



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST  
Service suisse d'enquête de sécurité SESE  
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI  
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

# **Rapport final n° 2354**

## **du Service suisse d'enquête de sécurité SESE**

concernant l'incident grave (AIRPROX)

entre l'avion de ligne Airbus A320-214  
exploité par la compagnie Aer Lingus  
avec indicatif ATC EIN68N,

et l'avion Cessna C525,  
en exploitation privée  
immatriculé N990FV,

survenu le 24 juillet 2015

à l'aéroport de Genève (LSGG) / GE

## Remarques générales sur le rapport

Le rapport relate les conclusions du Service suisse d'enquête de sécurité (SESE) relatives aux circonstances et les causes de cet incident grave.

Conformément à l'article 3.1 de la 10<sup>e</sup> édition de l'annexe 13, applicable dès le 18 novembre 2010, de la Convention relative à l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) du 7 décembre 1944, ainsi que selon l'article 24 de la loi fédérale sur la navigation aérienne, l'enquête sur un accident ou un incident grave a pour seul objectif la prévention d'accidents ou d'incidents graves. L'enquête n'a pas pour objectif d'apprécier juridiquement les causes et les circonstances d'un accident ou d'un incident grave. Le rapport ne vise donc nullement à établir les responsabilités ni à élucider des questions de responsabilité civile.

En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

La version de référence de ce rapport est rédigée en langue française.

Toutes les informations contenues dans ce rapport, sauf indication contraire, se réfèrent au moment où s'est produit l'incident grave.

Pour assurer la protection des données, le rapport fait usage du masculin générique.

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, toutes les heures indiquées dans ce rapport le sont en heure universelle coordonnée (*Coordinated Universal Time* – UTC). Au moment où s'est produit l'incident grave, l'heure normale valable pour le territoire suisse (*Local Time* – LT) correspondait à l'heure de l'Europe centrale (*Central European Time* – CET). La relation entre LT, CET et UTC est :  $LT = CET = UTC + 2 \text{ h}$ .

## Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>5</b>
<b>Enquête</b>	<b>6</b>
<b>Synopsis</b>	<b>6</b>
<b>Causes</b>	<b>6</b>
<b>Recommandations de sécurité</b>	<b>6</b>
<b>1 Renseignements de base</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Faits antécédents et déroulement de l'incident grave</b>	<b>7</b>
1.1.1 Généralités	7
1.1.2 Faits antécédents	7
1.1.3 Vols au cours desquels s'est produit l'incident grave	7
1.1.4 Lieu et heures de l'incident grave	10
<b>1.2 Renseignements sur le personnel</b>	<b>11</b>
1.2.1 Equipage de conduite EIN68N	11
1.2.1.1 Commandant de bord	11
1.2.1.2 Copilote	11
1.2.2 Equipage de conduite N990FV	11
1.2.2.1 Commandant de bord	11
1.2.2.2 Copilote	12
1.2.3 Contrôleurs de la navigation aérienne	12
1.2.3.1 Contrôleur de la navigation aérienne ADC	12
1.2.3.2 Contrôleur de la navigation aérienne GND	12
<b>1.3 Renseignements sur les aéronefs</b>	<b>13</b>
1.3.1 EIN68N	13
1.3.2 N990FV	13
<b>1.4 Renseignements météorologiques</b>	<b>13</b>
1.4.1 Situation météorologique générale	13
1.4.2 Situation météorologique dans la région de Genève au moment de l'incident grave	13
1.4.3 Informations astronomiques	14
1.4.4 Informations météorologiques et opérationnelles relatives au décollage	14
<b>1.5 Aides à la navigation</b>	<b>14</b>
<b>1.6 Communications</b>	<b>14</b>
<b>1.7 Renseignements sur l'aérodrome</b>	<b>15</b>
1.7.1 Généralités	15
1.7.2 Barres d'arrêt	15
1.7.3 Marques	15
1.7.3.1 Marques axiales de la voie de circulation Z à l'entrée de la plate-forme d'attente Z	15
1.7.3.2 Marques de point d'attente avant piste CAT I sur la voie de circulation Z	15
1.7.4 Endroit de décollage prévu	16
1.7.5 Cartes aéronautiques de Genève - LSGG utilisées par les pilotes de N990FV	16
1.7.6 Points chauds antérieurs au point d'attente avant piste CAT I Z	16
<b>1.8 Enregistreurs de bord</b>	<b>17</b>
<b>1.9 Essais et recherches</b>	<b>17</b>
<b>1.10 Renseignements en matière d'organisation et de gestion</b>	<b>17</b>
1.10.1 Service de la navigation aérienne	17
1.10.1.1 Généralités	17
1.10.1.1.1 Délivrance des autorisations de départ et autorisation de circulation au sol	17
1.10.1.1.2 Piste obstruée	18
1.10.1.1.3 Voie de circulation Z vs mouvements de la piste en herbe	18
1.10.1.1.4 Points chauds	19

<b>1.11</b>	<b>Renseignements supplémentaires</b>	<b>19</b>
1.11.1	Roulement au décollage de l'Airbus A320	19
1.11.2	Barres d'arrêt	19
1.11.3	Filet de sauvegarde RIMCAS	20
1.11.4	Vitesses de N990FV après le point d'attente avant piste CAT I Z	21
1.11.5	La méthode d'analyse systémique de Reason	21
1.11.6	Dépositions et déclarations	22
1.11.6.1	Dépositions des pilotes de N990FV	22
1.11.6.2	Déclaration du commandant de bord de EIN68N	22
1.11.6.3	Déposition du contrôleur GND	22
1.11.7	Recommandation de sécurité n°358	22
<b>2</b>	<b>Analyse</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspects techniques</b>	<b>23</b>
2.1.1	Alarmes RIMCAS	23
2.1.2	Point d'attente avant piste CAT I Z	23
<b>2.2</b>	<b>Facteurs humains et opérationnels</b>	<b>23</b>
2.2.1	Aspects relatifs au contrôle aérien	23
2.2.1.1	Le contrôleur sol GND	23
2.2.1.2	Le contrôleur d'aérodrome ADC	24
2.2.2	Aspects relatifs à la conduite de vol	24
2.2.2.1	Equipage de conduite du vol N990FV	24
2.2.2.2	Equipage de conduite du vol EIN68N	25
<b>2.3</b>	<b>Enchaînement causal ayant mené à l'incident grave</b>	<b>26</b>
2.3.1	Défaillances latentes	26
2.3.1.1	Conception et aménagement de l'aéroport	26
2.3.1.2	Point chaud sur la voie de circulation Z	26
2.3.1.3	Procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne	27
2.3.2	Défaillances actives	27
<b>3</b>	<b>Conclusions</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Faits établis</b>	<b>29</b>
3.1.1	Aspects techniques	29
3.1.2	Equipages de conduite	29
3.1.3	Contrôle aérien	29
3.1.4	Déroulement de l'incident grave	29
3.1.5	Cadre environnemental	30
<b>3.2</b>	<b>Causes</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident grave</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Recommandations de sécurité</b>	<b>31</b>
4.1.1	Point d'attente avant piste CAT I Z	31
4.1.1.1	Déficit de sécurité	31
4.1.1.2	Recommandation de sécurité n° 358	32
4.1.2	Intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05	32
4.1.2.1	Déficit de sécurité	32
4.1.2.2	Recommandation de sécurité n° 549	32
4.1.3	Procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne	32
4.1.3.1	Déficit de sécurité	32
4.1.3.2	Recommandation de sécurité n° 550	32
4.1.4	Filet de sauvegarde RIMCAS	33
4.1.4.1	Déficit de sécurité	33
4.1.4.2	Recommandation de sécurité n° 551	33
<b>4.2</b>	<b>Avis concernant la sécurité</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Mesures prises après l'incident grave</b>	<b>33</b>
4.3.1	Filet de sauvegarde RIMCAS	33

## Rapport final

### Résumé

#### Aéronef EI-DEF

Propriétaire	International Lease Finance Corp, Los Angeles, USA
Exploitant	Air Lingus, Dublin Airport, Ireland
Constructeur	Airbus Industrie, Toulouse, France
Type d'aéronef	Airbus A320-214
Pays d'immatriculation	Irlande
Immatriculation	EI-DEF
Numéro du vol	EI 681
Indicatif de plan de vol ATC	EIN68N
Indicatif d'appel	<i>Shamrock Six Eight November</i>
Règles de vol	Règles de vol aux instruments ( <i>Instrument Flight Rules – IFR</i> )
Type d'exploitation	Vol de ligne
Point de départ	Genève (LSGG)
Point de destination	Dublin (EIDW)

#### Aéronef N990FV

Propriétaire	Aero Service Turbillon Corp. Wilmington, USA
Exploitant	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Constructeur	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Type d'aéronef	Citation C525
Pays d'immatriculation	Etats Unis d'Amérique
Immatriculation	N990FV
Numéro du vol	-
Indicatif de plan de vol ATC	N990FV
Indicatif d'appel	<i>November Niner Niner Zero Foxtrott Victor</i>
Règles de vol	IFR
Type d'exploitation	Privé
Point de départ	Genève (LSGG)
Point de destination	Glasgow-Prestwick (EGPK)

Lieu	Piste en béton 05, aéroport de Genève (LSGG)
Date et heure	24 juillet 2015, 08:47:11 UTC
Service ATS	Contrôle d'aérodrome de Genève (ADC)
Espace aérien	Zone de contrôle ( <i>Control Zone – CTR</i> ) LSGG, Classe D
Distance minimale entre les deux aéronefs	Distance horizontale : 24 m
Séparation minimale prescrite	L'aire protégée de la surface désignée pour l'atterrissage et le décollage d'aéronefs doit être libre.
Catégorie d'Airprox	OACI catégorie A, risque élevé

## Enquête

L'incident grave s'est produit le 24 juillet 2015 à 08:47:11 UTC. Il a été annoncé au Service suisse d'enquête de sécurité SESE le 27 juillet 2015 à 11:52 UTC et une enquête a été ouverte le 28 juillet 2015 à 14:53 UTC.

Le SESE a notifié l'incident grave aux autorités de l'Irlande et des Etats-Unis d'Amérique qui ont chacune nommé un représentant accrédité.

Le rapport final est publié par le SESE.

## Synopsis

En milieu de matinée du 24 juillet 2015, l'équipage de conduite du Cessna Citation C525 immatriculé N990FV stationné sur l'aire de trafic nord de l'aéroport de Genève, s'annonce prêt à circuler au contrôle sol (*Ground Control* – GND). Il effectue un vol privé à destination de Glasgow-Prestwick. Le contrôleur l'autorise à circuler vers la plate-forme d'attente de circulation Z, pour la piste 05.

La route suivie longe la piste gazon jusqu'au travers de son seuil 05, où elle rejoint la voie de circulation Z. Les pilotes de N990FV s'arrêtent à cet endroit puis, à la demande du contrôleur GND, patientent jusqu'à ce qu'un avion léger en trajectoire d'approche finale pour la piste gazon ait survolé la voie de circulation Z. Ils s'engagent ensuite sur cette dernière et alors qu'ils sont proches de la plate-forme d'attente, le contrôleur GND les informe que c'est « *here right ...* » (ici à droite) et les enjoint de contacter la tour de contrôle.

L'équipage de conduite de N990FV collationne l'autorisation mais continue néanmoins tout droit et l'avion franchit le point d'attente avant piste CAT I de la piste en béton 05. N990FV entre en conflit de rapprochement avec un Airbus A320 en roulement au décollage, immatriculé EI-DEF et effectuant le vol EIN68N à destination de Dublin.

Le contrôleur GND somme à N990FV d'attendre où il se trouve et, dans la foulée, le contrôleur ADC qui est à son côté, signale le conflit à l'équipage de conduite de EIN68N. L'avion continue son décollage et l'extrémité de son aile gauche passe à environ 24 m du nez de N990FV.

## Causes

L'incident grave est dû au rapprochement dangereux, entre un Airbus A320 en course pour le décollage sur la piste 05 et un Cessna C525 ayant franchi sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la voie de circulation Z.

Facteurs contributifs à l'incursion sur piste :

- défaut d'un point chaud signalant le danger d'incursion sur piste béton 05 au niveau de la voie de circulation Z ;
- manque de conscience situationnelle de l'équipage de conduite de N990FV ;
- manque de vigilance du contrôleur GND ;
- défaut de barre d'arrêt au point d'attente avant piste CAT I sur la voie de circulation Z ;
- procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne non adaptées au risque d'incursion sur piste pour les aéronefs venant de l'aire de trafic nord.

## Recommandations de sécurité

Le rapport met en évidence plusieurs déficits de sécurité qui ont donné lieu à 4 recommandations de sécurité.

## 1 Renseignements de base

### 1.1 Faits antécédents et déroulement de l'incident grave

#### 1.1.1 Généralités

Le déroulement de l'incident grave a été établi à l'aide des enregistrements des communications radiotéléphoniques, des données et tracés radar, des informations du système de surveillance de piste SAMAX<sup>1</sup> ainsi que des transmissions descendantes Mode S. Il s'appuie également sur les rapports, commentaires et dépositions des pilotes et contrôleurs aériens concernés.

Les deux aéronefs impliqués dans l'incident grave suivaient les règles de vol aux instruments (*Instrument Flight Rules – IFR*) et étaient en contact radiotéléphonique avec deux secteurs différents de la tour de contrôle (TWR) de Genève : N990FV était pris en charge par le Contrôle sol (*Ground control - GND*), EIN68N par le Contrôle d'aérodrome (*Aerodrome Control – ADC*).

Les pistes en herbe et en béton 05 étaient en service et les conditions météorologiques étaient bonnes.

#### 1.1.2 Faits antécédents

Le 21 juin 2015, le commandant de bord et le copilote du Cessna Citation C525 immatriculé N990FV entament un périple en Europe avec 5 passagers, au cours duquel ils font étape à Genève les 23 et 24 juillet 2015. Ils travaillent ensemble depuis le début de ce voyage et ont respectivement 3 et 1 mois d'expérience sur ce type d'avion. Tous deux viennent pour la deuxième fois à l'aéroport de Genève dans le cadre de leur activité professionnelle.

Le soir du 23 juillet, ils préparent le vol de Genève (LSGG) à Glasgow-Prestwick (EGPK) prévu pour le lendemain.

#### 1.1.3 Vols au cours desquels s'est produit l'incident grave

Le 24 juillet 2015, l'équipage de conduite de l'avion N990FV arrive vers 07 h locales à l'aéroport de Genève pour assurer le transport de cinq passagers à destination de Glasgow-Prestwick.

Les deux pilotes effectuent la visite pré-vol de leur appareil stationné sur l'aire de trafic nord « F » puis le commandant de bord se rend au terminal de l'aviation générale pour y accueillir les passagers. Pendant ce temps, le copilote prépare l'avion et effectue le devis de masse et de centrage.

Une fois de retour et les passagers installés à bord, le commandant vérifie le calcul de performances puis effectue avec son collègue le briefing de départ comprenant entre autres la phase de circulation au sol pour se rendre en début de piste en béton 05 d'où il a prévu décoller. Il relève la présence d'un point chaud<sup>2</sup> sur la voie de circulation Z. Le commandant de bord est le pilote en fonction. Les pilotes s'expriment entre eux en espagnol mais exécutent les procédures d'exploitation en anglais.

---

<sup>1</sup> SAMAX: *Swiss Airport Movement Area Control System*,

<sup>2</sup> Un point chaud (*hot spot*) est destiné à attirer l'attention des pilotes sur des intersections particulièrement délicates, où des incursions sur piste ou collision peuvent se produire si un équipage de conduite n'apporte pas l'attention voulue à la situation.

A 08:26:47 UTC, le copilote qui est en charge des communications radiotéléphoniques demande la clearance de départ au secteur de contrôle « Geneva GND ». Le vol N990FV est autorisé à destination de EGPK par le départ normalisé aux instruments (*Standard Instrument Departure – SID*) SIROD 5N et sa mise en route est approuvée.

A 08:41:19 UTC, N990FV rappelle « Geneva GND » pour s'annoncer prêt à rouler. Dans l'intervalle de temps écoulé entre les deux appels, un nouveau contrôleur de la circulation aérienne a pris la relève du poste de travail GND. Il répond : « *Roger, November Nine Nine Zero Foxtrot Victor, taxi to holding bay Zulu runway zero five.* » N990FV collationne en ces termes : « *Zulu, runway zero five, Niner Zero Foxtrot Victor.* » La charge et la complexité du travail au secteur GND sont jugées comme « normale » par son contrôleur.

Les pilotes du Cessna C525 commencent à circuler alors qu'ils n'ont pas achevé la totalité de la préparation de vol ; ils sont sous la pression du temps car un créneau de décollage leur a été assigné. Ils pensent pouvoir rejoindre la voie de circulation Z au plus court et sortent du poste de stationnement par la gauche. Le contrôleur GND ne remarque pas qu'ils partent dans la fausse direction. Cette voie est sans issue et ils sont obligés de rebrousser chemin et passer par l'est de l'aire de trafic nord, pour rejoindre la voie de circulation Y qui longe la piste en herbe 05 dont l'axe se trouve à 252 m de celui de la piste en béton.

A 08:43:26 UTC, le contrôleur ADC prend contact radiotéléphonique avec EIN68N, un Airbus A320 qui effectue un vol à destination de Dublin et qui approche du seuil de piste en béton 05. Il prévoit de l'intercaler entre un Dash 8 en phase d'approche finale et un Airbus A320 de la compagnie British Airways établi sur l'ILS<sup>3</sup>, auquel il fait réduire la vitesse à sa valeur minimale. L'équipage de conduite de EIN68N répond qu'il est prêt au départ après le prochain atterrissage.

Le contrôleur ADC, qui gère également le trafic VFR, autorise ensuite successivement les atterrissages d'un avion léger sur la piste en herbe 05 puis du Dash 8 sur la piste en béton 05.

A 08:44:23 UTC, EIN68N est autorisé à s'aligner, à attendre et à se préparer pour un décollage imminent derrière l'atterrissage du Dash 8.

Alors qu'ils arrivent au bout de la voie de circulation Y, les pilotes de N990FV voient devant eux et légèrement à gauche, un avion léger en approche finale pour la piste en herbe 05. Sa trajectoire va passer sur la voie de circulation Z qu'ils vont emprunter et qui permet d'accéder à la plateforme d'attente puis à la piste en béton 05.

Ignorant s'ils sont autorisés sans autre à passer sous la trajectoire de cet avion, ils s'arrêtent à la hauteur du panneau indicateur d'intersection de voies de circulation « GATE Z » et signalent à 08:45:22 UTC au contrôleur GND qu'ils « attendent à Z ». Ce dernier croit qu'il s'agit de l'appel d'un autre vol, Belavia BEL872, demande sa provenance et obtient confirmation du message. Il répond « *Roger, you may taxi into the holding bay.* » Les pilotes ne semblant pas comprendre l'autorisation, le contrôleur se ravise et leur demande de laisser passer un trafic « *en très courte approche finale pour la piste en herbe* ». Les pilotes annoncent qu'ils ont le trafic en vue puis empruntent la voie de circulation Z située directement à leur gauche, à angle droit.

---

<sup>3</sup> ILS : *Instrument Landing System*, système d'atterrissage aux instruments



Le contrôleur GND répond ensuite à BEL872 qui demande sa clearance de départ pour Minsk : « *Roger BEL872, expect route MOLUS 3N and I will call you back in a few minutes, unable yet to activate your flight plan.* »

A 08:46:17 UTC, le contrôleur ADC informe EIN68N qu'un hélicoptère survole l'axe de piste de gauche à droite puis l'autorise à un décollage immédiat à 08:46:31 UTC.

Au même moment, alors que N990FV approche de la plateforme d'attente Z, le contrôleur GND lui indique « *ici à droite* » et l'enjoint de contacter la tour de contrôle sur la fréquence 118.7 MHz : « *November Nine Nine Zero Foxtrot Victor, here right and contact tower on one one eight decimal seven, goodbye.* » Le commandant de bord répond qu'ils vont à droite et collationne le changement de fréquence : « *Going to right, eighteen point seven, goodbye, merci, Nine Zero Foxtrot Victor.* » Le Cessna C525 poursuit néanmoins tout droit à la vitesse moyenne de 12 kt. Il franchit les marques de point d'attente avant piste<sup>4</sup> CAT I Z à 08:46:56 UTC et se rapproche de la piste en béton 05. Occupé à effectuer des tâches dans le cockpit, le copilote ne regarde pas à l'extérieur.

A 08:46:59 UTC, le filet de sauvegarde RIMCAS<sup>5</sup> signale un rapprochement critique sur la piste, en émettant l'alarme parlée « RIMCAS » et illuminant en rouge les étiquettes radar de N990FV et EIN68N sur les écrans du système de surveillance de piste SAMAX. Ce dernier se trouve alors à environ 670 m de l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05, à la vitesse de 77 kt. N990FV avance à 11 kt.

Alors que le Cessna C525 se trouve à près de 30 m du bord de piste, le contrôleur GND s'aperçoit de l'incursion<sup>6</sup> sur piste, se lève de son siège, s'exclame par un juron et lui ordonne immédiatement de s'arrêter sur place « *hold position here !* ». L'ordre donné à 08:47:02 UTC chevauche la prise de contact radiotéléphonique d'un avion léger qui demande à pouvoir circuler vers les postes de stationnement de l'aéroclub local.

Occupé par la charge et la complexité du trafic qu'il jugeait moyennes à fortes, le contrôleur ADC n'a pas conscience de l'incursion sur piste de N990FV qui ne l'a, à ce moment, toujours pas contacté. Il n'entend pas l'alarme RIMCAS mais, alerté par la réaction expressive de son collègue, voit le Cessna C525 se rapprocher du bord de la piste en béton. Il juge que EIN68N est rapide et qu'ordonner une interruption de décollage présente le risque de le faire dévier à gauche dans la direction de l'intrus. Il choisit dès lors de l'informer et de lui dire de prendre à droite : « *Shamrock Six Eight November, caution, ?????, proceed to the right, traffic is interfering on runway.* » Le message est émis à 08:47:05 UTC, alors que EIN68N et N990FV ont les vitesses de 106 kt et 9 kt respectivement.

Le commandant de bord de N990FV voit à sa droite sur la piste en béton 05 l'Airbus A320 dans sa course au décollage, freine brusquement et immobilise son avion.

EIN68N accuse immédiatement réception de la mise en garde et en même temps N990FV appelle le contrôle ADC, provoquant un chevauchement de fréquence.

---

<sup>4</sup> Point d'attente avant piste : point désigné en vue de protéger une piste, une surface de limitation d'obstacles ou une zone critique/sensible d'ILS/MLS, auquel les aéronefs et véhicules circulant à la surface s'arrêteront et attendront, sauf autorisation contraire de la tour de contrôle d'aérodrome.

<sup>5</sup> RIMCAS : *Runway Incursion Monitoring and Conflict Alert Sub-system*, filet de sauvegarde de piste

<sup>6</sup> Incursion sur piste : toute situation se produisant sur un aérodrome, qui correspond à la présence inopportune d'un aéronef, d'un véhicule ou d'une personne dans l'aire protégée d'une surface destinée à l'atterrissage et au décollage d'aéronefs.

Le commandant de bord de EIN68N avait déjà vu et signalé au copilote, l'avion sur la voie de circulation Z qui avançait lentement et qui lui semblait ne pas encore avoir franchi des marques situées avant le bord de piste. Alors qu'il effectue une très légère manœuvre d'évitement vers la droite, il lui apparaît évident que l'avion conflictuel s'est arrêté avant la piste. Il envisage néanmoins d'interrompre le décollage mais considère que cette manœuvre risque de mener à des problèmes de maniabilité. L'Airbus A320 décolle normalement, centré sur l'axe de la piste 05.

A 08:47:10 UTC l'alarme parlée « RIMCAS » prend fin.

A 08:47:11 UTC l'Airbus croise la voie de circulation Z et l'extrémité de son aile gauche passe à environ 24 m du nez du Cessna C525.

A 08:47:25 UTC, le contrôleur ADC ordonne d'effectuer une remise des gaz à l'Airbus A320 de la compagnie British Airways qui se trouve en approche finale à environ 0.5 NM du seuil de piste.



**Figure 1** : trajectoires de N990FV (jaune) et EIN68N (bleu). Les parties représentées en rouge indiquent lorsque l'alarme parlée « RIMCAS » était émise.

#### 1.1.4 Lieu et heures de l'incident grave

Position géographique	Territoire suisse, aéroport de Genève, intersection de la voie de circulation Z avec la piste 05
Date et heure	24 juillet 2015, 08:47:11 UTC
Conditions d'éclairage	Jour

## 1.2 Renseignements sur le personnel

### 1.2.1 Equipage de conduite EIN68N

#### 1.2.1.1 Commandant de bord

Personne	Citoyen irlandais, né en 1979		
Licence	Pilote de ligne d'avions ( <i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane – ATPL(A)</i> ) selon l'Organisation de l'aviation civile internationale ( <i>International Civil Aviation Organization – ICAO</i> ), établie la première fois par l' <i>Irish Aviation Authority (IAA)</i> le 18 mai 2005		
Heures de vol	Total		7947 h
	Sur type en cause		7609 h
	Pendant les 90 derniers jours		193 h
	Dont sur type en cause		193 h

Toutes les données à disposition indiquent que le commandant a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

#### 1.2.1.2 Copilote

Personne	Citoyen irlandais, né en 1984		
Licence	ATPL(A) selon ICAO, établie la première fois par l'IAA <sup>7</sup> le 7 avril 2011		
Heures de vol	Total		5431 h
	Sur type en cause		3111 h
	Pendant les 90 derniers jours		222 h
	Dont sur type en cause		222 h

Toutes les données à disposition indiquent que le commandant a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

### 1.2.2 Equipage de conduite N990FV

#### 1.2.2.1 Commandant de bord

Personne	Citoyen vénézuélien, né en 1978		
Licence	ATPL(A) selon <i>Federal Aviation Administration (FAA)</i> , établie le 04 mars 2015		
Heures de vol	Total		3148 h
	Sur type en cause		88 h
	Pendant les 90 derniers jours		88 h
	Dont sur type en cause		88 h

Toutes les données à disposition indiquent que le commandant a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

<sup>7</sup> IAA: Irish Aviation Authority

## 1.2.2.2 Copilote

Personne	Citoyen vénézuélien, né en 1965	
Licence	ATPL(A) selon FAA, établie par la FAA le 15 avril 2015	
Heures de vol	Total	5422 h
	Sur type en cause	50 h
	Pendant les 90 derniers jours	86 h
	Dont sur type en cause	50 h

Toutes les données à disposition indiquent que le commandant a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

## 1.2.3 Contrôleurs de la navigation aérienne

## 1.2.3.1 Contrôleur de la navigation aérienne ADC

Fonction	Contrôle d'aérodrome (ADC)
Personne	Citoyen suisse, né en 1970
Licence	Contrôleur aérien ( <i>Air Traffic Controller Licence</i> ), basée sur la directive <i>EU-R805/2011</i> de la communauté européenne, établie la première fois par l'OFAC le 11 octobre 1996 et valable jusqu'au 23 mars 2016
Qualification de poste	<i>Unit endorsement TWR ; Location LSGG</i>
	<i>Rating: ADI (Aerodrome Control Instrument)</i>
	<i>Rating Endorsements: AIR (air control); TWR (Tower Control); RAD (radar) (ADI)</i>

Toutes les données à disposition indiquent que le contrôleur a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

## 1.2.3.2 Contrôleur de la navigation aérienne GND

Fonction	Contrôle sol (GND)
Personne	Citoyen suisse, né en 1982
Licence	Contrôleur aérien, basée sur la directive <i>EU-R805/2011</i> de la communauté européenne, établie la première fois par l'OFAC le 18 juillet 2003 et valable jusqu'au 12 juillet 2016
Qualification de poste	<i>Unit endorsement TWR ; Location LSGG</i>
	<i>Rating: ADI</i>
	<i>Rating Endorsements: AIR; TWR; RAD (ADI) GMS (Ground Movement Surveillance), GMC (ground movement control)</i>

Toutes les données à disposition indiquent que le contrôleur a débuté son service reposé et en bonne santé. Rien n'indique que la fatigue ait pu contribuer à la survenue de l'incident grave.

### 1.3 Renseignements sur les aéronefs

#### 1.3.1 EIN68N

Type d'aéronef	Airbus A320 – 214
Caractéristique	Biréacteur court et moyen-courrier
Constructeur	Airbus Industrie, Toulouse, France
Année de construction	2004
N° de série	2256
Propriétaire	International Lease Finance Corp, Los Angeles, USA
Exploitant	Air Lingus, Dublin Airport, Ireland
Envergure	34.10 m

#### 1.3.2 N990FV

Type d'aéronef	Cessna 525 Citation M2
Caractéristique	Biréacteur d'affaires de 8 places, moyen-courrier, de construction métallique
Constructeur	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Année de construction	2015
N° de série	525-0863
Propriétaire	Aero Service Turbillon Corp. Wilmington DE
Exploitant	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Equipement significatif	Système intégré d'information de vol Garmin 3000 Pour chaque pilote, visualisation des cartes aéronautiques électroniques sur Ipad
Longueur	12.98 m
Hauteur	4.24 m

### 1.4 Renseignements météorologiques

#### 1.4.1 Situation météorologique générale

A l'avant d'une dépression centrée sur le golfe de Gascogne régnait au sol une distribution de pression à faible gradient.

#### 1.4.2 Situation météorologique dans la région de Genève au moment de l'incident grave

Le temps était ensoleillé et le vent faible, des cumulus se trouvaient le long du Jura et sur le Salève.

Météo/nuage	1/8 à 2/8 à 3 500 ft AAE <sup>8</sup>
Visibilité	30 km
Vent	Variable, 4 kt
Température / point de rosée	25 °C / 16 °C
Pression atmosphérique QNH	1013 hPa, pression réduite au niveau de la mer, calculée avec les valeurs de l'atmosphère standard de l'OACI
Evolution	Aucun changement significatif prévu

<sup>8</sup> AAE : *Above Aerodrome Elevation*, au-dessus de l'altitude de l'aérodrome

## 1.4.3 Informations astronomiques

Position du soleil	Azimut : 112 °	Hauteur : 46 °
Conditions d'éclairage	Jour	

## 1.4.4 Informations météorologiques et opérationnelles relatives au décollage

Le service automatique d'information de région terminale (*Automatic Terminal Information Service* – ATIS) de Genève donnait pour 08:20 UTC l'information L :

INFO LIMA RWY: RWY IN USE 05 ILS GRASS RWY IN OPS FOR VFR TFC

MET REPORT LSGG 1520Z

VRB 3 KT CAVOK<sup>9</sup> 25/17 QNH 1013 NOSIG

En texte clair cela signifie que l'approche en cours d'utilisation est le système d'atterrissage aux instruments ILS de la piste 05 et que la piste en herbe est en service pour le trafic VFR<sup>10</sup>.

Les conditions météorologiques données sont les suivantes :

Nuages	Aucun nuage en-dessous de l'altitude de 10 600 ft
Vent	Variable, 3 kt
Visibilité horizontale	≥ 10 km
Température	25 °C
Point de rosée	17 °C
Pression atmosphérique QNH	1013 hPa
Prévision à court terme (changement significatif attendu pendant les 2 heures suivant l'heure d'observation)	Aucun changement significatif prévu

## 1.5 Aides à la navigation

Les deux avions impliqués dans l'incident grave se trouvaient au sol. Les aides à la navigation de l'aéroport de Genève n'ont donc pas joué de rôle.

## 1.6 Communications

L'incident grave s'est produit alors que les avions en situation conflictuelle étaient en contact radiotéléphonique avec deux secteurs différents de la tour de contrôle de Genève : N990FV était pris en charge par le Contrôle sol GND, EIN68N par le Contrôle d'aérodrome ADC. Les communications se sont déroulées en anglais.

<sup>9</sup> L'expression «CAVOK» (*ceiling and visibility OK*) est utilisée à la place des groupes visibilité, temps et nuages dès que la visibilité horizontale est ≥ 10 km, qu'aucun nuage se trouvent en-dessous de 5000 ft ou de l'altitude minimale de secteur (*Minimum Sector Altitude* – MSA), qu'il n'y a pas de cumulonimbus ni de phénomène météorologique significatif au moment de l'observation.

<sup>10</sup> VFR : *Visual Flight Rules*, règles de vol à vue

## 1.7 Renseignements sur l'aérodrome

### 1.7.1 Généralités

L'aéroport de Genève est situé à l'ouest de la Suisse. En 2014, 187 596 mouvements (décollage ou atterrissage) y ont eu lieu, dont 182 268 sur la piste en béton.

Pistes

Désignations et revêtement	Dimensions	Equipement
23/05 – béton	3900 x 50 m	23 - ILS Cat III et 05 - ILS Cat I
23/05 – gazon	823 x 30 m	23 - APAPI <sup>11</sup> 4.5° et 05 – APAPI

Piste 05

Distance de roulement utilisable au décollage (*Take Off Run Available* – TORA) :

- depuis le seuil de piste décalé : 3900 m
- depuis l'intersection avec la voie de circulation Z : 2750 m

Distance utilisable à l'atterrissage (*Landing Distance Available* – LDA) 3570 m.

### 1.7.2 Barres d'arrêt

Toutes les voies de circulation qui accèdent à la piste 05 sont équipées de barres d'arrêt<sup>12</sup> à leur point d'attente avant piste Cat II. Celles des 4 voies B, C, D et E situées au sud sont en permanence allumées par défaut ; c'est seulement sous l'autorité des services de la circulation aérienne qu'elles sont éteintes pour indiquer à un aéronef ou à un véhicule que la voie vers la piste est libre.

### 1.7.3 Marques

#### 1.7.3.1 Marques axiales de la voie de circulation Z à l'entrée de la plate-forme d'attente Z

A l'entrée de la plate-forme d'attente Z, les marques axiales de la voie de circulation se scindent en deux lignes, l'une menant tout droit vers le point d'attente avant piste CAT I (*runway-holding position*), l'autre tournant à droite dans la plate-forme d'attente.

#### 1.7.3.2 Marques de point d'attente avant piste CAT I sur la voie de circulation Z

A l'instar du marquage en vigueur sur les aéroports des Etats-Unis d'Amérique, l'approche du point d'attente avant piste CAT I Z est signalée aux pilotes par le soulignage de la marque axiale de la voie de circulation.

Les marques de point d'attente avant piste CAT I Z sont soulignées par des feux de protection de piste constitués par deux paires de feux jaunes unidirectionnels à éclats (« *Wig-Wag* ») disposées chacune sur les côtés de la voie. Elles sont précédées d'une marque d'obligation constituée de l'inscription blanche sur un fond rouge des chiffres « 23-05 ». Contrairement aux marques de point d'attente CAT II Z qui les précèdent, elles ne sont pas signalées par une barre d'arrêt.

<sup>11</sup> APAPI : *Abbreviated Precision Approach Path Indicator*, indicateur de trajectoire d'approche de précision simplifié

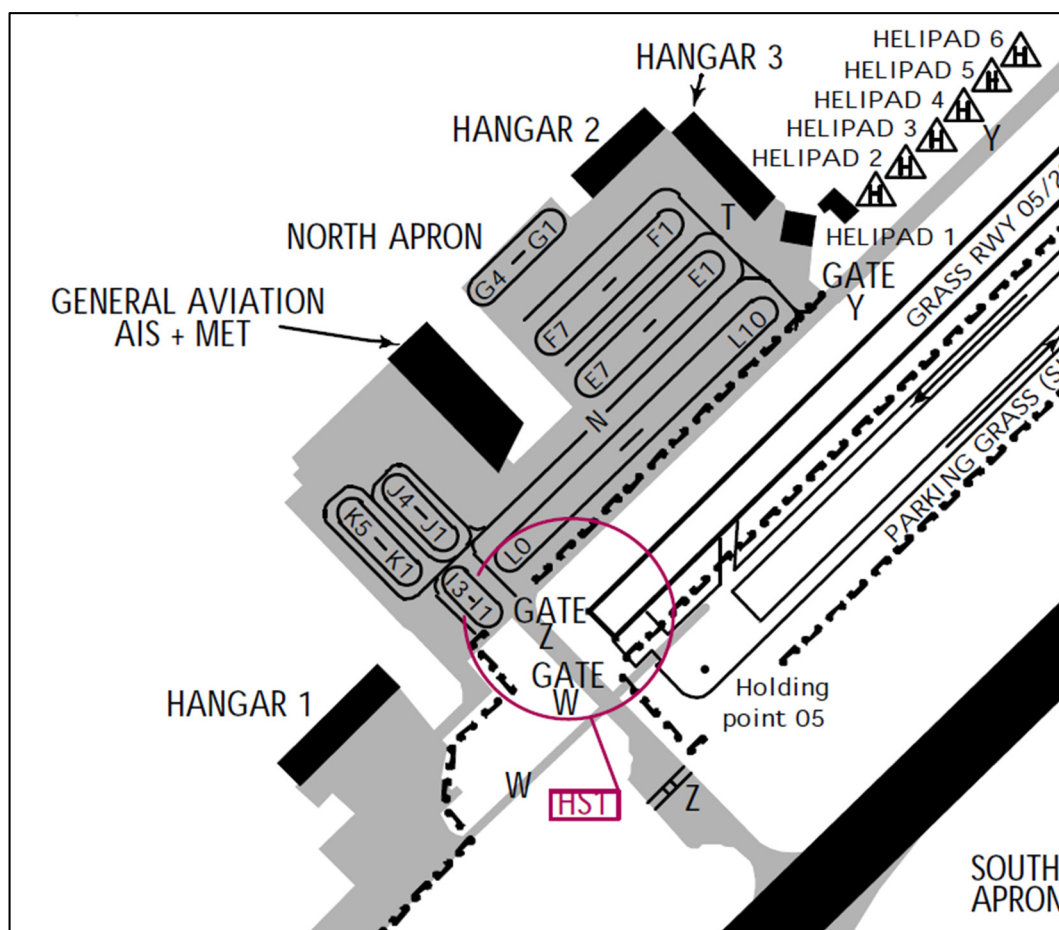
<sup>12</sup> Les barres d'arrêt sont composées de feux de couleur rouge, espacés de 3 m transversalement à la voie de circulation et visible dans la ou les directions que doivent prendre les avions qui approchent de l'intersection ou du point d'attente avant piste. Une barre d'arrêt est allumée pour arrêter la circulation et éteinte pour indiquer que la voie est libre.

## 1.7.4 Endroit de décollage prévu

La publication d'information aéronautique (*Aeronautical Information Publication – AIP*) de l'Etat suisse, qui renferme des informations de caractère durable et essentielles à la navigation aérienne, ne spécifie pas explicitement que l'information concernant l'endroit où le décollage est prévu (début de piste, intersection de piste) soit communiqué par le contrôleur ou les équipages de conduite.

## 1.7.5 Cartes aéronautiques de Genève - LSGG utilisées par les pilotes de N990FV

Chacun des pilotes de N990FV disposait de cartes aéronautiques *JEPPESEN* présentées sous forme électronique. La carte d'aérodrome de Genève « JEPPESEN 10-9B » est celle qui fournit le plus de détails au sujet de la circulation au sol sur l'aire de trafic nord. Contrairement à la signalisation un peu plus détaillée de la voie de circulation Y et de ses deux plates-formes de d'attente Y1 et Y2, celle de la voie de circulation Z et de sa plate-forme d'attente n'est constituée que de la seule lettre « Z » apposée sur la représentation de cette dernière. Deux points chauds dénommés « *HOT SPOT HS1* » y figurent, dont la légende donnée sur la carte « JEPPESEN 10-9 » attire l'attention des équipages de conduite sur la proximité de voies de circulation situées sous la trajectoire finale ou sous les axes de décollage de la piste en herbe.



**Figure 2 :** aire de trafic nord, point chaud HS1 sur la voie de circulation Z (source : Jeppesen)

## 1.7.6 Points chauds antérieurs au point d'attente avant piste CAT I Z

Dans des versions antérieures des cartes aéronautiques de l'aéroport de Genève - LSGG, le point d'attente avant piste CAT I de la voie de circulation Z était



identifié comme un point chaud en raison du risque d'incursion sur piste. Suivant les cas, les légendes relatives à ce point signalaient le danger de diverses façons : par exemple, la version JEPPESEN datée du 4 novembre 2005 attirait l'attention sur le défaut de barre d'arrêt à balisage lumineux rouge et spécifiait que le franchissement ne pouvait de faire sans être explicitement autorisé à pénétrer sur la piste. Celle du 10 septembre 2010 stipulait uniquement : « *Never cross red stop bars.* ».

## 1.8 Enregistreurs de bord

Au moment où l'incident grave a été signalé au SESE, les enregistrements de conversations de poste de pilotage (*Cockpit Voice Recorder – CVR*) n'étaient plus disponibles. Compte tenu des éléments déjà à disposition pour les besoins de l'enquête, il n'a pas été nécessaire d'avoir recours aux enregistrements de données de vol (*Flight Data Recorder – FDR*).

## 1.9 Essais et recherches

Sans objet

## 1.10 Renseignements en matière d'organisation et de gestion

### 1.10.1 Service de la navigation aérienne

#### 1.10.1.1 Généralités

Issue de la société anonyme de droit privée Swisscontrol, la société Skyguide assure depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2001 le contrôle de la circulation aérienne dans l'espace aérien suisse et les espaces aériens étrangers dont le contrôle a été délégué à la Suisse.

Les renseignements suivants – traduits de l'anglais – sont extraits ou si besoin résumés, des manuels de gestion de trafic aérien (*Air Traffic Management Manual – ATMM*) Switzerland, « Section 9 Aerodrome Control » et Geneva TWR/APP « Section TWR ». Les références spécifiques sont indiquées en début de sous-chapitre.

#### 1.10.1.1.1 Délivrance des autorisations de départ et autorisation de circulation au sol

« *ATM<sup>13</sup> Manual Switzerland Section 9, Aerodrome Control, 3.1 Taxi Clearance* »

Ce chapitre débute par une note (Note 1) attirant l'attention sur le fait qu'à bord d'un aéronef, la vision des équipages de conduite est limitée pendant la circulation au sol. Elle signale que, dès lors, il est important que les instructions de contrôle émises à leur attention soient concises, les informations appropriées, pour les assister dans la détermination des voies de circulations correctes et pour éviter la collision avec d'autres aéronefs ou objets, ainsi que pour réduire le danger que l'avion pénètre par inadvertance sur une piste en service.

L'autorisation de circulation au sol doit comprendre :

- a) la limite d'autorisation (*clearance limit*) (normalement en termes de point d'attente avant piste – *runway-holding position*) précisant la piste en service pour le départ ;
- b) la route à suivre sur l'aire de manœuvre, en utilisant les indicatifs des voies de circulation et les indicatifs de piste lorsque l'aéronef circulera sur cette dernière ou la traversera.

---

<sup>13</sup> ATM : *Air Traffic Management*

Il n'est pas explicitement spécifié (et ceci dans tous les manuels de la circulation aérienne concernant la circulation au sol sur l'aéroport de Genève), que l'information concernant l'endroit où le décollage est prévu (début de piste, intersection de piste) soit communiqué.

Seul ce chapitre contient une mention concernant une instruction obligatoire et explicite de faire attendre un aéronef à l'écart d'une piste active :

« *When a taxi clearance contains a taxi limit beyond a RWY, it shall contain an explicit clearance to cross or an instruction to hold short of that RWY.*

*When the risk exists that an aircraft might inadvertently taxi onto an active RWY, append the taxi clearance with the following instruction:*

- *Hold short of Runway (position) »*

Traduction

Lorsqu'une autorisation de circulation au sol contient une limite au-delà d'une piste, elle doit inclure une autorisation explicite de traverser ou une instruction d'attendre à l'écart de cette piste.

Lorsque le risque existe qu'un aéronef puisse pénétrer par mégarde sur une piste en service, ajouter l'instruction suivante à l'autorisation de circulation :

- *Hold short of Runway (position) ».*

#### 1.10.1.1.2 Piste obstruée

« *ATM Manual Switzerland Section 9 Aerodrome Control, 4.2.4.3 Obstructed Runway* »

Si, à tout moment et en particulier après qu'une autorisation de décollage ou d'atterrissage ait été donnée, le contrôleur de la circulation aérienne prend conscience d'une incursion sur piste ou de son imminence, ou d'une quelconque obstruction de la piste ou de sa proximité immédiate susceptible de menacer la sécurité d'un aéronef en phase de décollage ou d'atterrissage, les mesures appropriées doivent être prise comme suit :

- a) annuler l'autorisation de décollage pour un avion au départ ;
- b) ordonner à un avion à l'arrivée d'effectuer une remise des gaz ou d'interrompre l'approche ;
- c) dans tous les cas, informer l'aéronef de l'incursion ou de l'obstruction sur piste et de sa localisation par rapport à cette dernière.

« *Note 2 : Un décollage interrompu ou une remise des gaz effectués après le toucher des roues peuvent exposer l'aéronef au risque de dépassement de piste. ...* »

« *Note 3 : La décision de poursuivre, ou d'interrompre le décollage, ou d'atterrir, incombe uniquement au PIC.* »

#### 1.10.1.1.3 Voie de circulation Z vs mouvements de la piste en herbe

« *ATMM Geneva TWR/APP TWR, D.1.6.5 TWY Z vs Grass Movements* »

La prévention des collisions entre les trafics sur la voie de circulation Z et l'opération de la piste en herbe (*ARR 05 and DEP or option 23*) est attribué au GND. Pour ce faire, les Gate W et Gate Z peuvent être utilisées comme limite d'autorisation de circulation si nécessaire.

Comme les Gate W et Gate Z ne sont pas des points d'attente avant piste, les pilotes ne s'arrêteront pas automatiquement à ces points d'attente intermédiaires. De la même façon, une autorisation au-delà de ces points d'attente intermédiaires ne nécessite pas une autorisation de traverser spécifique (voir figure 3).

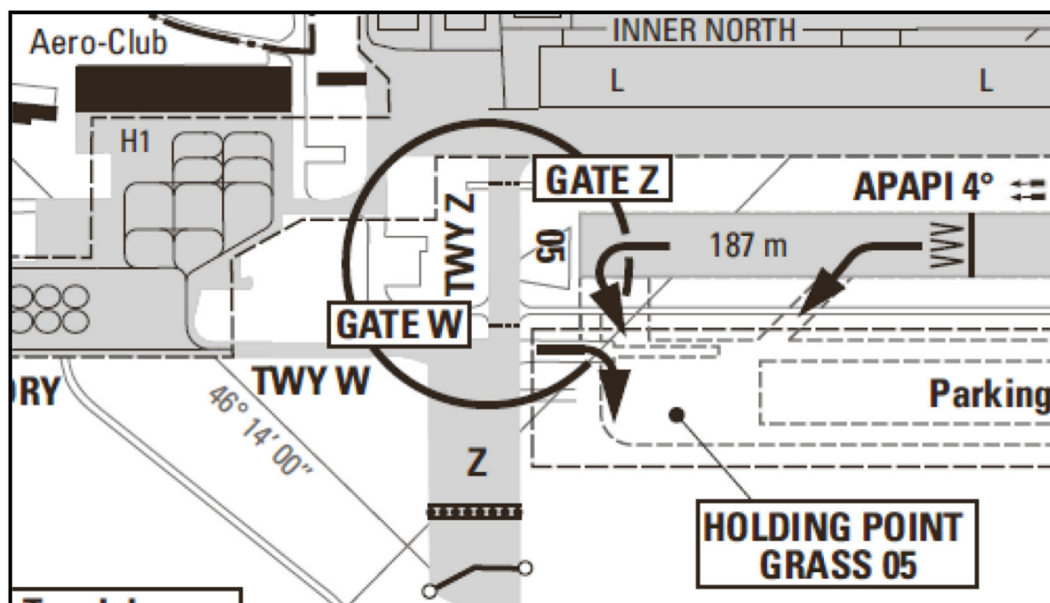


Figure 3 : voie Z vs mouvements de la piste en herbe, source : Jeppesen

#### 1.10.1.1.4 Points chauds

« ATMM Geneva TWR/APP TWR, K.8 LSGG Hot Spots »

Les points chauds sont introduits et décrits en référence à l'AIP suisse, c'est-à-dire comme points destinés à attirer l'attention des pilotes.

Pour les points chauds situés sur l'aire nord, il est uniquement mentionné qu'ils attirent l'attention des équipages de conduite sur la proximité de voies de circulation situées sous la trajectoire finale ou sous les axes de décollage de la piste en herbe.

### 1.11 Renseignements supplémentaires

#### 1.11.1 Roulement au décollage de l'Airbus A320

Le roulement au décollage est divisé en deux segments situés en deçà et au-delà de la vitesse de 100 kt, annoncée par le pilote assistant (*pilot monitoring* – PM) et déterminante pour le commandant de bord quant à la décision d'interrompre le décollage.

En dessous de cette valeur, l'avion se trouve dans le segment considéré de « faible vitesse » et une interruption de décollage constitue une manœuvre jugée comme peu risquée. Au-dessus de 100 kt, l'avion passe dans le segment « haute vitesse » et une telle décision peut potentiellement présenter plus de risques, dont la sévérité des conséquences augmente avec la vitesse ; les énergies en jeu sont élevées, le freinage et le maintien de l'avion sur l'axe de piste sont plus difficiles à maîtriser. Des dépassements ou sorties de piste surviennent principalement lors de décollages interrompus à haute vitesse.

Les statistiques et l'expérience ont montré qu'au-delà de 100 kt, la solution la plus sûre pour l'équipages de conduite est de poursuivre le décollage à moins que ne surviennent un dysfonctionnement ou un événement grave.

#### 1.11.2 Barres d'arrêt

Au chapitre « 5.3.19 Barres d'arrêt » du volume I de l'Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, intitulé « Aérodrome - Conception et exploitation technique des aérodromes », la note 2 stipule : « Les incursions sur piste peuvent survenir quelques soient les conditions météorologiques ou de

visibilité. La fourniture de barres d'arrêt aux points d'attente avant piste, et leur utilisation de nuit et avec une portée visuelle de piste supérieure à 550 m, peuvent faire partie des mesures visant à prévenir les incursions sur piste. ». Lors du symposium mondial de la sécurité des pistes tenu au siège de l'OACI du 24 au 26 mai 2011, l'utilisation des barres d'arrêt conformément à l'Annexe 14 a été encouragée, même en cas de bonne visibilité.

### 1.11.3 Filet de sauvegarde RIMCAS

L'aéroport de Genève est équipé du filet de sauvegarde RIMCAS qui, dans un volume constitué par la trajectoire d'approche et les aires de protection de la piste, détecte les situations de conflits possibles entre les aéronefs en vol, et les véhicules et aéronefs évoluant sur la piste et ses environs. Il fonctionne à l'aide d'informations fournies par le système SAMAX. Le paramétrage et le fonctionnement du système sont fonction de la procédure d'exploitation en vigueur, à savoir par faible ou bonne visibilité.

Aux positions de contrôle ADC et GND, l'incident grave a généré une alerte indiquant une situation critique pouvant nécessiter une action de contrôle corrective immédiate, symbolisée par l'illumination en rouge des étiquettes radar de EIN68N et de N990FV et de l'émission de l'alarme parlée « RIMCAS ».

Elle a débuté à 08:46:59 UTC, alors que EIN68N était en course pour le décollage à la vitesse sol de 77 kt et à 675 m de l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05. N990FV se trouvait à ce moment à environ 12 m en aval du point d'attente avant piste CAT I Z et circulait à 12 kt. Elle prit fin à 08:47:10 UTC, EIN68N ayant la vitesse sol de 126 kt et se trouvant à la distance d'environ 60 m de N990FV qui circulait à 5 kt en phase de décélération.



Figure 4 : alarmes parlées « RIMCAS »

## 1.11.4 Vitesses de N990FV après le point d'attente avant piste CAT I Z



Figure 5 : vitesses de N990FV

N990FV s'est arrêté à environ 15 m du bord de la piste en béton 05.

## 1.11.5 La méthode d'analyse systémique de Reason

La méthode systémique de James Reason<sup>14</sup> permet de déterminer comment l'humain peut perturber de manière significative un système complexe, en l'occurrence dans le cas de l'incident grave, celui constitué par les éléments aéroport - contrôle aérien – conduite de vol, interactif et protégé par des règles et normes strictes, rigoureuses et du matériel de surveillance élaboré.

Elle distingue deux types de défaillances suivant l'imminence de leurs conséquences.

- La défaillance latente, générée par une ou plusieurs décisions ou mesures prises longtemps avant l'incident et dont les conséquences peuvent prendre beaucoup de temps à se manifester. Ces défaillances proviennent de décisions ou mesures inappropriées prises par des personnes éloignées dans le temps et l'espace de l'évènement (« décideurs et gestionnaires d'exploitations » au sens de Reason) ; elles ne sont pas néfastes prises isolément mais peuvent par contre agir ensemble pour créer un cadre favorable dans lequel, par exemple, un pilote ou un contrôleur de la circulation aérienne provoque une défaillance active qui contourne toutes les défenses du système et entraîne un incident.
- La défaillance active, constituée par une erreur ou une infraction qui entraîne des effets néfastes immédiats ; elle est généralement imputable aux

<sup>14</sup> L'explication détaillée de cette méthode sort du cadre de l'enquête mais le lecteur intéressé pourra se référer à l'ouvrage de James Reason intitulé *Human error* (1990)

intervenants directs (pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne dans le cas de l'incident grave).

#### 1.11.6 Dépositions et déclarations

##### 1.11.6.1 Dépositions des pilotes de N990FV

Pour les besoins de l'enquête, le commandant de bord et le copilote de N990FV ont été entendus par le bureau d'enquête des Etats Unis (*National Transportation Safety Board – NTSB*)

Les deux pilotes ont déclaré avoir eu des difficultés à comprendre le contrôleur de la circulation aérienne en raison de son accent prononcé en anglais. Le commandant de bord a indiqué à plusieurs reprises que les conversations radiotéléphoniques étaient confuses ; le terme « holding bay » lui était inconnu.

Ils ont expliqué qu'un nouveau départ normalisé aux instruments leur avait été assigné pendant la circulation au sol. Le commandant de bord a précisé qu'un tel changement, alors qu'ils roulaient près d'une aire active telle que celle constituée par la portion de la voie de circulation Z, située sous la trajectoire finale de la piste en herbe 05, constituait un défi.

Le commandant de bord s'est rappelé avoir été autorisé à traverser la piste 05 après avoir entendu l'immatriculation de l'avion qui atterrissait sur la piste en herbe.

Le copilote a déclaré qu'au moment de l'incident grave, il ne regardait pas à l'extérieur car il était occupé à trouver le nouveau départ normalisé.

Le commandant se rappelle avoir identifié le point d'attente avant piste CAT I Z mais n'a pas vu les feux de protection de piste *Wig-Wag*.

##### 1.11.6.2 Déclaration du commandant de bord de EIN68N

Dans l'ASR (*Air Safety Report*) qu'il a rempli à l'occasion de l'incident grave, le commandant de bord de EIN68N a décrit N990FV comme étant un grand monomoteur blanc à pistons. Il l'a vu et signalé au copilote alors que leur avion passait la vitesse de 100 kt.

##### 1.11.6.3 Déposition du contrôleur GND

Le contrôleur GND a déclaré que les pilotes collationnent rarement les autorisations en entier et que dès lors, il trouvait normal que l'équipage de conduite de N990FV n'eût jamais collationné la limite « *Holding bay Z* ».

Il se souvient avoir entendu l'alarme parlée « RIMCAS » mais ce n'est pas elle qui a attiré son attention sur l'incursion sur piste de N990FV.

Il connaît le point chaud sur la voie de circulation Z et considère que c'est avant tout une information destinée aux pilotes.

#### 1.11.7 Recommandation de sécurité n°358

A plusieurs reprises des incursions sur piste 23-05 ont eu lieu. Elles ont fait l'objet de rapports d'enquêtes concluant à la recommandation de sécurité suivante :

##### Recommandation de sécurité n°358

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait exiger que toutes les intersections et débuts de piste soient équipées de barres d'arrêt et que celles-ci soient activées par n'importe quelles conditions météorologiques pendant les heures d'activité de l'aéroport.

## 2 Analyse

### 2.1 Aspects techniques

#### 2.1.1 Alarmes RIMCAS

Sur la voie de circulation Z, en condition d'exploitation par bonne visibilité l'aire protégée de la piste est délimitée par le point d'attente avant piste CAT I. Lorsque son franchissement provoque une incursion sur piste, il conviendrait que l'alarme RIMCAS soit émise à cet instant. Dans le cas de l'incident grave, elle l'aurait alors été 3 secondes plus tôt, alors que la vitesse de EIN68N était de 15 kt inférieure.

L'alarme parlée « RIMCAS » a signalé l'incursion sur piste de N990FV mais n'a néanmoins pas attiré l'attention des contrôleurs GND et ADC qui géraient des situations de trafic ordinaires ; le système RIMCAS n'a donc pas joué son rôle de filet de sauvegarde. Ceci est expliqué par le fait qu'il est mieux adapté aux procédures d'exploitation par faible visibilité, au cours desquelles les contrôleurs gèrent leur trafic essentiellement sur des écrans radar. En plus d'être parlées, les alarmes RIMCAS signalant le rapprochement critique de deux mobiles y sont symbolisées par l'illumination en rouge de leur étiquette radar.

#### 2.1.2 Point d'attente avant piste CAT I Z

A l'approche de la piste 05, les voies de circulation G, Z, Y et A s'élargissent en plateforme d'attente, et c'est pour permettre la gestion optimale des flux d'entrées de piste que leurs barres d'arrêt aux points d'attente avant piste Cat II ne sont pas en permanence allumées. Sur la voie de circulation Z, l'accès à la piste en béton 05 n'est donc pas par défaut barré par les feux dont la couleur rouge désigne pour les pilotes une frontière absolue à ne pas franchir. Le risque d'incursion sur piste y est identifié et était d'ailleurs indiqué antérieurement par un point chaud sur les cartes d'aérodrome.

Les barres d'arrêt situées au sud de la piste en béton sont en permanence allumées pour prévenir l'engagement par erreur sur ces bretelles de voie de circulation et les incursions sur piste ; la même procédure devrait dès lors être appliquée au nord de la piste. Si ce n'est pas le cas pour des raisons de fluidité de trafic, l'installation d'une barre d'arrêt au point d'attente avant piste Cat I Z devrait être entreprise conformément aux mesures stipulées dans le chapitre « 5.3.19 Barres d'arrêt » du volume I de l'Annexe 14 de l'OACI.

L'incident grave qui fait l'objet de ce rapport révèle qu'une incursion sur piste au niveau de la voie de circulation Z reste suffisamment probable pour que des mesures de prévention soient prises. L'installation d'une barre d'arrêt et l'établissement d'un point chaud à cet endroit en constituent deux.

### 2.2 Facteurs humains et opérationnels

#### 2.2.1 Aspects relatifs au contrôle aérien

##### 2.2.1.1 Le contrôleur sol GND

Entre le moment où l'autorisation de circulation a été demandée par le copilote de N990FV et la survenue de l'incident grave, plusieurs faits révèlent que la vigilance du contrôleur GND a été relâchée :

- Il a accepté que le collationnement de l'autorisation de circulation donnée à N990FV à 08:41:29 UTC, n'ait pas compris la limite d'autorisation « *holding bay Z* » ;
- Il n'a pas remarqué que N990FV avait quitté son poste de stationnement par la gauche vers une voie sans issue ;

- Il n'a pas perçu que la phraséologie hésitante et peu précise des pilotes de N990FV pouvait être un signe révélateur d'une mauvaise acclimatation à la circulation sur l'aire de trafic nord de l'aéroport ;
- Il n'a pas anticipé que l'avion léger en approche finale pour la piste en herbe 05 en direction du point chaud mentionné dans l'AIP, constituait un élément perturbateur pour les pilotes de N990FV, les amenant à s'arrêter à la Gate Z ;
- à l'approche du point d'attente avant piste CAT I Z, il n'a pas vérifié si son instruction approximative « *N990FV here right...* » avait été suivie par l'équipage de conduite de N990FV.

Si ce manque d'attention est resté sans conséquence tant que N990FV était le seul aéronef à circuler sur l'aire de trafic nord, il a en revanche joué un rôle significatif dans le développement du risque d'abordage alors que l'avion s'approchait de la piste 05 en béton en service.

#### 2.2.1.2 Le contrôleur d'aérodrome ADC

Le contrôleur ADC prend conscience de l'incursion sur piste de façon inattendue : N990FV apparaît et pénètre de manière soudaine dans un trafic qu'il suit et dont il connaît ou perçoit les vitesses. Lancé dans sa course au sol pour le décollage, EIN68N devient dans ces circonstances sa base de référence dans le rapprochement avec N990FV. Le contrôleur ADC n'a pas le temps d'évaluer et d'intégrer la vitesse de ce dernier dans le déroulement du conflit. En outre, la tour de contrôle est située presque en face de la voie de circulation Z, ce qui rend difficile l'évaluation des vitesses des aéronefs qui y circulent. Au moment où le contrôleur GND ordonne à N990FV de s'arrêter sur place, ce dernier circule à 9 kt.

C'est donc manifestement sous l'effet de la surprise que le contrôleur ADC signale le danger à l'équipage de conduite de EIN68N et spontanément comment s'en écarter. L'intrus ralentit à ce moment à environ  $1 \text{ kt/s}^2$ , ce qui signifie qu'il s'arrêtera en une dizaine de secondes. En toute rigueur, la première réaction du contrôleur ADC aurait dû être d'ordonner l'interruption du décollage de EIN68N afin de diminuer les énergies cinétiques en cas d'abordage. L'enregistrement des télécommunications radiotéléphoniques révèle cependant que l'instruction donnée a consisté d'abord à alerter EIN68N par le terme « *caution* » et d'indiquer ensuite d'aller à droite « *proceed to the right* » pour éviter le danger constitué par l'incursion sur piste « *traffic is interfering on runway* ».

Dans sa déposition, le contrôleur ADC a manifesté sa préoccupation quant au risque d'abordage qu'aurait signifié d'ordonner à EIN68N d'interrompre sa course.

En signalant le danger, il a en fait transféré directement et sans la retarder par un ordre, la décision de poursuivre ou d'interrompre le décollage à son commandant de bord ; d'ajouter « d'aller à droite » est expliqué par le réflexe de vouloir écarter du danger l'avion qu'il contrôle.

#### 2.2.2 Aspects relatifs à la conduite de vol

##### 2.2.2.1 Equipage de conduite du vol N990FV

Plusieurs éléments extérieurs ont pu contribuer à perturber la conscience situationnelle des pilotes de N990FV, mais ces derniers ont néanmoins failli au respect des règles de base de la circulation au sol qui sont établies pour prévenir les incidents. Ils n'ont pas fait usage de la phraséologie réglementaire, qui conditionne l'efficacité des communications radiotéléphoniques et qui limite les risques d'incompréhension. Les collationnements de la limite d'autorisation « *holding bay Z* » et « *holding bay* » n'ont jamais été effectués. De même, si N990FV avait été autorisé à traverser la piste en béton 05, le collationnement d'une telle autorisation aurait été obligatoire. Les enregistrements des communications



radiotéléphoniques ne font pas état de cette autorisation, ni de son collationnement.

Il est possible que les pilotes de N990FV aient cru que le départ normalisé aux instruments MOLUS 3N communiqué à BEL872 leur était adressé : « *Roger BEL872, expect route MOLUS 3N and I will call you back in a few minutes, unable yet to activate your flight plan.* » Le fait qu'il s'agissait d'une clairance de départ pendant que le contrôleur GND devait encore confirmer peu après, a pu les induire en erreur. Cependant, la réponse « *MOLUS 3N* » de BEL872 aurait dû leur faire prendre conscience de leur confusion.

D'autre part, les marques et les feux de protection de piste de point d'attente avant piste CAT I Z sont identiques à ceux qui sont d'usage aux Etats-Unis d'Amérique. Ils constituent donc une signalisation d'entrée de piste que les pilotes de N990FV ne pouvaient ignorer.

Même s'il s'est écoulé près d'un quart d'heure entre la délivrance de la clairance de départ et la demande de roulage, la préparation de la circulation au sol semble avoir été lacunaire : la carte d'aérodrome « JEPPESEN 10-9B » de Genève donne certes peu de détails sur les cheminements sur l'aire de trafic nord, mais la voie sans issue empruntée pour sortir du poste de stationnement y est indiquée. Le détour ainsi effectué a probablement fait augmenter l'état de stress chez les pilotes déjà urgés par un créneau de décollage.

Le commandant de bord a déclaré avoir relevé la présence du point chaud sur la voie de circulation Z ; ce dernier attire l'attention sur l'élément perturbateur que peut constituer la proximité de trajectoire finale de la piste en herbe. A l'époque de l'incident grave, le danger d'incursion sur piste en fin de voie de circulation Z n'était pas signalé sur les cartes d'aérodrome. Il est possible que si toutefois ils l'ont vraiment identifié, les pilotes aient perçu le point chaud comme le seul verrou de franchissement de la piste 05 en béton, qui s'est ouvert après le passage de l'avion léger. Prendre la liberté de lier ce dernier à une autorisation de traverser ne répond à aucune règle de circulation au sol.

#### 2.2.2.2 Equipage de conduite du vol EIN68N

Le message de mise en garde du contrôleur ADC « *Shamrock Six Eight November, caution, ?????, proceed to the right, traffic is interfering on runway.* » a duré 4 secondes pendant lesquelles l'Airbus A320 EIN68N a accéléré de 106 à 122 kt. L'avion se trouvait par conséquent dans le segment « haute vitesse » où les pilotes ne disposent que de très peu de temps pour décider de poursuivre ou d'interrompre le décollage. A la vitesse de décision<sup>15</sup>, ce temps est réduit à une seconde (*Recognition time*) et ils sont pour cette raison entraînés à réagir principalement de manière conditionnée en n'interrompant le départ que pour des alarmes non inhibées signalant un dysfonctionnement grave.

Le problème posé par l'incursion sur piste de N990FV n'admettait cependant pas une solution aussi binaire : tout en pilotant l'avion, le commandant de bord a dû très vite acquérir visuellement l'intrus, percevoir sa vitesse, l'intégrer par rapport à celle de son avion et, en fonction de ces éléments, juger du risque d'abordage. En même temps était émis le message de mise en garde du contrôleur ADC et 2 secondes après son terme, les avions conflictuels se croisaient.

Dans un déroulement d'évènements aussi rapide et chargé, même en évoluant perpendiculairement à N990FV, l'intégration de la vitesse de l'intrus, à savoir présumer sa position dans les secondes qui suivent, constitue un processus

---

<sup>15</sup> Vitesse de décision V1: vitesse maximale à laquelle l'équipage de conduite peut décider d'interrompre le décollage en ayant la garantie que l'avion restera dans les limites de la piste.

cognitif très complexe. Au moment où le commandant de bord a vu l'intrus (100 kt), ce dernier lui paraissait se déplacer lentement ; les données radar révèlent qu'il avançait à 10 kt, en décélération et qu'il s'est arrêté (brusquement selon les déclarations de son commandant de bord) à 1 seconde du croisement.

## 2.3 Enchaînement causal ayant mené à l'incident grave

L'incident grave a découlé d'actions effectuées par des pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne qui visaient à accomplir leur tâche de manière professionnelle à leurs yeux, mais dans des conditions qui ont été propices à ce moment précis à l'interaction de lacunes et de défaillances présentes dans le système complexe aéroport - contrôle aérien - conduite de vol. Ce système convient donc d'être considéré dans son ensemble, et ses composants qui se sont combinés pour causer l'incident grave sont dans ce rapport identifiés suivant la méthode systémique de James Reason.

### 2.3.1 Défaillances latentes

Dans l'enchaînement causal ayant mené à l'incident grave, au-delà du manque de vigilance des pilotes de N990FV et du contrôleur GND, l'enquête a identifié 3 défaillances latentes, dans les niveaux de l'organisation du système suivants : la conception et l'aménagement de l'aéroport, l'identification des points chauds sur la voie de circulation Z, les procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne.

#### 2.3.1.1 Conception et aménagement de l'aéroport

De par son aménagement, l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05 constitue un endroit à risque d'incursion sur piste. Elle est signalée uniquement par des feux de protection de piste Wig-Wag, ne représentant pas un obstacle de même importance que celui matérialisé par une barre d'arrêt. L'endroit était d'ailleurs antérieurement identifié comme un point chaud avec une mention attirant l'attention des pilotes sur le défaut de balisage lumineux rouge. Il y était également spécifié que le franchissement ne pouvait se faire sans autorisation explicite de pénétrer sur la piste.

#### 2.3.1.2 Point chaud sur la voie de circulation Z

Pour accéder de l'aire de trafic nord à la piste en béton 05, les aéronefs doivent emprunter l'une des deux voies de circulation Y ou Z qui présentent la particularité de passer sous la trajectoire finale de la piste en herbe 23 - 05. Sur ces deux voies, les pilotes peu habitués à l'aéroport de Genève peuvent être troublés par le trajet des avions légers en courte finale pour la piste en herbe, qu'ils jugeraient conflictuel avec le leur. Le point chaud qui signale cette particularité peut monopoliser l'attention des pilotes et amenuiser leur perception du risque d'incursion sur piste 05 en béton au niveau de l'intersection avec la voie de circulation Z.

Dans ces circonstances, le panneau indicateur « GATE Z » situé dans le coin en bordure de l'intersection des voies de circulation Y et Z, peut être interprété par les équipages de conduite comme une limite conditionnant la poursuite de la circulation en fonction d'un trafic VFR en trajectoire finale en direction de la piste en herbe 05. Si l'avance d'un avion n'est ensuite pas bornée par des instructions claires données et collationnées suivant la phraséologie réglementaire, le risque d'incursion sur piste en béton 05 au niveau de l'intersection avec la voie de circulation Z n'est pas négligeable.

### 2.3.1.3 Procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne

Lors de la délivrance d'une autorisation de départ puis de circulation au sol, il n'est pas explicitement spécifié dans les manuels de la circulation aérienne ainsi que dans la documentation à disposition des pilotes, que l'information concernant l'endroit où le décollage est prévu (début de piste, intersection de piste) soit communiqué par le contrôleur ou les équipages de conduite. Il est en général admis par les contrôleurs que lorsque la piste 05 est en service, un aéronef venant de l'aire de trafic nord est supposé décoller au niveau de l'intersection avec la voie de circulation Z.

Lorsqu'il autorise un aéronef à circuler vers des points d'attente CAT I, Cat II ou une plateforme d'attente située à l'entrée d'une piste en service, le contrôleur GND n'est pas tenu de systématiquement préciser aux pilotes qu'ils doivent attendre à l'écart de cette piste à l'aide de l'instruction « *Hold short of runway (position)* ».

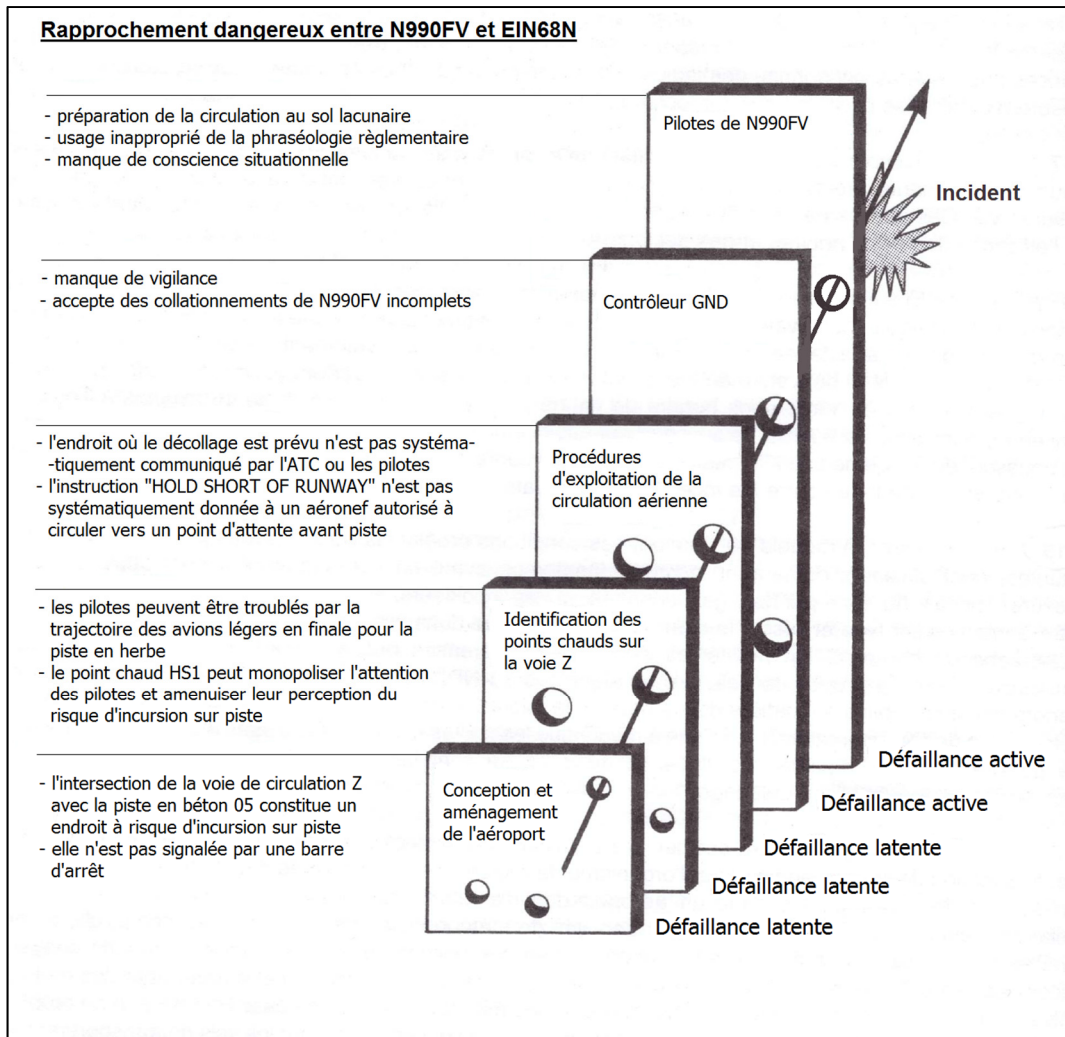
Malgré ces deux défauts présentant un risque d'incursion sur piste en béton 05 au niveau de la voie de circulation Z, la référence aux points chauds dans les procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne ne fait pas mention à une attention spéciale que les contrôleurs devraient accorder à ces endroits.

### 2.3.2 Défaillances actives

Les intervenants directs impliqués dans l'incidents graves sont constitués par les deux paires : contrôleur GND - équipage de conduite de N990FV et contrôleur ADC - équipage de conduite de EIN68N. Si la première est impliquée dans l'origine et le déroulement du conflit, la seconde en a par contre subi les effets et tenter de les atténuer.

Le manque de vigilance du contrôleur GND avec en particulier le défaut de vérification de l'exécution de l'ordre « *N990FV here right...* » constitue une défaillance active.

Au niveau de la conduite de vol, le manque de conscience situationnelle de l'équipage de conduite de N990FV ayant conduit au franchissement sans autorisation du point d'attente avant piste CAT I Z, constitue une défaillance active.



**Figure 6 :** enchaînement causal ayant mené à l'incident grave, source OACI, modifié par le SESE.

### 3 Conclusions

#### 3.1 Faits établis

##### 3.1.1 Aspects techniques

- Le point d'attente avant piste Cat I Z n'est pas pourvu d'une barre d'arrêt.
- Le risque d'incursion sur piste 05 béton sur la voie de circulation Z n'est pas identifié par un point chaud.
- L'alarme RIMCAS a été émise alors que le C550 N990FV avait dépassé d'environ 12 m le point d'attente avant piste CAT I Z.

##### 3.1.2 Equipages de conduite

- Les pilotes des vols EIN68N et N990FV détenaient les licences et qualifications nécessaires pour la conduite du vol conformément aux règlements en vigueur.
- Le commandant de bord de N990FV a indiqué que le terme « holding bay » lui était inconnu.
- Le copilote de N990FV a déclaré qu'au moment de l'incident grave, il ne regardait pas à l'extérieur car il était occupé à trouver le nouveau départ normalisé.
- Le commandant de bord de N990FV se rappelle avoir identifié le point d'attente avant piste CAT I Z mais n'a pas vu les feux de protection de piste Wig-Wag.

##### 3.1.3 Contrôle aérien

- Les contrôleurs de la circulation aérienne impliqués dans l'incident grave détenaient les licences et qualifications conformément aux règlements en vigueur.
- Le contrôleur GND a jugé la charge et la complexité du travail comme « normales » dans son secteur.
- Le contrôleur ADC a jugé la charge et la complexité du travail comme moyennes à fortes dans son secteur.
- Le contrôleur GND se souvient avoir entendu l'alarme parlée « RIMCAS » mais ce n'est pas elle qui a attiré son attention sur l'incursion sur piste de N990FV.
- Le contrôleur ADC n'a pas entendu l'alarme RIMCAS.
- Les procédures d'exploitation ne spécifient pas de donner systématiquement l'instruction « *hold short of runway* » lorsqu'un aéronef est autorisé à circuler vers un point d'attente avant piste.

##### 3.1.4 Déroulement de l'incident grave

- Les deux aéronefs impliqués dans l'incident grave suivaient les règles de vol aux instruments et étaient en contact radiotéléphonique avec deux secteurs différents de la tour de contrôle (TWR) de Genève.
- Le commandant de bord de N990FV prévoyait de décoller du début de la piste en béton 05.
- Le contrôleur GND avait présumé que N990FV décollerait de l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05.
- Sous la pression d'un créneau de décollage, les pilotes de N990FV ont commencé à circuler alors qu'ils n'avaient pas achevé la totalité de la préparation de vol.

- Voyant un avion léger en approche finale pour la piste en herbe 05, les pilotes de N990FV se sont arrêtés à la hauteur du panneau indicateur d'intersection de voies de circulation « GATE Z ».
- Alors que N990FV approchait de la plateforme d'attente Z, à 08:46:31 UTC le contrôleur GND lui a indiqué : « *November Nine Nine Zero Foxtrot Victor, here right and contact tower on one one eight decimal seven, goodbye.* »
- A 08:46:56 UTC, N990FV franchit les marques de point d'attente avant piste CAT I Z et se rapproche de la piste en béton 05.
- A 08:46:59 UTC, le filet de sauvegarde RIMCAS signale un rapprochement critique sur la piste, en émettant l'alarme parlée « *RIMCAS* ».
- A 08:47:02 UTC le contrôleur GND ordonne à N990FV de s'arrêter sur place : « *hold position here !* ».
- A 08 :47 :05 UTC, le contrôleur ADC informe EIN68N de l'incursion sur piste par les termes : « *Shamrock Six Eight November, caution, ??????, proceed to the right, traffic is interfering on runway* ». EIN68N et N990FV ont alors les vitesses de 106 kt et 9 kt respectivement.
- Le commandant de bord de N990FV a freiné brusquement et a immobilisé son avion à environ 15 m du bord de la piste en béton 05 car il a vu l'Airbus A320 EIN68N dans sa course au décollage.
- Le commandant de bord de EIN68N a effectué une très légère manœuvre d'évitement vers la droite, puis est revenu sur l'axe de piste et a décollé normalement.
- A 08:47:10 UTC l'alarme parlée « *RIMCAS* » prend fin.
- A 08:47:11 UTC EIN68N croise la voie de circulation Z et l'extrémité de son aile gauche passe à environ 24 m du nez du Cessna C525 N990FV.

### 3.1.5 Cadre environnemental

- Le temps était ensoleillé et le vent faible.

## 3.2 Causes

L'incident grave est dû au rapprochement dangereux entre un Airbus A320 en course pour le décollage sur la piste 05 et un Cessna C525 ayant franchi sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la voie de circulation Z.

Facteurs contributifs à l'incursion sur piste :

- défaut d'un point chaud signalant le danger d'incursion sur piste béton 05 au niveau de la voie de circulation Z ;
- manque de conscience situationnelle de l'équipage de conduite de N990FV ;
- manque de vigilance du contrôleur GND ;
- défaut de barre d'arrêt au point d'attente avant piste CAT I sur la voie de circulation Z ;
- procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne non adaptées au risque d'incursion sur piste pour les aéronefs venant de l'aire de trafic nord.

## 4 Recommandations de sécurité, avis concernant la sécurité et mesures prises après l'incident grave

Selon l'Annexe 13 de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) et l'art. 17 du règlement (UE) n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile et abrogeant la directive 94/56/CE, toutes les recommandations de sécurité formulées dans le présent rapport sont adressées aux autorités de surveillance de l'État concerné qui peuvent choisir de les appliquer en tout ou partie. Cependant, toutes les organisations, entreprises et personnes sont invitées à améliorer la sécurité aérienne conformément aux objectifs poursuivis par les recommandations de sécurité.

Concernant les recommandations de sécurité, la législation suisse prévoit dans l'ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports (OEIT) la réglementation suivante :

*« Art. 48 Recommandations en matière de sécurité*

*<sup>1</sup> Le SESE adresse les recommandations en matière de sécurité à l'office fédéral compétent et en informe le département compétent. En cas de problèmes de sécurité urgents, il informe immédiatement le département compétent. Il peut donner son avis sur les rapports de mise en œuvre de l'office fédéral à l'attention du département compétent.*

*<sup>2</sup> Les offices fédéraux informent périodiquement le SESE et le département compétent de la mise en œuvre des recommandations ou des raisons pour lesquelles ils ont renoncé aux mesures.*

*<sup>3</sup> Le département compétent peut adresser des mandats de mise en œuvre à l'office fédéral compétent. »*

Le SESE publie les réponses de l'office fédéral compétent ou des autorités de surveillance étrangères sur son site ([www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch)), offrant de la sorte un aperçu quant au degré de mise en œuvre de la recommandation de sécurité correspondante.

### 4.1 Recommandations de sécurité

#### 4.1.1 Point d'attente avant piste CAT I Z

##### 4.1.1.1 Déficit de sécurité

Autorisé à circuler vers la plate-forme d'attente de circulation Z, l'équipage de conduite d'un Cessna Citation C525 franchit sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la piste en béton 05. L'avion s'arrête à environ 15 m du bord de la piste et rentre en conflit de rapprochement avec un Airbus A320 en roulement au décollage.

Sur la voie de circulation Z, le point d'attente avant piste CAT I n'est pas entravé par une barre d'arrêt dont les feux de couleur rouge désignent pour les pilotes une frontière absolue à ne pas franchir. Le risque d'incursion sur piste y est identifié et était d'ailleurs indiqué antérieurement par un point chaud sur les cartes d'aérodrome. A plusieurs reprises, des incursions sur piste 23-05 ont eu lieu et ont fait l'objet de la recommandation de sécurité n°358.

Au chapitre « 5.3.19 Barres d'arrêt » du volume I de l'Annexe 14 à la Convention relative à l'aviation civile internationale, intitulé « Aérodrome - Conception et exploitation technique des aérodromes », la note 2 stipule : « *Les incursions sur piste peuvent survenir quelques soient les conditions météorologiques ou de visibilité. La fourniture de barres d'arrêt aux points d'attente avant piste, et leur utilisation de nuit et avec une portée visuelle de piste supérieure à 550 m, peuvent*

*faire partie des mesures visant à prévenir les incursions sur piste.* ». Lors du symposium mondial de la sécurité des pistes tenu au siège de l'OACI du 24 au 26 mai 2011, l'utilisation des barres d'arrêt conformément à l'Annexe 14 a été encouragée, même en cas de bonne visibilité.

Les incidents graves qui ont motivé la recommandation de sécurité n°358 ainsi que celui qui fait l'objet de ce rapport révèlent qu'une incursion sur piste au niveau de la voie de circulation Z reste suffisamment probable pour que des mesures de prévention soient prises. L'installation d'une barre d'arrêt en constitue une.

#### 4.1.1.2 Recommandation de sécurité n° 358

Le SESE a émis la recommandation n°358 qui concerne le déficit de sécurité mentionné ci-dessus et par conséquent renonce à la formulation d'une recommandation de sécurité couvrant le même thème.

#### 4.1.2 Intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05

##### 4.1.2.1 Déficit de sécurité

Autorisé à circuler vers la plate-forme d'attente de circulation Z, l'équipage de conduite d'un Cessna Citation C525 franchit sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la piste en béton 05. L'avion s'arrête à environ 15 m du bord de la piste et rentre en conflit de rapprochement avec un Airbus A320 en roulement au décollage.

L'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05 est identifiée comme un endroit à risque d'incursion sur piste. Afin d'attirer l'attention des pilotes, elle était antérieurement indiquée sur les cartes d'aérodrome par un point chaud.

L'incident grave qui fait l'objet de ce rapport révèle qu'une incursion sur piste au niveau de la voie de circulation Z reste suffisamment probable pour que des mesures de prévention soient prises.

##### 4.1.2.2 Recommandation de sécurité n° 549

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait veiller à ce que le risque d'incursion sur piste à l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05 soit signalé sur les cartes d'aérodrome.

#### 4.1.3 Procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne

##### 4.1.3.1 Déficit de sécurité

Autorisé à circuler vers la plate-forme d'attente de circulation Z, l'équipage de conduite d'un Cessna Citation C525 franchit sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la piste en béton 05. L'avion s'arrête à environ 15 m du bord de la piste et entre en conflit de rapprochement avec un Airbus A320 en roulement au décollage.

L'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05 est identifiée comme un endroit à risque d'incursion sur piste. Lorsqu'il autorise un aéronef à circuler vers les points d'attente CAT I, Cat II ou la plateforme d'attente Z, le contrôleur GND devrait donc être tenu de systématiquement préciser à ses pilotes qu'ils doivent attendre à l'écart de cette piste à l'aide de l'instruction « *hold short of runway (position)* ».

##### 4.1.3.2 Recommandation de sécurité n° 550

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait veiller à ce que les procédures d'exploitation du contrôle de la circulation aérienne soient adaptées au risque



d'incursion sur piste identifié à l'intersection de la voie de circulation Z avec la piste en béton 05.

#### 4.1.4 Filet de sauvegarde RIMCAS

##### 4.1.4.1 Déficit de sécurité

Autorisé à circuler vers la plate-forme d'attente de circulation Z, l'équipage de conduite d'un Cessna Citation C525 franchit sans autorisation le point d'attente avant piste CAT I de la piste en béton 05. L'avion s'arrête à environ 15 m du bord de la piste et entre en conflit de rapprochement avec un Airbus A320 en roulement au décollage.

Sur la voie de circulation Z, en condition d'exploitation par bonne visibilité l'aire protégée de la piste est délimitée par le point d'attente avant piste CAT I. L'alarme RIMCAS a été émise alors que le Cessna 525 avait dépassé ce point de 12 m environ.

L'alarme parlée « RIMCAS » a signalé l'incursion sur piste mais n'a néanmoins pas attiré l'attention des contrôleurs GND et ADC qui géraient des situations de trafic ordinaires ; le système RIMCAS n'a donc pas joué son rôle de filet de sauvegarde.

##### 4.1.4.2 Recommandation de sécurité n° 551

L'Office fédéral de l'aviation civile devrait veiller à ce que le filet de sauvegarde RIMCAS soit paramétré de manière à ce qu'il émette une alarme perceptible par conditions météorologiques autres que de visibilité réduite.

## 4.2 Avis concernant la sécurité

Aucun

## 4.3 Mesures prises après l'incident grave

Les mesures prises et dont le SESE a connaissance sont décrites ci-après sans autre commentaire.

##### 4.3.1 Filet de sauvegarde RIMCAS

Le 2 novembre 2016 Skyguide a modifié les paramètres du filet de sauvegarde RIMCAS de manière à ce qu'une alarme soit émise lorsqu'un mobile franchit le point d'attente avant piste CAT I Z.

Ce rapport final a été approuvé par la commission du Service suisse d'enquête de sécurité SESE (art. 10 lit. h de l'Ordonnance sur les enquêtes de sécurité en cas d'incident dans le domaine des transports du 17 décembre 2014).

Berne, 14 janvier 2020

Service suisse d'enquête de sécurité