

ENNA École nationale d'aviation technique



Les balises de détresse

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Avant de débuter le cours ...



© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Présentation du cours



- Introduction.
- Le système COSPAS-SARSAT.
- Les types de balises de détresse.
- Les fréquences utilisées.
- Identification de l'aéronef.
- Déclenchement.
- Les antennes.
- Installation, inspection et tests.
- Règlementation au Canada.
- L'accident du Boeing 787 à Heathrow.
- L'accident du R44 au lac Valtrière.
- GADSS.
- Autres dispositifs.
- Conclusions.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Introduction

- Une balise de détresse est un émetteur autonome envoyant un signal de détresse en cas d'impact violent.



© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Le système COSPAS-SARSAT

- Le Programme **COSPAS-SARSAT** fournit rapidement des alertes de détresse et des données de localisation précises et fiables afin que les autorités de recherche et sauvetage (SAR) puissent venir en aide aux personnes en détresse.
- Le système **COSPAS-SARSAT** est le successeur d'Argos.
- La première intervention opérationnelle du système **COSPAS-SARSAT** a eu lieu le 10 septembre 1982 suite à l'accident d'un avion léger au Canada.



© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Le système COSPAS-SARSAT

- « **COSPAS** » signifie « *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov* » (russe) et **SARSAT** veut dire « *Search and Rescue Satellite-Aided Tracking* » (anglais).
- Le système détecte les signaux émis par les types de balises de détresse suivantes :

✓ ERFB (<i>Emergency Position Indicating Radio Beacon</i>) : navires.	✓ ELT (<i>Emergency Locator Transmitter</i>) : avions.
✓ PLB (<i>Personal Locator Beacon</i>) : personnes au sol.	

- Les signaux peuvent être captés par deux sortes de satellites :

✓ LEOSTAR (<i>Low Earth Orbit</i>) : orbite terrestre basse.	✓ GEOSTAR : géostationnaire.
---	-------------------------------------

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Le système COSPAS-SARSAT

- « **COSPAS** » signifie « *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov* » (russe) et **SARSAT** veut dire « *Search and Rescue Satellite-Aided Tracking* » (anglais).
- Les signaux de détresse sont transmis par les satellites vers des stations de réception situées à terre (**LUT-Local User Terminal**).
- Au sol, les messages sont acheminés vers un centre de contrôle de mission (**MCC**).
- Le plus souvent, un MCC relaiera le message à un centre de coordination de sauvetage du pays concerné par l'accident (**RCC-Rescue-Coordination Centre**), mais il peut aussi le transférer à un autre MCC ou à un point de contact SAR.



© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Le système COSPAS-SARSAT

- Au **Canada**, il y a un **CMCC-Canadian Mission Control Center** situé à la **base militaire de Trenton, ON**.
- Il y a, ensuite, **trois JRCC-Joint Rescue Coordination Centers** opérés conjointement par l'**Aviation royale canadienne (ARC)** et la **Garde côtière** :

✓ JRCC Victoria, BC : en charge de la côte Pacifique, de la Colombie-Britannique et du Yukon. Le JRCC est établi à la BFC Esquimalt.	
✓ JRCC Trenton, ON : en charge du territoire allant de l'Alberta au Québec et ce quasi jusqu'au pôle nord. Le JRCC est établi à la BFC de Trenton tout comme le CMCC.	
✓ JRCC Halifax, NE : en charge de la côte Atlantique et de tout le territoire se situant à l'est du Québec.	

© Département d'aviation Document à des fins de formation

ENNA École nationale d'aviation technique

Les types de balises de détresse

- Les balises de détresse embarquées à bord d'aéronefs répondent à l'acronyme « **ELT** » qui signifie **Emergency Locator Transmitter**.
- L'**OACI** a défini plusieurs types d'**ELT** :

✓ Automatic Fixed ELT (ELT(AF)) : balise de détresse à déclenchement automatique installée en permanence à bord d'un aéronef.
✓ Automatic Portable ELT (ELT(AP)) : balise de détresse à déclenchement automatique installée en permanence à bord d'un aéronef, mais qui peut être détachée et fonctionner de façon autonome.
✓ Automatic Deployable ELT (ELT(AD)) : balise de détresse installée en permanence à bord d'un aéronef qui se déclenche et s'éjecte à l'impact. Elle peut aussi être déclenchée par des capteurs hydrostatiques et éjectée manuellement.
✓ Survival ELT (ELT(S)) : balise de détresse à bord d'un aéronef qui est facilement accessible en cas d'urgence, qui est déclenchée manuellement et qui peut fonctionner de façon autonome.

- On peut aussi trouver des **ELT « A » automatiques**, **« P » portables** ou **« W » activées par l'eau**.

© Département d'aviation Document à des fins de formation

Les types de balises de détresse

- Le plus souvent, les balises de détresse des petits aéronefs sont du type « automatique-portable » :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les types de balises de détresse

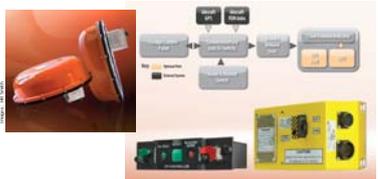
- Les aéronefs de transport commercial disposent, en général, d'une balise ELT de type « automatique-fixe » :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les types de balises de détresse

- Les aéronefs survolant de grandes étendues d'eau pourront avoir une balise du type « Automatic Deployable » :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les fréquences utilisées

Fréquences (système COSPAS-SARSAT) :

Balises à deux fréquences :

121,5 MHz et 243 MHz
certification TSO C91A

Balises à trois fréquences :

121,5 MHz et 243 MHz
406 MHz (de 406,0 à 406,1 MHz)
certification TSO C126

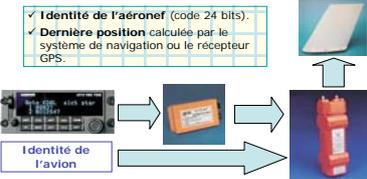
RAC 605.38, 605.39 et 605.40

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les fréquences utilisées

- La fréquence de 406 MHz permet de transférer des informations numériques aux satellites :

- Identité de l'aéronef (code 24 bits) :
- Dernière position calculée par le système de navigation ou le récepteur GPS.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Identification de l'aéronef

- L'identité de l'aéronef est codée par 24 bits.
- Chaque aéronef dispose d'un code unique.
- Il existe 16 777 216 possibilités de codage.
- C'est le même code 24 bits qui est utilisé pour l'identification par les transpondeurs mode S.
- L'encodage des 24 bits d'identification peut s'effectuer de deux manières dans une balise de détresse :

- Par programmation par le fabricant (la balise est destinée à un seul aéronef).
- Par programmation externe à bord de l'aéronef (la balise peut être déplacée d'un aéronef à l'autre).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Identification de l'aéronef

- Certaines autorités nationales divulguent le code 24 bits de chaque aéronef immatriculé :

Résumé de la recherche à partir du registre courant

Registre des aéronefs civils canadiens

Information sur l'aéronef

Marque : C-470B

Nom commercial : Caravelle

Nom du modèle : C-470B-10

No de série : 3603

Base d'origine pour l'immatriculation : Norme du RAC 607.02, 607.03, Certificat de type : A-131

Catégorie : Avion

Masse maximale au décollage : 19500 kg

Enregistrement : **ENL360300001**

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Identification de l'aéronef

- Certaines autorités nationales divulguent le code 24 bits de chaque aéronef immatriculé :

Enregistrement : **10101000101101101111**



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Déclenchement

- Déclenchement manuel à l'aide d'un interrupteur à deux ou trois positions situé sur le tableau de bord :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Déclenchement

- Déclenchement manuel sur la balise elle-même :

• « OFF »
• « ARM »
• « ON »

Toujours mettre l'interrupteur de l'ELT à « OFF » lors d'une dépose, d'une expédition ou d'un transport

Il est conseillé de mettre l'interrupteur de l'ELT à « OFF » lors des opérations de maintenance de l'aéronef + TAG dans le cockpit !



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Déclenchement

- Déclenchement automatique par accélération brutale sur un « G-Switch » :

✓ Balises à un axe de déclenchement (avions).	
✓ Balises à axes multiples de déclenchement (hélicoptères).	



Un axe de déclenchement

Axes multiples de déclenchement

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Déclenchement

- Balise à un axe de déclenchement installée à bord d'un hélicoptère :

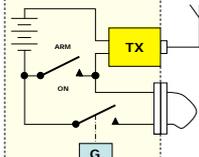
Les ELT à un seul axe de déclenchement doivent être installés à 45° par rapport à l'axe longitudinal de l'hélicoptère



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Déclenchement

- Certaines balises ELT n'ont pas de position « OFF ».
- En l'absence du connecteur, le déclenchement automatique est d'office désactivé.



ELT à « ARM » lors d'expéditions

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les antennes

- Deux fréquences :



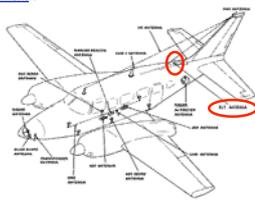
- Trois fréquences :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Les antennes

- Emplacement :



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Installation, inspection et tests

- RAC 551.104
- RAC 571 Annexe G
- Norme 625 Annexe C
- Avis de navigabilité B-014
- Circulaire d'information 571-025 (voir plus loin)

Au sujet de l'Annexe G du RAC 571 et de l'Annexe C de la norme 625, avant 2019, il n'y avait pas de distinction entre les ELT à 121,50 MHz et ceux à 406 MHz.

Maintenant, les intervalles de maintenance sont différents.



© Département d'avionique Document à des fins de formation

Installation, inspection et tests

Vérification de l'ELT

Test fonctionnel

- Maintenance non spécialisée
- Sur l'aéronef
- 5 premières minutes de l'heure UTC.
- IAW RAC571 Annexe G.

Certification

- Maintenance spécialisée.
- En atelier (cage de Faraday).
- IAW CMM.

Ces deux tests ne sont pas équivalents !

Un test fonctionnel ne dispense pas d'une certification.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Installation, inspection et tests

Test de certification

- Le test de certification requiert le matériel adéquat :



Ne jamais effectuer le déclenchement d'un ELT sans antenne ou charge adaptée !

© Département d'avionique Document à des fins de formation

Installation, inspection et tests

Recommandations de Transports Canada (CASA 2020-05)

MESURE RECOMMANDÉE :

Lors de l'installation de l'installation électrique de l'aéronef (ET) ou du cycle de vérification approuvé, l'ET doit être inspecté pour vérifier son état de conformité de ce qui comprend la vérification de l'installation électrique, des câblages électriques et l'ajustement approprié de l'ET. Les recommandations du constructeur ET ou les instructions pour le montage de la manutention.

Les défauts de qualité de l'installation électrique (ET) peuvent être corrigés par le personnel de maintenance de l'aéronef (ET) ou les instructions pour le montage de la manutention.

Si des défauts sont constatés dans l'une de ces catégories, une réparation appropriée doit être effectuée.

- Tel que suggéré, il faut consulter la CI 571-025 qui doit servir de référence pour la maintenance des ET :

Circulaire d'information (CI) N° 571-025

Réglementation au Canada



- Les balises de détresse doivent répondre aux exigences des annexes 6 et 10 de l'O.A.C.I.
- Depuis le 1 janvier 2002, les opérateurs auraient dû équiper leurs avions de balises de détresse capables de transmettre à la fois sur 121.50 MHz et sur 406 MHz.
- Depuis le 1er février 2009, le système COSPAS/SARSAT ne détecte plus les émissions sur 121.50 MHz.
- Pourtant, le Canada n'a pas exigé que les opérateurs d'aéronefs, privés ou commerciaux, équipent leurs appareils de balises à 406 MHz.

Réglementation au Canada

Suite à un accident avec un hélicoptère Sikorsky S-76 :

Recommandation A1841 du BRP (en PDF)

En vertu de l'article 10 de la Loi sur l'accès à l'information (LAI), le BRP a été autorisé à divulguer des renseignements relatifs à l'incident de l'hélicoptère Sikorsky S-76. Les renseignements divulgués sont ceux qui sont pertinents pour l'application de la LAI. Les renseignements divulgués ne sont pas destinés à être utilisés comme preuve dans une procédure judiciaire.

Le 25 novembre 2020, le BRP a publié une recommandation de sécurité (RS) visant à améliorer la sécurité des opérations de sauvetage en hélicoptère.

Réglementation au Canada

La réponse de Transports Canada :

Reponse de Transports Canada et recommandation de BRP (proposition BRP)

Le BRP a publié une recommandation de sécurité (RS) visant à améliorer la sécurité des opérations de sauvetage en hélicoptère.

Entre-temps, une proposition a été émise par le CCRAC :

Proposition du CCRAC

Réglementation au Canada

Suite à des pressions, notamment de la CQPA-Canadian Owners and Pilots Association militant depuis toujours contre l'installation d'ELT à 406MHz à bord de petits aéronefs privés pour des raisons de coûts, une députée de Leithridge, AB, émet l'avis de motion suivant (M-200) en septembre 2018 :

- Un ELT à 406MHz coûte actuellement moins de 1000 \$.

Réglementation au Canada

Le 25 novembre 2020, la réglementation relative aux ELT est (enfin) modifiée (diffusion dans la Partie II de la Gazette du Canada) ; en voici un extrait :



L'incident du Boeing 787 à Heathrow

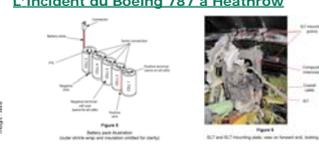


- Le 12 juillet 2013, un feu s'est déclaré à bord d'un Boeing 787 d'Ethiopian Airlines stationné à l'aéroport de Londres-Heathrow.
- Les dommages sont localisés à la partie supérieure de l'arrière du fuselage.

Selon l'AAIB britannique, l'origine de l'incendie se situerait au niveau de l'ELT alimenté par une pile Lithium-Manganèse-Dioxyde.

6000 ELT du même type sont installées à bord d'aéronefs partout dans le monde sans qu'il y ait eu le moindre incident.

L'incident du Boeing 787 à Heathrow



- Le feu, initié au niveau des batteries et non contenu dans l'ELT s'est propagé à la structure de l'aéronef.
- C'est la résine contenue dans les matériaux composites de la structure qui a brûlé et causé les dégâts à l'arrière de l'avion.

L'accident du R44 au lac Valtrie



- Le 10 juillet 2019, un hélicoptère de type Robinson R44 en exploitation privée effectuait un vol selon les règles de vol à vue depuis le Lac De La Bidière (Québec) à destination de Ste-Sophie (Québec) avec un pilote et un passager à bord.
- L'aéronef n'est jamais arrivé à destination.
- Le Centre conjoint de destination des opérations de sauvetage (JRC) de Trenton (Ontario) a été avisé le lendemain de la disparition, et les recherches ont débuté.
- Aucun signal de l'ELT n'a été reçu.
- L'hélicoptère a été retrouvé près du Lac Valtrie, au nord du Parc national Mont-Tremblant (Québec), le 25 juillet 2019; les deux occupants sont décédés.
- L'interrupteur de l'ELT a été trouvé en position « OFF » ...

L'accident du R44 au lac Valtrie

Figure 11: Endommagement du point d'insertion. Rapport d'incident 401-0209, 401 de l'Aviation Transport Safety Board.



- L'analyse du BST a révélé que la cause primaire de l'accident était due à une pale défectueuse et à une consigne de navigabilité le concernant qui n'avait probablement pas été respectée.
- L'ELT de marque Kannad 406AF a été trouvée fonctionnelle et attachée à son antenne.
- L'ensemble aurait pu fonctionner normalement si l'interrupteur n'avait pas été endommagé.
- Sur d'autres balises du même type, on a trouvé le verrouillage de la position « ON » brisé.
- Il semblerait que le dernier test de l'ELT n'ait été effectué qu'à partir de l'interrupteur placé sur le tableau de bord.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

L'accident du R44 au lac Valtrie

1.15.1.1 Système de verrouillage de l'interrupteur de la radiobalise de repérage d'urgence

Une ELT qui possède un interrupteur avec une position OFF doit être munie d'un système de verrouillage pour empêcher celui-ci de basculer de façon involontaire de la position OFF vers d'un autre état.

Le système de verrouillage du modèle ELT à l'étude est conçu de manière à ce qu'un demi degré au-dessus de la position de l'interrupteur soit bloqué par une bague de verrouillage qui bascule d'une position à une autre. Pour réinitialiser l'interrupteur, il faut d'abord le tirer pour déloger le demi des bannes et le basculer à la position ON.

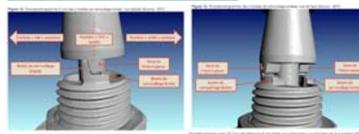
Figure 13: Système de verrouillage de l'interrupteur de l'ELT installé à bord d'un avion (Source: 401-0209)



Un examen plus approfondi de l'ELT en raison d'un défaut que les balises de verrouillage entre la position OFF et la position ON (voir l'annexe Figure 14 et 15). On peut remarquer la présence de verrouillage qui se situe de l'autre côté des bannes, voir que lorsque que l'interrupteur avait basculé à des multiples reprises entre la position OFF et la position ON au cours de son test.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

L'accident du R44 au lac Valtrie



CONCLUSIONS SUITE À CET ACCIDENT :

- Toujours vérifier l'état des interrupteurs et de leur mécanisme de verrouillage à chaque test ou inspection.
- Toujours effectuer un test d'ELT à partir de la balise elle-même ainsi qu'à partir de l'interrupteur situé sur le tableau de bord de l'aéronef.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS

Global Aeronautical Distress Safety System

- Aircraft Tracking
- Autonomous Distress Tracking
- Post Flight Localization & Recovery

- Suite à la disparition du vol **MH860** de Malaysia Airlines, beaucoup de réflexions et de développements ont eu lieu afin de limiter les chances qu'un tel incident se reproduise.
- L'**QDAG** a été un élément moteur de ces réflexions et a permis de nouvelles recommandations.
- L'une d'entre-elles concerne les balises de détresse : il s'agit du **GADSS: Global Aeronautical Distress & Safety System**.
- Les **ELT** actuelles ne permettent que le **PFLR**.
- Le concept du GADSS ajoute le suivi de la trajectoire de l'avion (AT) et le suivi autonome en cas de détresse (ADT).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS



- Le principe du GADSS consiste à suivre un avion (4D) durant tout son vol (AT).
- Quand tout est normal, il n'y a pas d'action particulière si ce n'est l'envoi d'un rapport par périodes de 15 minutes ou moins.
- Dès qu'une situation anormale (variation par rapport au plan de vol) est détectée, la phase « **AT Abnormal** » s'active et fait le point (4D) par période d'une minute ou moins.
- Si une condition de détresse est détectée, la phase ADT est enclenchée dans les 5 secondes et fait le point (3D) par période d'une minute ou moins.
- Elle va permettre d'anticiper le lieu du crash éventuel dans un rayon de 4NM tout au plus et envoie un signal destiné au **SAR**.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS



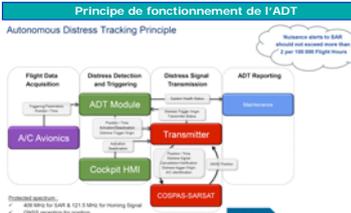
- Initialement, il était prévu de rendre le GADSS obligatoire en janvier 2021, mais cette échéance a été repoussée jusqu'en janvier 2023 pour tous les nouveaux avions.
- Toutefois, les manufacturiers proposent déjà des équipements certifiés.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS

Principe de fonctionnement de l'ADT

Autonomous Distress Tracking Principle



Flight Data Acquisition → Distress Detection and Triggering → Distress Signal Transmission → ADT Reporting

ADT Module → Transmitter → COPIPS-SARSAT → ADT

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS

Équipement GADSS à bord de l'avion

Autonomous Distress Tracking

Airbus solution - Equipment overview on A320 / A330 / A350 and A220 families



ELT-DT Antenna, ELT-DT Control Unit, ELT-DT

© Département d'avionique Document à des fins de formation

GADSS

Équipement GADSS à bord de l'avion

Post Flight Localization and Recovery

Airbus implementation is ADFR architecture on A350XWB, A330 Families and A321XLR, objective: forward fit starting 2023



Automatic Deployable Flight Recorder, Recorder Interface Unit, Combined Voice and Data Recorder

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROTECHNIQUE

Autres dispositifs



- Bon nombre de pilotes privés emportent avec eux des balises PLB ou des dispositifs de communication par satellites pour améliorer leurs chances d'être localisés en cas d'accident.
- Un des modèles les plus couramment utilisés est le système de messagerie/GPS Spot.
- Spot utilise le réseau de satellites Globalstar qui couvre pratiquement toute la surface terrestre.
- L'usage de ce genre de systèmes portables est laissé à la discrétion des pilotes et propriétaires d'aéronefs.
- En ce qui concerne le système Spot, il s'est avéré qu'il pouvait perturber la réception des signaux d'un récepteur GPS installé à bord d'un aéronef.

Toujours se méfier des appareils non aéronautiques embarqués à bord (EMI/EMC).

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROTECHNIQUE

Conclusions



- Les ELT sont des équipements de sécurité indispensables à bord des aéronefs.
- Un mauvais entretien, une mauvaise installation ou un mauvais suivi de la validité des piles peut avoir des conséquences dramatiques.
- Il appartient donc au IFA de porter une attention toute particulière à leur état.

© Département d'avionique Document à des fins de formation

ENNA ÉCOLE NATIONALE AÉRONAUTIQUE ET AÉROTECHNIQUE



Merci de votre attention

© Département d'avionique Document à des fins de formation