclenchant en cas d'atterrissage d'urgence puisse être entendu par des tiers au sol.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Comme l'OFAC l'a communiqué par lettre du 19 septembre 2019, l'idée du signal sonore d'avertissement est d'avertir toute personne se trouvant à proximité ou sous le drone en cas d'atterrissage d'urgence avec un parachute. Il s'agit d'une mesure de sécurité supplémentaire au parachute. Avertir les gens en cas de « chute libre » n'a jamais été l'intention. Le fabricant a décidé de sa propre initiative d'amplifier le signal acoustique. L'argumentation de l'OFAC n'est pas tout à fait concluante dans la mesure où un avertissement ciblé à des tiers au sol en cas d'atterrissage d'urgence est finalement une question de puissance acoustique et de vitesse de chute réduite. Compte tenu de l'initiative du fabricant et de l'exploitant du drone, la recommandation de sécurité a été considérée comme partiellement appliquée.

5.3 Chemins de fer

Collision entre un train et un car sur un passage à niveau sécurisé à Interlaken Est, 20.05.2016

Le 20 mai 2016 vers 20 heures, le train voyageurs ICE 371 est entré en collision avec un car de touristes sur le passage à niveau « Beau Rivage », sécurisé par des barrières, à Interlaken Est. Deux passagers du car ont été grièvement blessés, quinze autres légèrement. L'avant de l'ICE a été légèrement endommagé par la collision, l'arrière du car considérablement. En outre, une barrière du passage à niveau a été endommagée.

Cette collision entre un train ICE et un car de touristes à Interlaken est imputable à un comportement individuel fautif de la part du chauffeur du car. Le fait qu'il n'a pas essayé de quitter la zone dangereuse en cassant les barrières a contribué à l'accident.



Déficit de sécurité

Des mesures techniques ont été prises dans le cadre du programme d'assainissement de l'OFT pour adapter les passages à niveau aux exigences légales et les rendre ainsi plus sûrs. Force est toutefois de constater que le nombre d'accidents augmente sur les passages sécurisés. Comme le présent accident, des incidents similaires et le monitoring de l'OFT concernant les accidents sur les passages à niveau montrent que les accidents sont causés dans presque tous les cas par un comportement fautif de la part des usagers de la route.

Recommandation de sécurité no 138, 11.06.2019

Pour renforcer la sécurité sur les passages à niveau, le SESE recommande à l'Office fédéral des routes (OFROU), en collaboration avec le Fonds de sécurité routière (FSR) et l'OFT, d'identifier et de mettre en œuvre des mesures appropriées pour sensibiliser les usagers de la route aux dangers sur les passages à niveau. Il s'agit notamment de tenir compte des aspects liés à la formation des usagers de la route et au comportement des piétons.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. L'OFROU annonce que l'OFT, avant concertation, a inscrit cette question à l'ordre du jour de manière proactive et lancé la campagne « Happy End » avec les CFF et d'autres organisations.

Cette campagne aborde notamment le comportement (correct) au passage à niveau tel qu'il est proposé dans la recommandation de sécurité no 138. Le comportement correct est en outre enseigné depuis quelque temps dans les auto-écoles, ce qui permet à ce savoir de s'imposer toujours plus. Aucune autre action n'est donc prévue de la part de l'OFROU et du FSR.

Quasi-collision entre un RER et une locomotive de manœuvre à Sankt Margrethen, 16.09.2016

Le 16 septembre 2016 à 16 h 38, une quasi-collision s'est produite entre un RER et une locomotive de manœuvre à Sankt Margrethen. Une locomotive de manœuvre qui circu-

lait de Sankt Margrethen en direction d'Au (SG) s'est arrêtée à cause d'un dérangement peu après le signal d'entrée dans la gare d'Au. Un RER qui circulait en sens inverse en direction de Sankt Margrethen n'a donc pas pu poursuivre sa route.

Le train a dû attendre en gare d'Au avant de pouvoir repartir. Pour remédier à la perturbation, il était nécessaire de remorquer la locomotive de manœuvre défectueuse en gare d'Au à l'aide d'une seconde locomotive de manœuvre stationnée à Sankt Margrethen. Le trajet Sankt Margrethen – Au devait être effectué comme mouvement de manœuvre en pleine voie. Entre-temps, le dérangement à la locomotive immobilisée ayant été réparé, celle-ci a pu poursuivre sa route. Le RER a ensuite également reçu l'autorisation de repartir en direction de Sankt Margrethen. Peu avant Sankt Margrethen, le mécanicien de la locomotive du RER a aperçu une locomotive de manœuvre immobilisée sur sa voie et il est parvenu à s'arrêter in extremis par l'intermédiaire d'un freinage d'urgence.

Des ambiguïtés et des malentendus entre les deux équipes de manœuvre et le chef-circulation dans la gestion de l'incident technique ont fait que la locomotive de manœuvre a circulé en pleine voie sans autorisation au-delà de la zone de manœuvre, tandis que le RER circulait selon les signaux sur la voie en sens inverse. Une collision a été évitée de justesse.

Ont contribué à l'incident :

- L'attribution respectivement la reprise en partie hésitante de la responsabilité de conduite entre de jeunes collaborateurs peu expérimentés mais compétents et des collègues plus âgés, expérimentés mais dotés de pouvoirs et de compétences plus faibles.
- La gestion des aspects liés à la sécurité par les personnes impliquées, qui ont accepté des incertitudes et des ambiguïtés sans s'efforcer de les clarifier.
- Dans le cas présent, il a manqué aux personnes impliquées la conscience qu'elles se situent au croisement de deux obligations : celle d'exécuter les ordres, d'une part, et celle de remettre les ordres en question, d'autre part, elles doivent discerner constamment si une divergence existe par rapport à leur action. Elles ont pondéré trop fortement l'obligation d'exécuter les ordres. Des excès de compétence ont même été tolérés.
- Les personnes impliquées étaient trop occupées à remédier le plus vite possible à la perturbation de l'exploitation pour limiter dans la mesure du possible d'éventuelles conséquences sur le trafic (des voyageurs) et leurs autres tâches. Elles ont pondéré trop fortement le facteur temps dans l'opposition entre sécurité et contraintes horaires.
- Elles n'avaient pas la même connaissance de la situation et de sa gestion, sans pouvoir en être conscientes, car il n'y avait pas de moyen technique pour permettre une communication commune et simultanée.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. L'OFT estime que la reprise de la prescription « Les ordres seront transmis au plus près possible de l'endroit d'exécution » au sens des STI OPE dans les PCT 2020 (R 300.3, ch. 6.2.1) correspond à la recommandation et que la transmission doit intervenir dès que possible.

Déraillement d'un train Eurocity à Lucerne, 22.03.2017

Le 22 mars 2017 à 13 h 57, deux voitures intermédiaires d'un train Eurocity ont déraillé à la sortie de la gare de Lucerne et l'une des voitures a basculé contre un pylône de la ligne de contact après l'arrêt du train. Sept passagers ont été légèrement blessés. Les dégâts à l'infrastructure et aux voitures étaient considérables. La gare de Lucerne a dû être fermée pendant plus de quatre jours à l'ensemble du trafic ferroviaire à voie normale pour les travaux de réparation de l'infrastructure.

Le déraillement sur un aiguillage à la gare de Lucerne s'explique par le fait que le boudin d'une roue est monté sur la partie supérieure de la lame d'aiguille. L'interaction de plusieurs facteurs a fait en sorte que la partie supérieure du boudin a heurté la partie supérieure de la lame d'aiguille dans une zone critique : La forme de l'usure du boudin de la roue a provoqué le rapprochement de la partie supérieure du boudin contre la pointe de la lame d'aiguille. En raison du décollement des lames d'aiguille qui dépassait les valeurs enregistrées jusqu'ici, la pointe de la lame d'aiguille était proche par ailleurs de la zone critique de la partie supérieure du boudin. La lubrification insuffisante entre le flanc du boudin et le flanc du champignon du rail a augmenté le coefficient de frottement. Avec une force latérale accrue en raison du défaut de la suspension latérale du bogie qui a déraillé en premier, il y a eu un soulèvement plus important de la roue dans la courbe. Tous ces facteurs ont contribué à ce que la roue, du fait du positionnement de la partie supérieure du boudin, soit montée sur la partie supérieure de la lame d'aiguille. De plus, la partie supérieure du boudin était un peu aplatie par une repousse de matériel, ce qui a favorisé la montée de la roue sans pousser fortement la lame d'aiguille.



Déficit de sécurité

La côte de fonction q_{Wz} est contrôlée dans la zone de la pointe de la lame d'aiguille par des mesures statiques au moyen d'un gabarit. On en déduit, selon les règles techniques reconnues, que la mesure de décollement q_e ne dépasse pas une valeur acceptable. Les analyses ont démontré que la mesure de décollement q_e peut être plus grande que prévu dans le cadre de mesures dynamiques. Sous l'effet dynamique, il en résulte une situation de contact géométrique où un profil de roue non usé peut déjà monter sur la lame d'aiguille et dérailler. Et ce, si l'écart entre le rail de contre-aiguille et la lame d'aiguille est trop important.

Recommandation de sécurité no 139, 16.07.2019

L'OFT devrait examiner des mesures et prescriptions concernant la mesure de décollement q_e entre le rail de contre-aiguille et la lame d'aiguille et s'assurer que lors du passage du train, celui-ci soit le plus réduit possible pour ne pas être à l'origine d'un état critique en matière de déraillement.

État de la mise en œuvre

Réponse en attente.

Déficit de sécurité

Des mesures et plusieurs simulations ont permis de constater que le frottement entre le flanc du boudin de la roue et celui du champignon du rail peut atteindre des valeurs jusqu'à 0,6. Cela entraîne un soulèvement significatif de la roue dans la courbe qui peut conduire à son tour, dans des géométries de voie exigeantes du point de vue de la dynamique de roulement, telles qu'il en existe sur certains trajets comportant des aiguillages en Suisse, à un état critique en matière de déraillement – et l'a déjà fait. La lubrification du flanc du champignon qui est transmise par la lubrification des boudins de roue des véhicules moteur ou des automotrices n'assure pas correctement la lubrification dans les géométries de voie critiques.

Les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) ne tiennent compte que de manière accessoire des géométries de voie exigeantes qui existent dans le réseau ferroviaire suisse. C'est pourquoi les véhicules seront toujours moins en mesure de fournir une contribution suffisante à la lubrification des flancs des champignons des rails. À l'heure actuelle, on suppose que les véhicules doivent être aussi exploités avec un degré élevé de protection contre le déraillement dans des conditions sèches. De manière générale, on suppose pour cela un coefficient de frottement de 0,4. Mais plusieurs enquêtes sur des déraillements en Suisse comme à l'étranger ont montré que ce coefficient est dépassé dans des conditions sèches sans lubrification des flancs du champignon du rail ou du boudin jusqu'à une situation critique en matière de déraillement.

Recommandation de sécurité no 140, 16.07.2019

L'OFT devrait examiner des mesures et prescriptions garantissant que la lubrification du flanc du champignon du rail soit assurée à tout moment dans les zones où la géométrie de la voie est exigeante du point de vue de la dynamique de roulement.

État de la mise en œuvre

Réponse en attente.

Électrocution lors de travaux de maintenance à Viège, 25.07.2017

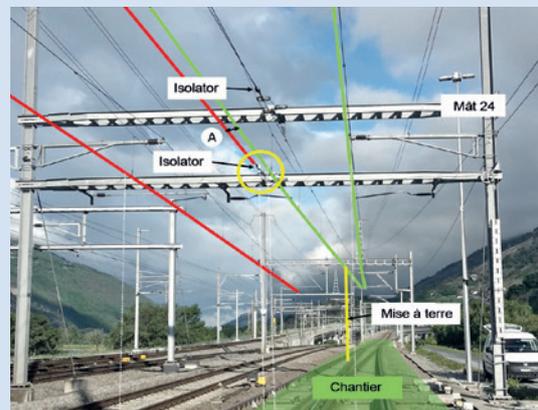
Le 25 juillet 2017 à 1 h 30, un accident par électrocution lors de travaux de maintenance sur la ligne de contact est survenu à Viège. L'accident s'est produit lorsqu'un monteur des lignes de contact a essayé, conformément aux instructions, de remplacer un isolateur de la ligne de contact. Contrairement à ses certitudes, la ligne de contact était sous tension. En approchant un outil de la ligne de contact, le monteur a été grièvement blessé par un arc électrique. L'accident est imputable à un arc électrique qui s'est formé lors de travaux sur la ligne de contact, sous tension dans la zone de travail.

Les éléments suivants ont contribué à l'accident :

- Les « 5 + 5 règles vitales pour les travaux sur ou à proximité d'installations électriques » n'ont pas été complètement et systématiquement respectées.
- L'évaluation des risques, générale, n'était pas axée sur les travaux concrets.
- Le dispositif de sécurité ne comprenait ni des indications ni des mesures concernant une partie de la ligne de contact sous tension sur le chantier.
- Le mandat n'était pas clair et comportait des mesures de maintenance non exécutables.
- Dans la phase de préparation, il n'y a pas eu de visite sur place.
- Les collaborateurs n'ont pas reçu d'instructions sur le chantier avant l'exécution des travaux.
- Les lignes de contact n'ont pas été mises à la terre sur l'ensemble du chantier.

Autres facteurs :

- La représentation du symbole « Sectionnement (avec parallélisme) » n'a pas permis d'identifier le danger.
- Le t-shirt en fibres synthétiques aurait pu aggraver encore une éventuelle brûlure dans la partie supérieure du corps.



Déficit de sécurité

Le cas présent montre que la préparation des travaux, avec la documentation, la transmission, l'instruction et le contrôle, n'a pas permis un travail sécurisé sur le chantier. Les documents requis ont présenté des défauts et n'étaient pas harmonisés. Il n'y a pas eu d'instruction ni de contrôle sur place. Les cas Rivaz (VD) (no d'enregistrement 2018030601) et La Conversion (VD) (no d'enregistrement 2018032301) révèlent également des problèmes de sécurité s'agissant de la préparation des travaux.

Recommandation de sécurité no 144, 03.09.2019

L'OFT devrait poursuivre les audits et les contrôles d'exploitation en se concentrant sur la sécurité des chantiers et vérifier par ailleurs les enseignements et les mesures des gestionnaires de l'infrastructure en termes d'efficacité et de durabilité. L'accent devrait notamment porter sur les aspects suivants :

- Contrôle des processus en amont tels que : analyse des risques, dispositif de sécurité, disposition d'exécution des travaux, mandat et documentation, soumission des tâches et instruction des collaborateurs qui exécutent les travaux, contrôle sur les chantiers.
- Organisation de formations et de formations continues pour les collaborateurs dans le processus de préparation des travaux, accompagnement régulier à des fins d'assurance de la qualité.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. L'OFT poursuit les audits et les contrôles d'exploitation, vérifie l'efficacité et la durabilité des mesures prises dans le cadre de la surveillance de la sécurité et complétera l'instruction de contrôle des installations électriques pour les travaux sur les installations électriques ou à proximité jusqu'au 31 juillet 2020.

Déraillement d'un ICE à Bâle, 29.11.2017

Le 29 novembre 2017 à 16 h 59, trois voitures intermédiaires d'un train ICE ont déraillé à l'entrée de la gare CFF de Bâle. Personne n'a été blessé. Les dégâts à l'infrastructure et aux voitures étaient considérables.

Le déraillement de l'ICE 75, au niveau de l'aiguille à double jonction 317 dont la lame se trouve en courbe, s'explique par le fait que la première roue gauche de la voiture 9 est montée sur la partie supérieure de la lame d'aiguille près de 50 cm après la pointe de la lame, a perdu le guidage et a déraillé au bout de deux mètres en raison de l'espace entre la lame et le contre-rail important du au basculement du contre-rail dans la zone de la lame d'aiguille. L'enquête a permis de constater qu'un état de lubrification insuffisant du bord du champignon du rail et de la lame d'aiguille peut contribuer au risque dans une large mesure.



Déficit de sécurité

Des mesures et plusieurs simulations ont permis de constater que le frottement entre le flanc du boudin de la roue et celui du champignon du rail peut atteindre des valeurs jusqu'à 0,6. Cela entraîne un soulèvement significatif de la roue dans la courbe qui peut conduire à son tour, dans des géométries de voie exigeantes du point de vue de la dynamique de roulement telles qu'il en existe sur certains trajets comportant des aiguillages en Suisse, à un état critique en matière de déraillement – et l'a déjà fait. La lubrification du flanc du champignon qui est transmise par la lubrification des boudins de roue des véhicules moteur ou des automotrices n'assure pas correctement la lubrification dans les géométries de voie critiques.

Les spécifications techniques d'interopérabilité (STI) ne tiennent compte que de manière accessoire des géométries de voie exigeantes qui existent dans le réseau ferroviaire suisse. C'est pourquoi les véhicules seront toujours moins en mesure de fournir une contribution suffisante à la lubrification des flancs des champignons des rails. À l'heure actuelle, on suppose que les véhicules doivent être aussi

exploités avec un degré élevé de protection contre le déraillement dans des conditions sèches. De manière générale, on suppose pour cela un coefficient de frottement de 0,4. Mais plusieurs enquêtes sur des déraillements en Suisse comme à l'étranger ont montré que ce coefficient est dépassé dans des conditions sèches sans lubrification des flancs du champignon du rail ou du boudin jusqu'à une situation critique en matière de déraillement.

Recommandation de sécurité no 140, 03.09.2019

L'OFT devrait examiner des mesures et prescriptions garantissant que la lubrification du flanc du champignon du rail soit assurée à tout moment dans les zones où la géométrie de la voie est exigeante du point de vue de la dynamique de roulement.

État de la mise en œuvre

Réponse en attente.

Déficit de sécurité

Les nouvelles lames d'aiguille sont installées à l'état brut. La surface de contact de la lame ne présentait pas de film de graisse. Il n'y a pas eu de première couche de lubrifiant appliquée manuellement sur la lame.

Avis de sécurité no 21, 03.09.2019

Groupe cible : Gestionnaires de l'infrastructure

Après l'installation des nouvelles lames d'aiguille, une première couche de lubrifiant devrait être appliquée manuellement sur la lame d'aiguille jusqu'à ce qu'un film de graisse suffisamment important soit appliqué par le passage des boudins de roue sur la lame d'aiguille.

Déraillement d'un ICE à la gare badoise de Bâle, 17.02.2019

Le 17 février 2019 à 20 h 47, un train ICE a franchi un aiguillage à la sortie de la gare badoise de Bâle. La motrice de tête et le premier bogie de la première voiture ont continué sur la voie de droite après l'aiguillage. Le bogie arrière et le reste du train ont circulé sur la voie de gauche. Le bogie arrière a déraillé. La première voiture a été traînée en travers sur les deux voies sur près de 900 mètres jusqu'à ce que le train s'immobilise environ 20 mètres avant une paroi du tunnel située entre les deux voies. Une personne s'est blessée à la main en essayant d'arrêter le train en actionnant l'ouverture de la porte de secours.

Le déraillement d'un train ICE à la sortie de la gare badoise de Bâle est consécutive à la destruction de service accidentelle et illicite de son itinéraire et l'établissement d'un autre itinéraire, ce qui a entraîné le changement de position d'une aiguille sous le train.



Déficit de sécurité

Le point faible de l'installation de sécurité de la gare badoise de Bâle sur territoire suisse, par rapport aux appareils d'enclenchement suisses, est de ne pas empêcher, après la destruction de service d'un itinéraire, qu'une partie de l'itinéraire puisse être établie immédiatement après. Il n'existe pas d'exigences à cet égard pour les appareils d'enclenchement en Allemagne.

La compétence de fixer des exigences relatives à l'exécution de l'appareil d'enclenchement appartient à l'Office fédéral allemand des chemins de fer (*Eisenbahn-Bundesamt*, EBA), qui a aussi la responsabilité de l'installation de sécurité de la gare badoise de Bâle en vertu d'un traité international. Le SESE ne peut donc pas faire de recommandation de sécurité à l'intention de l'autorité de surveillance allemande.

Recommandation de sécurité no 143, 03.09.

L'OFT devrait communiquer à l'EBA le rapport et les avis de sécurité qui y sont formulés sous une forme appropriée et lui demander ses observations sur les mesures prévues.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre partielle. Par lettre de l'OFT du 5 novembre 2019, les gestionnaires de l'infrastructure *Deutsche Eisenbahn-Infrastruktur* in der Schweiz (DICH) et CFF Infrastructure ont été invités à prendre position sur les avis de sécurité nos 19 et 20 du rapport final 2019021701 du SESE. L'EBA à Bonn a été informé en copie. Aucune prise de position de sa part n'a été requise.

Déficit de sécurité

Il a été possible de procéder à une destruction de service d'un itinéraire et d'en établir un autre directement derrière. Les aiguilles de l'itinéraire ayant subi une destruction de service au préalable ont changé de position. Il n'y avait pas d'obligation d'attendre par exemple un temps de blocage avant l'établissement du nouvel itinéraire ou d'exécuter une nouvelle commande. Il existe des installations de sécurité comprenant en partie aussi des parties d'itinéraire qui, après une destruction de service, sont automatiquement placées dans une position définie. En Allemagne, cet état de fait a déjà conduit à des incidents similaires.

Il existe des directives claires de DB Netz AG à l'égard du chef-circulation concernant les conditions auxquelles un itinéraire peut faire l'objet d'une destruction de service. Le mécanisme de cette directive doit garantir que l'établissement automatique d'une partie d'un itinéraire ou une nouvelle saisie d'itinéraire ne présente aucun risque. Il n'y a pas d'autres contraintes concernant les conditions auxquelles des parties de l'itinéraire peuvent être établies une nouvelle fois après la destruction de service d'un itinéraire. La couverture du risque après la destruction de service d'un itinéraire se base uniquement sur une directive écrite dont le chef-circulation doit tenir compte avant la destruction de service.

Si des commandes de secours ou une manipulation auxiliaire sont autorisées avec une « commande codée » sur un clavier numérique (pupitre avec commande numérique), on parle en Suisse d'une « commande par un calculateur électronique ». De telles commandes sont considérées en Suisse comme une commande à distance et disposent donc d'un temps de blocage après la destruction de secours.

Avis de sécurité no 19, 03.09.2019

Groupe cible : Infrastrukturbetreiberinnen

Les gestionnaires de l'infrastructure devraient contrôler les conditions auxquelles il est permis, après la destruction de service d'un itinéraire, de solliciter immédiatement des parties de cet itinéraire et, le cas échéant, prendre des mesures correspondantes.

Déficit de sécurité

Sur la ligne entre la gare badoise de Bâle et Gellert, la responsabilité de la gestion d'exploitation incombe à deux postes de commande différents selon le sens de circulation. Ce faisant, le passage du réseau GSM-R allemand au réseau suisse ne concorde pas avec la question de la responsabilité.

Le chef-circulation de la gare badoise de Bâle ne pouvait par exemple pas joindre un train relevant de sa compétence qu'il aurait fallu arrêter le plus vite possible.

Avis de sécurité no 20, 03.09.2019

Groupe cible : CFF-I et DICH

CFF-I et DICH devraient contrôler si les postes actuels sont appropriés pour la commutation radio sur la ligne entre la gare badoise de Bâle et la gare CFF ou la gare de triage de Bâle et s'il est nécessaire de procéder à des adaptations.

Rapport intermédiaire, accident de travail mortel d'un chef de train à Baden, 04.08.2019

Le dimanche 4 août 2019 vers 00 h 10, le chef de train de l'Interregio IR 1893 a été coincé dans une porte pendant la fermeture à la sortie de la gare de Baden et entraîné par le train. Il a été mortellement blessé.

Le départ du train s'est fait sur la voie 2 en gare de Baden. Une fois l'échange de voyageurs terminé, le chef de train a donné l'autorisation de départ au mécanicien de locomotive par SMS. Avec la clé carrée, il a transmis l'ordre de fermeture des portes UIC à la porte 4 de la cinquième voiture depuis la queue du train. Pour pouvoir surveiller le processus de fermeture, la porte où l'ordre est transmis reste ouverte. Le chef de train la ferme par la suite en appuyant sur un bouton séparé. Il s'est retrouvé coincé dans la porte 4 pendant le processus de fermeture des portes.

Déficit de sécurité

Le système pneumatique de protection anti-pincement doit être désactivé, pour des raisons techniques liées au système, peu avant la fin de la procédure.

La fiabilité du point de commutation du sensor « porte fermée à 98 % », qui désactive le système pneumatique de protection anti-pincement, n'est pas garantie. C'est pourquoi la fonction de protection anti-pincement, contrairement à sa conception, ne peut plus être assurée avant que les portes soient fermées à 98 %.

Recommandation de sécurité no 141, 20.08.2019

Le SESE recommande à l'OFT de demander au détenteur du véhicule de remplacer le système actuel de mis hors-service de la protection anti-pincement sur les voitures EW IV par un système fiable.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. L'OFT a décidé le 22 août 2019 l'implémentation de la recommandation de sécurité no 141. Par ailleurs, il a ordonné aux CFF de faire examiner l'organisation et les processus d'entretien des véhicules par un organe externe.

Déficit de sécurité

Les personnes ou les objets coincés dans les portes doivent être détectés avec un haut degré de fiabilité. Le système actuel des voitures EW IV avec la commutation en parallèle de deux interrupteurs fin de course de porte ne répond pas à cette exigence. La porte peut être signalée au mécanicien comme étant fermée, même si elle ne l'est pas complètement. Cela engendre des incertitudes pour le personnel des locomotives et peut entraîner des accidents.

Recommandation de sécurité no 142, 20.08.2019

Le SESE recommande à l'OFT de demander au détenteur du véhicule de faire adapter le système d'interrupteurs fin de course de porte des voitures EW IV pour que la lampe de contrôle rouge indique au mécanicien de locomotive l'état effectif de la fermeture des portes.

État de la mise en œuvre

Mise en œuvre. L'OFT a décidé le 22 août 2019 l'implémentation de la recommandation de sécurité no 142. Par ailleurs, il a ordonné aux CFF de faire examiner l'organisation et les processus d'entretien des véhicules par un organe externe.

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 2019. Les taux d'accidents sont calculés en standardisant le nombre d'accidents en chiffres absolus et en le ramenant au nombre annuel de mouvements aériens. Le nombre de mouvements aériens entre 2007 et 2018 a été relevé et mis à disposition par l'OFAC. Les chiffres pour l'année 2019 ont été extrapolés au moyen d'un modèle statistique. 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 fluctue d'une année à l'autre. Les séries temporelles des taux d'accidents sont presque identiques à celles des valeurs absolues. 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) ont eu une signification dans un seul cas.

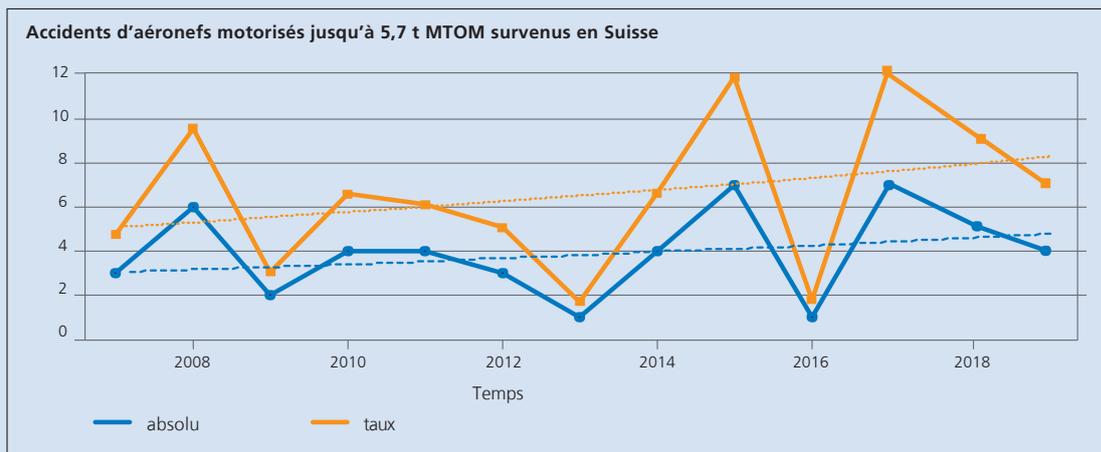
quatre valeurs les plus élevées ont été enregistrées au cours des cinq dernières années. C'est pourquoi les modèles de tendance présentent une légère augmentation du nombre d'accidents et du taux d'accidents. Selon les résultats de l'analyse statistique, l'augmentation attendue du nombre d'accidents est estimée à 2,7 % par an, celle du taux d'accidents à 4,0 %. Dans l'un et l'autre cas toutefois, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,477$, respectivement $p = 0,292$).

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

Quatre accidents aériens ont été enregistrés dans cette catégorie en 2019. Le nombre d'accidents en chiffres absolus oscille entre un et sept sur l'ensemble de la série temporelle. Trois des

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 d'accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes celle du taux d'accidents.

Accidents (absolu) / Nombre d'accidents pour 1 million de mouvements (taux)



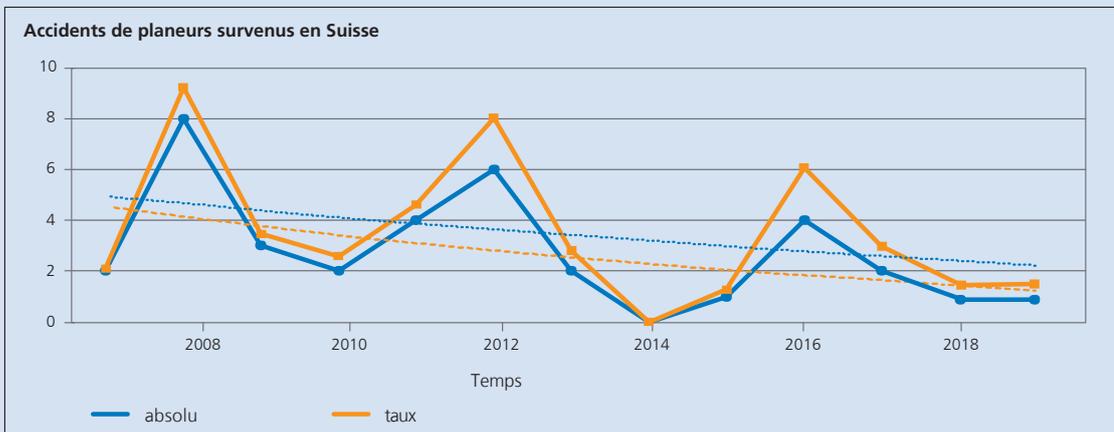
6.1.2 Planeurs

Un accident aérien a été enregistré dans cette catégorie en 2019. Il s'agit – avec des valeurs identiques en 2015 et 2018 – de la deuxième valeur la plus basse enregistrée depuis 2007. Sur l'ensemble de la série temporelle, le nombre d'accidents en chiffres absolus oscille entre zéro et huit. Les quatre valeurs les plus basses ont été enregistrées ces six dernières années. C'est pourquoi les modèles de tendance présentent une légère baisse du nombre et du taux d'accidents. Selon les résultats de l'analyse statistique, la baisse en valeurs attendues est estimée à 9,9 % par an pour le nombre d'accidents et à 7,1 % pour le taux d'accidents. Pour le taux d'accidents, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,113$), comme les années

précédentes. S'agissant du nombre d'accidents en revanche, cette valeur diffère pour la première fois significativement de zéro ($p = 0,025$). En d'autres termes, la tendance manifeste de valeurs baissières est statistiquement significative pour la première fois.

Le nombre d'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 d'accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes celle du taux d'accidents.

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

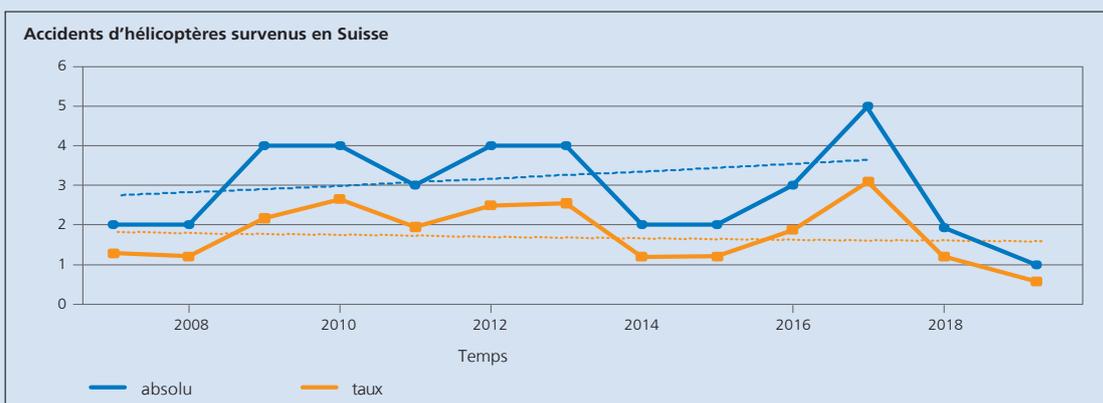


6.1.3 Hélicoptères

Un accident aérien a été enregistré dans cette catégorie en 2019. Il s'agit de la valeur la plus basse enregistrée durant la période d'observation. Sur l'ensemble de la série temporelle, le nombre d'accidents oscille entre un et cinq. Notons qu'un autre accident d'hélicoptère survenu

en 2019 (24 août, HB-YKJ) n'entre pas dans la présente statistique, car les mouvements aériens des aéronefs construits par des amateurs ne sont pas pris en compte dans cette statistique. Les fluctuations annuelles, autour d'une moyenne apparente de trois, sont plutôt faibles en com-

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



paraison des deux catégories décrites précédemment. En conséquence, les modèles de tendance ne présentent que des baisses marginales. Selon les résultats de l'analyse statistique, la baisse en valeurs attendues est estimée à 1,7 % par an pour le nombre d'accidents et à 1,8 % pour le taux d'accidents. Dans l'un et l'autre cas toutefois, la valeur ne diffère pas significativement de zéro ($p = 0,697$, respectivement $p = 0,673$).

Le nombre d'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 d'accidents, la ligne jaune reliant les carrés jaunes celle du taux d'accidents.

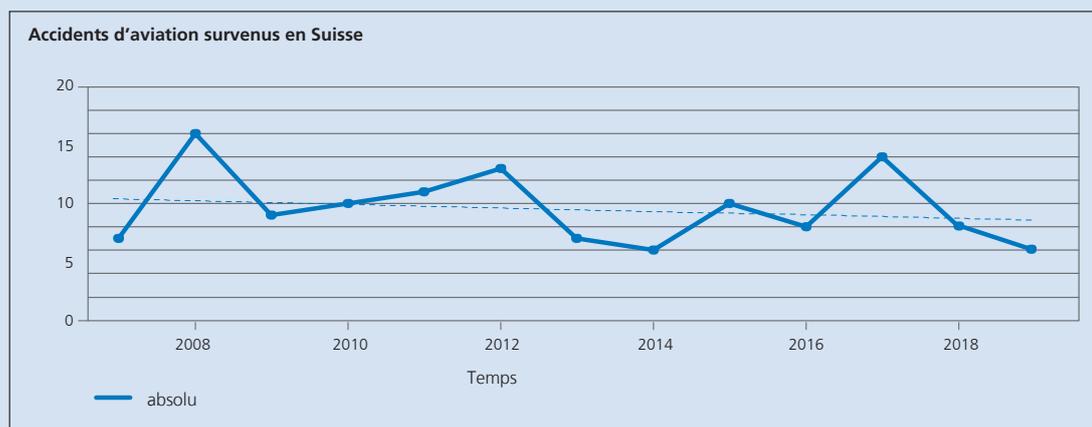
lisé fait apparaître une légère baisse du nombre d'accidents pour la somme des accidents aériens dans ces trois catégories. Selon les résultats de l'analyse statistique, la baisse en valeurs attendues est estimée à 2,3 % par an pour le nombre d'accidents. Cette valeur ne diffère toutefois pas significativement de zéro ($p = 0,327$). Eu égard aux différences de relevé des mouvements aériens pour les différentes catégories, déjà mentionnées, seul le nombre d'accidents en chiffres absolus est pris en compte.

Le nombre d'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 d'accidents.

6.1.4 Aéronefs à moteur, planeurs et hélicoptères au total

Six accidents aériens ont été enregistrés pour l'ensemble des trois catégories en 2019. Le nombre d'accidents en chiffres absolus oscille entre six et seize sur l'ensemble de la série temporelle. Le modèle de régression linéaire généra-

Accidents (absolu)



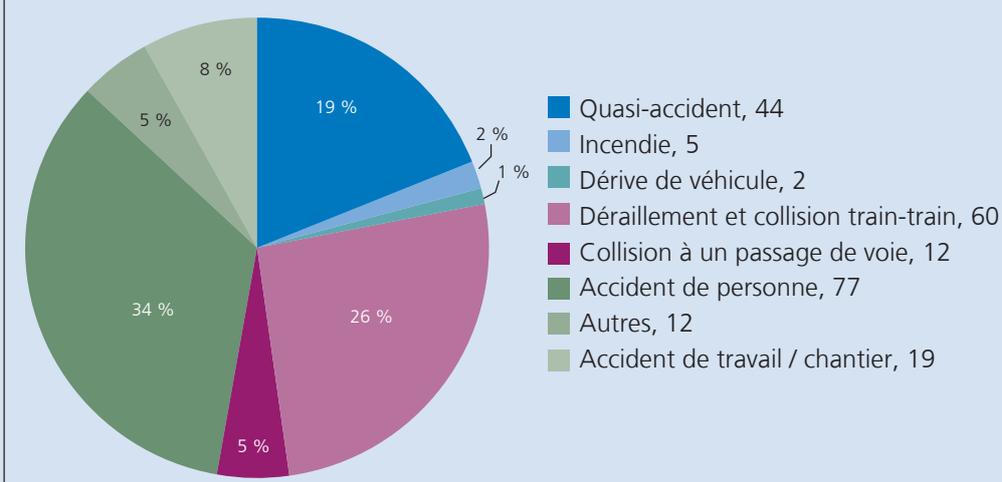
6.2 Chemins de fer, transports à câbles, bus, navigation intérieure et maritime

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	231	81.6 %	14	93 %	8	100 %	8	89 %
Trams	24	8.5 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Transports à câbles	12	4.3 %	1	7 %	0	0 %	0	0 %
Bus	9	3.2 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %
Navigation intérieure	4	1.4 %	0	0 %	0	0 %	1	11 %
Navigation maritime	3	1.1 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %

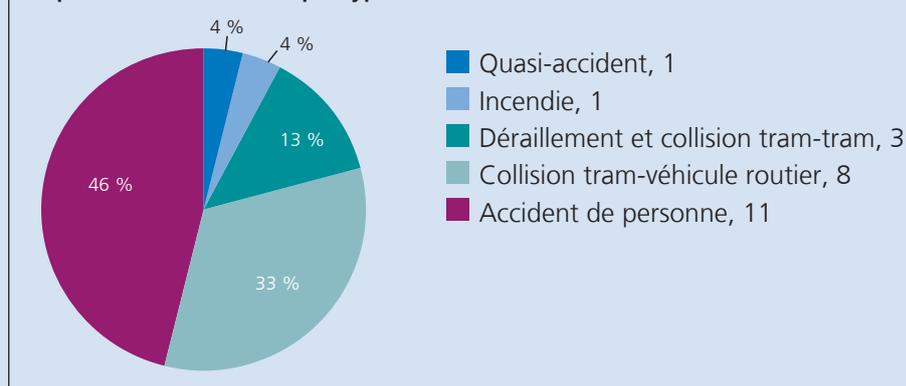
90 % des annonces concernent les chemins de fer (trams inclus), les 10 % restants (28 annonces) les autres modes de transport (transports à câbles, bus, navigation intérieure et navigation maritime). Durant l'exercice sous revue, quinze enquêtes ont été ouvertes, quatorze dans le domaine des chemins de fer et une dans celui des transports à câbles. La majeure partie des rapports publiés (rapports sommaires compris) concerne les 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.

Répartition des annonces par types d'événement concernant les chemins de fer (sans le tram)



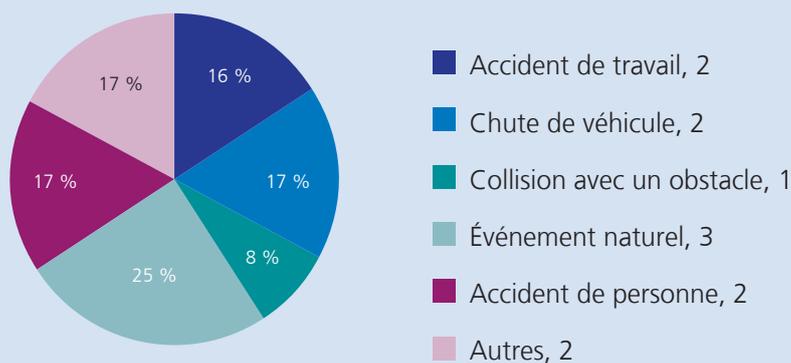
231 annonces d'événement ont été traitées dans le domaine des chemins de fer (sans tram). La majeure partie concernait des accidents de personne, dont 31 se sont par la suite avérés être des suicides.

Répartition des annonces par types d'événement concernant le tram



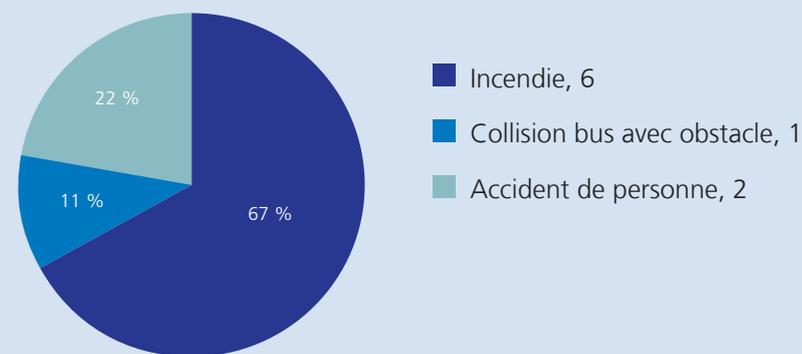
En ce qui concerne le tram, la plupart des événements sont des collisions avec d'autres usagers de la route, qu'il s'agisse de piétons (accident de personne) ou d'un véhicule routier. À noter que les incidents qui surviennent sur la voie publique en raison d'une violation des règles de la circulation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

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



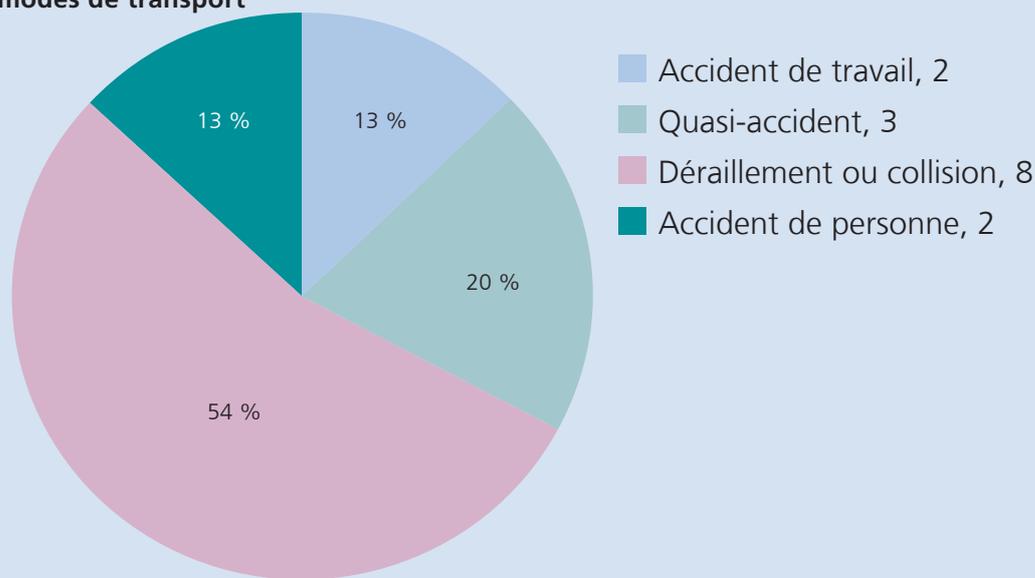
La plupart des douze annonces d'événement dans les transports à câbles concernaient des incidents qui ont eu pour cause des influences de l'environnement (vent, avalanche, affaissement de terrain) et qui, dans deux cas, ont entraîné des chutes de véhicule. Deux accidents de travail ont blessé à chaque fois un collaborateur, l'un mortellement et l'autre grièvement.

Répartition des annonces par types d'événement concernant les 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 constituent la majeure partie des événements annoncés.

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



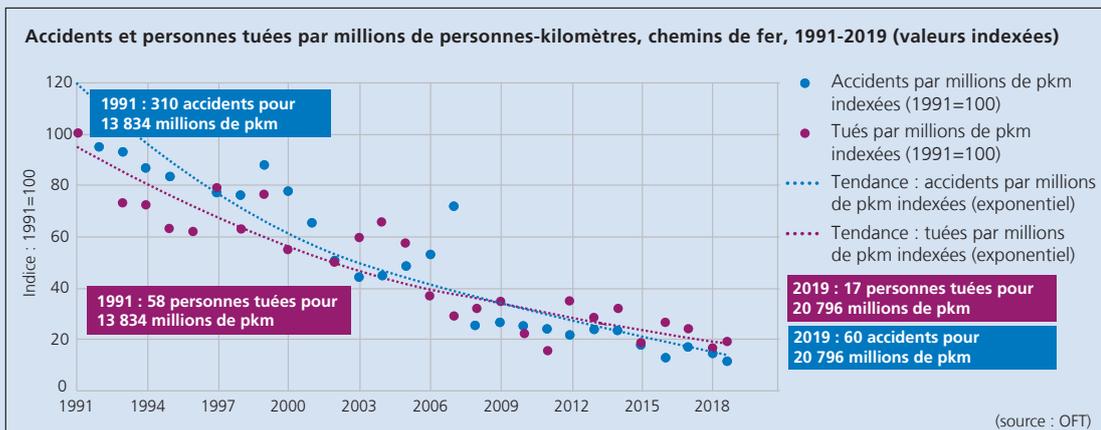
La majeure partie des quinze enquêtes ouvertes concerne des déraillements (3) et des collisions (4), suivies des quasi-accidents (3) où aucun dommage n'a été enregistré, puis de quatre accidents de travail et de personne où il y a eu des blessés.

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

Mode de transport	Accidents							Personnes tuées							Personnes grièvement blessées						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Chemins de fer	107	107	83	71	84	73	60	23	27	16	22	21	16	17	65	68	43	22	41	25	23
Trams	54	49	35	36	35	37	71	4	6	5	3	2	7	3	45	37	28	30	50	29	64
Transports à câbles	4	8	10	6	5	6	8	1	3	2	1	0	0	1	3	5	9	6	5	6	9
Bus	39	37	49	42	42	65	70	2	4	5	4	7	5	4	34	39	44	37	39	62	65
Navigation intérieure	1	3	1	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
Tous les modes de transport	205	204	178	156	167	182	212	30	40	28	30	30	28	25	148	149	124	97	135	122	161

Au cours des sept dernières années, le nombre d'accidents, de personnes décédées et de personnes grièvement blessées tend à baisser pour le mode de transport des chemins de fer. En ce qui concerne les trams et les bus, le nombre d'accidents et de blessés graves a plutôt augmenté (source du tableau : OFT). Ce tableau comprend des divergences, pour quelques données, avec le tableau publié dans le rapport annuel 2018. La raison en est des corrections a posteriori sur la base d'informations supplémentaires relatives aux événements (p. ex. constatation de suicides) que l'OFT a obtenues après la publication du rapport annuel 2018.

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 cinquième au cours des 28 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).

Annexe



- 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	
2019	1566	64	76	14	62	162
2018	1556	119	83	23 ³	53	156
2017	1259	86	93	30	48	111
2016	1219	92	58	28 ⁴	31	142
2015	1260	86	33	33	non enregistré	non enregistré

Rapports finaux, rapports intermédiaires et études publiés

N°	Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2360	HB-2384	18.07.2018	Aérodrome d'Amlikon (LSPA)	555	
2353	HB-ZKF	16.05.2018	Env. 600 m au nord-est de l'héliport de Rarogne (LSER)		
2358	HB-IJU	10.01.2018	Aéroport de Zurich (LSZH)		27, 28
2351	HB-CQZ	15.11.2017	Aéroport de Sion (LSGS)	547	
2350	CS-DLB / HB-3442	15.10.2017	Sud-ouest d'Amriswil		24
2338	HB-3359	14.10.2017	Tschuggentälli / Davos		19
2339	HB-PER	04.08.2017	Diavolezza		
2346	HB-1714 / HB-EZX	27.05.2017	Aérodrome de Mollis (LSMF)		
2352	HB-ZFM / parapente	28.12.2016	Oberdiessbach		
2343	CS-DXQ / HB-UCM	24.10.2016	3,3 NM au nord-ouest de l'aéroport de Saint-Gall-Altenrhein (LSZR)	543	20, 21
2347	D-KVEB	14.09.2016	Côte de Châtel		
2349	T7-FUN / HB-RBG	26.05.2016	Aérodrome de Mollis (LSMF)	545	23

³ Y compris un rapport intermédiaire.

⁴ Y compris un rapport intermédiaire.

N°	Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2313	HB-WAR	13.12.2015	Aéroport de Locarno (LSZL)	511, 533, 534	10
RI	SUI-9903	09.05.2019	Zurich	553, 554	
Rapport de situation	HB-HOT	04.08.2018	Piz Segnas		

Rapports sommaires publiés

Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Brève description de l'événement
HB-3411	21.09.2019	Aéroport de Berne (LSZB)	Commandes de vol en partie bloquées
HB-ZNZ	12.03.2019	Bissone	Clocher endommagé
N75WU / HB-CDU	27.02.2019	Env. 3 NM au sud-ouest de la radiobalise de Willisau (WIL)	Rapprochement dangereux
SUI-9909	25.01.2019	Env. 500 m au nord-est de Landiwiese, lac de Zurich	Accident d'un drone
HB-CQW / HB-PES	12.12.2018	Col du Julier	Rapprochement dangereux
HB-ODC	08.11.2018	Croix-de-Cœur	Incident à l'atterrissage
F-JSQG	25.10.2018	Croix-de-Cœur (LSYQ)	Accident d'un autogire au décollage
HB-KAU	04.10.2018	Aérodrome de Granges (LSZG)	Quasi-collision avec un drone
F-JDMN	03.10.2018	Sion (LSG5)	Décollage avec le timon de manœuvre au sol
D-ELOH	30.09.2018	Aérodrome de Bad Ragaz (LSZE)	Collision au sol
HB-ZRT / HB-CIE	29.09.2018	Au-dessus de l'ancien aérodrome militaire d'Interlaken	Quasi-collision
HB-OUS	26.09.2018	Aérodrome de Granges (LSZG)	Position verticale sur le nez à cause du remous d'hélices d'un autre avion
HB-3204	23.09.2018	Aérodrome d'Ecuvillens (LSGE)	Train d'atterrissage non sorti à l'atterrissage
HB-JBA / D-KUHN	18.09.2018	Aéroport de Zurich (LSZH), 16 NM au nord-ouest	Rapprochement dangereux
HB-RAG	01.09.2018	Aérodrome de Thoun (LSZW)	Fortes vibrations du moteur après le décollage
N525L	17.08.2018	Kloten VOR	Perte de contrôle partielle
HB-TSA	16.08.2018	Aérodrome de Lucerne-Beromünster (LSZO)	Rupture du train d'atterrissage au décollage
HB-KMF	17.07.2018	Aérodrome de Fricktal Schupfart (LSZI)	Sortie de piste à l'atterrissage
HB-POX	12.07.2018	Aérodrome de Hausen a. A. (LSZN)	Perte de contrôle à l'atterrissage, collision avec un obstacle

Identificateur	Date de l'événement	Lieu	Brève description de l'événement
HB-KFH	07.07.2018	Aérodrome de Schaffhouse (LSPF)	Sortie de piste à l'atterrissage
N15YB / HB-3438	30.06.2018	Région de Soleure à une altitude de 6000 pieds	Rapprochement dangereux
HB-RBG	29.06.2018	Aérodrome de Birrfeld (LSZF)	Retournement après l'atterrissage
HB-SGT	04.06.2018	Aérodrome de Wangen-Lachen (LSPV)	Sortie de piste au décollage
HB-ZYZ	25.05.2018	Val Verzasca (barrage)	Collision avec un drone
HB-YFR	19.05.2018	Aéroport de Sion (LSGS)	Train d'atterrissage rentré au sol
HB-3051	05.05.2018	Aérodrome de Bad Ragaz (LSZE)	Collision avec un véhicule à l'atterrissage
HB-VYS / HB-KLE	01.05.2018	Aérodrome de Granges (LSZG)	Rapprochement dangereux
HB-CCN	07.04.2018	Buttwil	Rapprochement dangereux
ES-PHR	28.10.2017	Aéroport de Genève (LSGG)	Endommagement du train d'atterrissage
HB-KDM	25.08.2017	Aérodrome de Granges (LSZG)	Collision avec un obstacle en roulant
HB-1999	14.04.2017	Rhözüns	Collision avec un obstacle lors d'un atterrissage en campagne
HB-KOW	22.07.2017	Aéroport de Sion (LSGS)	Collision avec un obstacle en roulant
HB-2360	14.08.2016	Vouvry	Atterrissage en campagne d'un motoplaneur en raison de l'impossibilité de démarrer le moteur
G-EZTY	03.08.2016	Aéroport de Bâle-Mulhouse (LFSB)	Fumée dans le cockpit et en cabine
HB-LUL	16.07.2011	Oberhallau	Collision intentionnelle avec un obstacle

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	
2019	283	15	15	8	7	35
2018	304	14	32	14 ⁵	17	33
2017	376	25	38	27	12	50
2016	332	64	39	14 ⁶	26	79
2015	296	87	31	20 ⁷	13	non enregistré

Rapports finaux et rapports intermédiaires publiés

N° d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'accident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2016042601	Train	Collision frontale	26.04.2016	Corcapolo		
2016052001	Train	Collision sur un passage à niveau surveillé	20.05.2016	Interlaken Est	138	
2016091601	Train	Quasi-accident / mise en danger d'un train	16.09.2019	Sankt-Margrethen	145, 146	
2017032201	Train	Déraillement	22.03.2017	Lucerne	139, 140	
2017032902	Train	Déraillement	29.03.2017	Berne		
2017072501	Train	Électrocution	25.07.2017	Viège	144	
2017112902	Train	Déraillement d'un train ou d'un tram	29.11.2017	Bâle	(140)*	21
2019021701	Train	Déraillement d'un train ou d'un tram	17.02.2019	Gare badoise de Bâle	143	19, 20
2019080401_RI	Train	Accident de travail	04.08.2019	Baden	141, 142	

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

⁵ Y compris un rapport intermédiaire.

⁶ Y compris un rapport intermédiaire.

⁷ Y compris deux rapports intermédiaires.

Rapports sommaires publiés

No d'enregistrement	Moyen de transport	Type d'accident	Date	Lieu	Recommandation de sécurité	Avis de sécurité
2013052801	Train	Accident de personne	28.05.2013	Boll-Utzigen		
2015110501	Train	Véhicules partis à la dérive	05.11.2015	Lugano Vedeggio		11, 12
2016061402	Train	Quasi-accident / mise en danger d'un train	14.06.2016	Trois-Villes		
2017110601	Train	Irrégularité sans mise en danger directe	06.11.2017	Bienne		
2018060301	Navigation intérieure	Abordage	03.06.2018	Weesen		
2018091701	Train	Collision entre un train et un mouvement de manœuvre	17.09.2018	Zurich gare centrale	109	
2018092502	Train	Véhicules partis à la dérive	25.09.2018	Realp		
2018112301	Train	Véhicules partis à la dérive / collision	23.11.2018	Coire		
2019052701	Train	Accident de personne	27.05.2019	St-Prex		

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 2018 et 2019	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) 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 aux-quelles 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 ⁸	Heures de vol ⁹	Licences du personnel navigant ¹⁰	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 ¹¹		
2006	3 822	715 572	15 368	27	31	58	10	7	68	10
2007	3 813	766 557	15 076	23	20	43	4	6	47	12
2008	3 765	784 548	14 691	28	19	47	5	6	52	11
2009	3 685	842 017	14 973	26	17	43	4	3	47	5
2010	3 705	793 592	15 313	21	16	37	8	4	45	8
2011	3 709	873 548	12 855 ¹²	21	24	46	13	8	59	13
2012	3 657	875 708	12 840	22	20	42	23	10	65	22
2013	3 620	933 752	11 871	28	16	44	20	11	64	15
2014	3 556	919 987	11 563	18	28	46	13	5	59	8
2015	3 494	865 404	11 536	29	24	53	22	4	75	12
2016	3 414	849 373	12 264	21	16	37	46	16	83	5
2017	3 333	850 525	12 101	25	22	47	32	8	79	18
2018	3 284	872 408	12 027	16	15	31	68	28	99	36
2019	3 211	903 030	12 131	16	7	23	38	13	61	5

⁸ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

⁹ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁰ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹¹ Y compris airprox impliquant des aéronefs immatriculés à l'étranger.

¹² 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 ¹³	Heures de vol ¹⁴	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 ¹⁵		
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
2019	260	537 046	0	0	0	8	3	8	0

¹³ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁴ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁵ 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

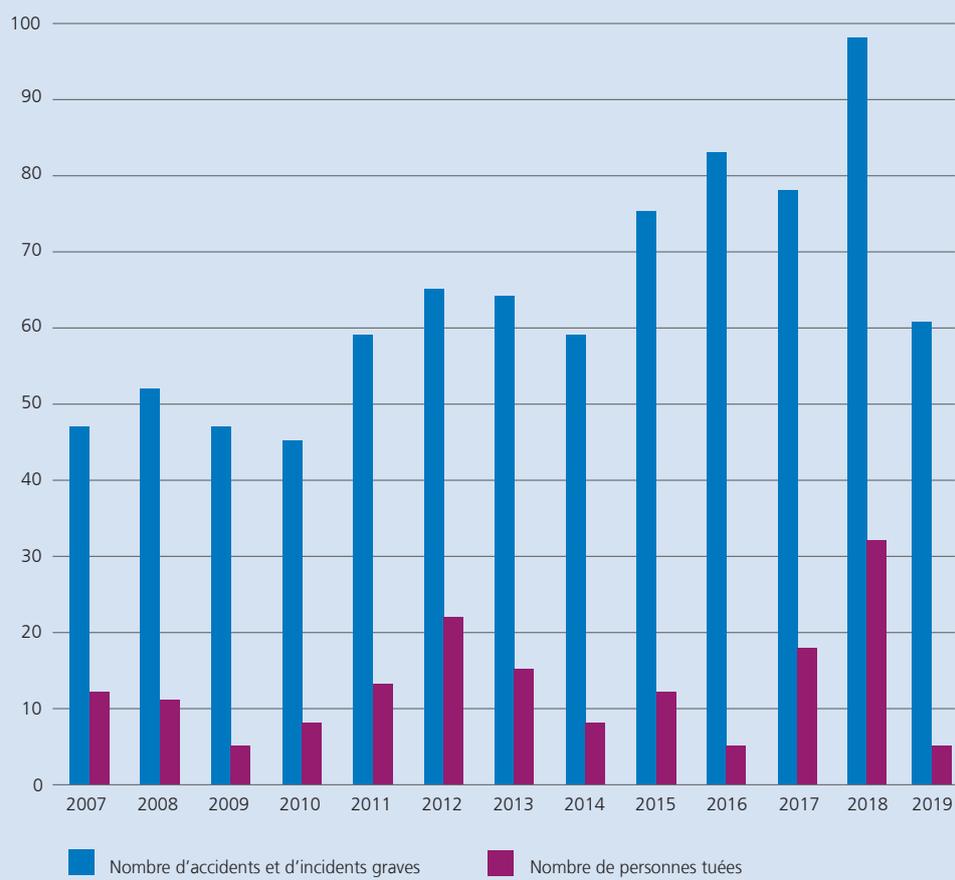
Année	Nombre d'aéronefs ¹⁶	Heures de vol ¹⁷	Nombre d'accidents enquêtés	Nombre d'accidents avec enquête sommaire	Total accidents	Incidents graves		Total accidents et incidents graves	Nombre de personnes tuées
						incl. airprox	airprox avec enquête ¹⁸		
2006	3 574	281 522	26	31	57	2	0	59	10
2007	3 553	373 189	20	20	40	4	1	44	11
2008	3 480	398 862	27	19	46	2	1	48	11
2009	3 392	447 962	26	17	43	0	0	43	5
2010	3 402	374 269	21	16	37	2	1	39	8
2011	3 410	415 323	22	24	46	3	0	49	13
2012	3 363	399 922	22	20	42	12	3	54	22
2013	3 330	392 926	27	16	43	9	3	52	15
2014	3 272	436 314	17	28	45	6	2	51	8
2015	3 210	399 318	28	24	52	11	3	63	12
2016	3 135	377 723	21	16	37	29	7	66	5
2017	3 079	368 390	25	22	47	26	6	73	18
2018	3 022	374 743	15	15	30	51	18	81	16
2019	2 951	367 537	16	7	23	30	10	53	5

¹⁶ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁷ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

¹⁸ 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 2018 et 2019

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	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Total	47	90	5	9	42	81	14	9	1	3	13	6	15	25	3	1	12	24
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	28	46	3	3	25	43	4	2	0	2	4	0	8	11	2	1	6	10
Avions entre 2250-5700 kg MTOM	3	2	0	0	3	2	0	1	0	0	0	1	3	4	0	0	3	4
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	2	14	0	1	2	13	6	4	0	0	6	4	2	5	0	0	2	5
Hélicoptères	12	16	2	2	10	14	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Motoplaneurs et planeurs	2	10	0	3	2	7	3	1	1	0	2	1	2	3	1	0	1	3
Ballons et dirigeables	0	2	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
Ultralégers motorisés	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

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

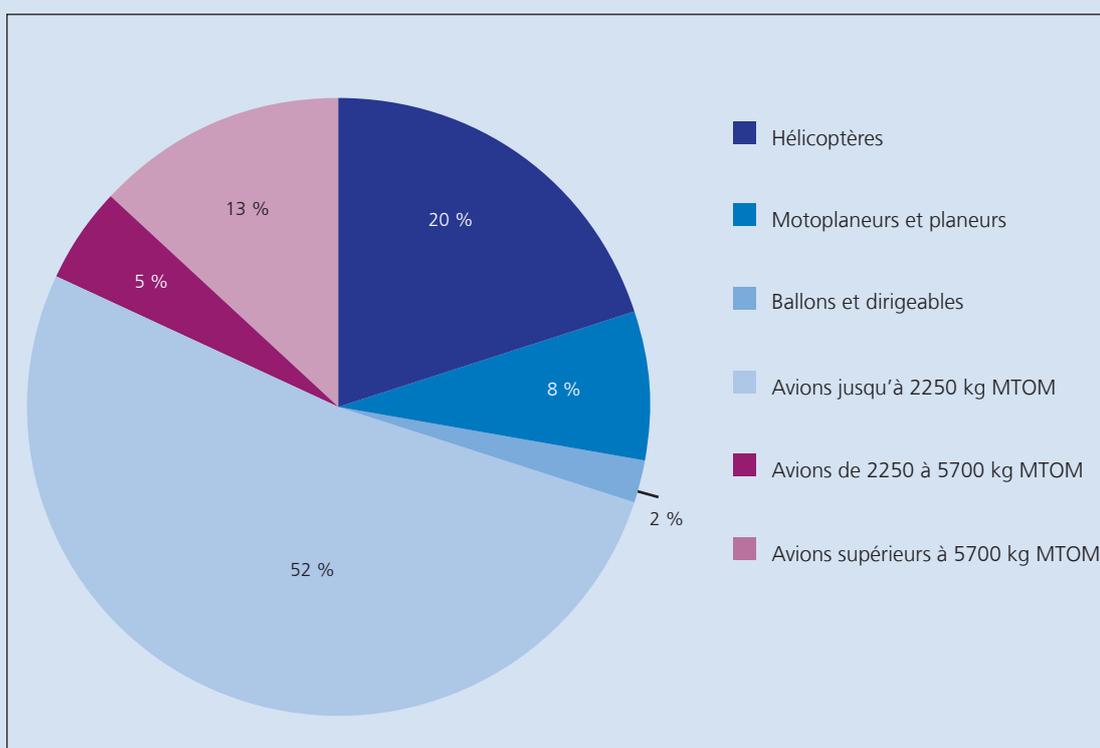
	Flotte d'aéronefs ¹⁹ (01.01.2020)		Total des accidents et incidents graves	
	2019	2018	2019	2018
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	1324	1349	32	49
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	146	162	3	3
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	260	262	8	18
Hélicoptères	345	335	12	16
Motoplaneurs et planeurs	820	844	5	11
Ballons et dirigeables	316	332	1	2
Ultralégers motorisés ²⁰	0	0	0	0
Total	3211	3284	61	99

¹⁹ Source : Office fédéral de l'aviation civile.

²⁰ Le nombre d'ultralégers motorisés ne fait pas l'objet d'un relevé séparé.

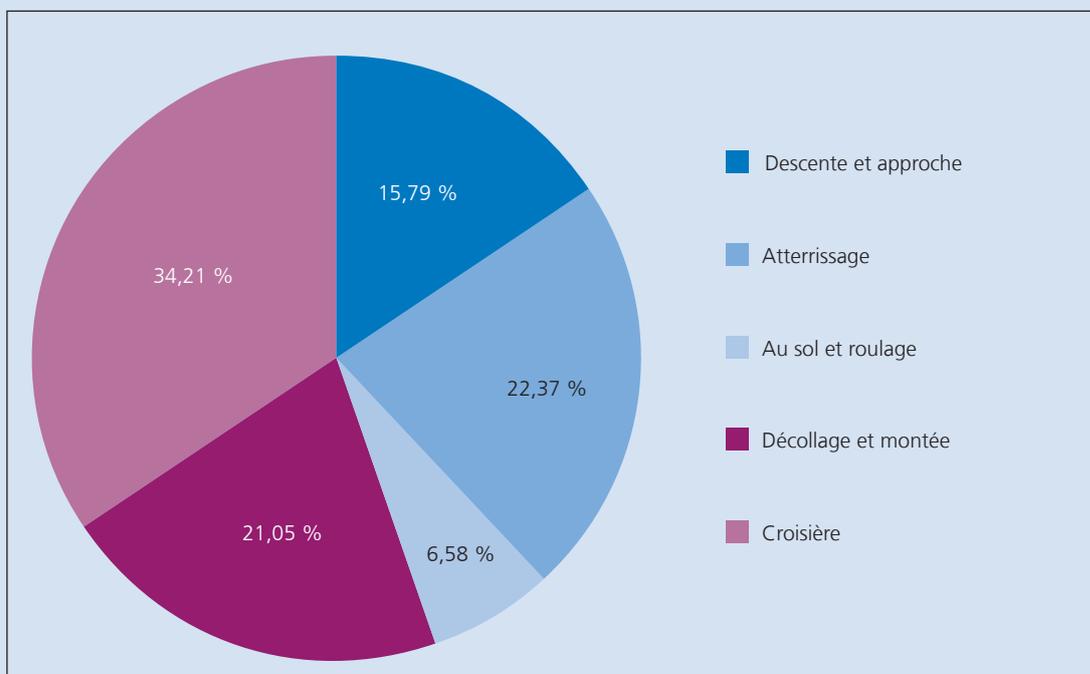
3.2.3 Accidents et incidents graves par genre d'aéronefs immatriculés en Suisse

	2019	2018
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	52 %	48 %
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	5 %	3 %
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	13 %	19 %
Hélicoptères	20 %	17 %
Motoplaneurs et planeurs	8 %	11 %
Ballons et dirigeables	2 %	2 %



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	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Avions jusqu'à 2250 kg MTOM	3	12	10	10	13	12	4	8	10	17	40	59
Avions de 2250 à 5700 kg MTOM	2	0	1	2	1	1	2	2	0	3	6	8
Avions supérieurs à 5700 kg MTOM	0	1	1	7	6	7	2	8	1	0	10	23
Hélicoptères	0	0	1	9	3	3	4	1	4	3	12	16
Motoplaneurs et planeurs	0	1	3	2	3	3	0	1	1	7	7	14
Ballons et dirigeables	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	3
Ultralégers motorisés	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	5	15	16	30	26	26	12	20	17	33	76	124



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 supérieurs à 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Accidents / incidents graves	47	90	28	46	3	2	2	14	12	16	2	10	0	2	0	0
Personnes blessées mortellement	5	31	4	8	0	0	0	20	1	1	0	2	0	0	0	0
Équipage	4	8	3	2	0	0	0	3	1	1	0	2	0	0	0	0
Passagers	1	23	1	6	0	0	0	17	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	4	3	2	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0
Équipage	1	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Passagers	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tiers	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	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 supérieurs à 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Accidents / incidents graves	14	9	4	2	0	1	6	4	0	1	3	1	1	0	0	0
Personnes blessées mortellement	0	7	0	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Équipage	0	6	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Passagers	0	1	0	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	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Équipage	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	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 supérieurs à 5700 kg MTOM		Hélicoptères		Moto-planeurs et planeurs		Ballons et dirigeables		Ultra-légers motorisés	
	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018
Accidents / incidents graves	15	25	8	11	3	4	2	5	0	0	2	3	0	1	0	1
Personnes blessées mortellement	6	2	4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Équipage	4	1	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Passagers	2	1	2	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	1	0	1	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	1	0	1	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

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 présente l'avantage qu'il tend davantage à permettre des comparaisons pendant une longue période, même si l'exposition²¹ 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° 996/2010²². 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-

²¹ Exposition à la survenance d'un accident (« exposure » en anglais). En l'occurrence, l'exposition correspond au nombre de mouvements aériens.

²² Règlement (UE) no 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 toutefois 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 moteur 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 $t=2007, \dots, 2019$, 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 spécifique, 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 ²³	Nb. d'accidents	Taux d'accidents calculé	Nb. probable d'accidents selon les calculs	Taux d'accidents probable selon les calculs
2007	629 832	3	4.7632	3.3265	5.1531
2008	627 766	6	9.5577	3.4164	5.3615
2009	651 750	2	3.0687	3.5087	5.5782
2010	607 247	4	6.5871	3.6035	5.8037
2011	654 056	4	6.1157	3.7009	6.0383
2012	591 433	3	5.0724	3.8009	6.2824
2013	579 790	1	1.7248	3.9036	6.5364
2014	603 166	4	6.6317	4.0091	6.8007
2015	589 495	7	11.8746	4.1174	7.0756
2016	552 385	1	1.8103	4.2287	7.3617
2017	570 363	7	12.2729	4.3430	7.6593
2018	562 371	5	8.8909	4.4603	7.9689
2019	552 945	4	7.2340	4.5809	8.2911

²³ Le nombre de mouvements aériens figurant dans le tableau diffère légèrement, pour certaines années, des valeurs publiées dans le rapport annuel 2018. Il s'agit de corrections a posteriori de l'OFAC concernant les immatriculations. Ces écarts n'ont aucune influence sur les résultats présentés au point 6.1.

Planeurs :

Année	Nb. de mouvements aériens²⁴	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	4.8029	5.2505
2008	86 438	8	9.2552	4.3273	4.8777
2009	86 444	3	3.4705	3.8988	4.5314
2010	77 286	2	2.5878	3.5128	4.2097
2011	86 634	4	4.6171	3.1650	3.9108
2012	74 474	6	8.0565	2.8516	3.6332
2013	71 066	2	2.8143	2.5692	3.3753
2014	79 487	0	0.0000	2.3148	3.1356
2015	78 136	1	1.2798	2.0856	2.9130
2016	65 755	4	6.0832	1.8791	2.7062
2017	67 121	2	2.9797	1.6931	2.5141
2018	67 438	1	1.5435	1.5254	2.3356
2019	63 467	1	1.5756	1.3744	2.1698

²⁴ Le nombre de mouvements aériens en 2018 diffère d'une unité par rapport à la valeur publiée dans le rapport annuel 2018. Il s'agit de corrections auxquelles l'OFAC a procédé concernant les immatriculations. Cet écart n'a aucune influence sur les résultats présentés au point 6.1.

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	3.2291	1.9972
2008	166 628	2	1.2003	3.1749	1.9610
2009	184 304	4	2.1703	3.1216	1.9255
2010	150 751	4	2.6534	3.0692	1.8907
2011	153 923	3	1.9490	3.0177	1.8564
2012	160 267	4	2.4958	2.9670	1.8228
2013	156 857	4	2.5501	2.9172	1.7898
2014	167 358	2	1.1950	2.8682	1.7574
2015	166 314	2	1.2025	2.8201	1.7256
2016	159 764	3	1.8778	2.7727	1.6944
2017	161 411	5	3.0977	2.7262	1.6637
2018	171 325	2	1.1674	2.6804	1.6336
2019	164 451	1	0.6081	2.6354	1.6040

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	non enregistré	11.0265	non enregistré
2008	non enregistré	16	non enregistré	10.7708	non enregistré
2009	non enregistré	9	non enregistré	10.5210	non enregistré
2010	non enregistré	10	non enregistré	10.2770	non enregistré
2011	non enregistré	11	non enregistré	10.0387	non enregistré
2012	non enregistré	13	non enregistré	9.8058	non enregistré
2013	non enregistré	7	non enregistré	9.5784	non enregistré
2014	non enregistré	6	non enregistré	9.3563	non enregistré
2015	non enregistré	10	non enregistré	9.1393	non enregistré
2016	non enregistré	8	non enregistré	8.9273	non enregistré
2017	non enregistré	14	non enregistré	8.7203	non enregistré
2018	non enregistré	8	non enregistré	8.5181	non enregistré
2019	non enregistré	6	non enregistré	8.3205	non enregistré

