



BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Techniques de prélèvements

Julien BALLESTER
Enquêteur de sécurité

3.12 – Techniques de prélèvements

BEA

Structure de la présentation

- Pourquoi prélever ?
- Réaliser un prélèvement
- Les liquides
- Les pièces mécaniques
- Les équipements électriques et électroniques

3.12 – Techniques de prélèvements

Pourquoi prélever ?

Pourquoi prélever ?

- Pour **préserver des indices** souvent **volatiles**
- Pour **exploiter les données enregistrées** et pertinentes pour l'enquête : FDR, CVR, GPS, autres
- Pour **caractériser un dommage anormal** sur un élément structural ou une pièce mécanique
- Pour **réaliser une analyse de défaillance** sur un calculateur en panne

Réaliser un prélèvement

Documenter

- **Documenter** est la base de toute action ou observation d'un enquêteur de sécurité. De la qualité de la documentation dépendent :
 - la préservation et la traçabilité des indices
 - la qualité des travaux conduits après la phase de terrain, notamment en laboratoire
- Cette étape documentaire consiste à photographier, filmer, réaliser des croquis et/ou prendre des notes. Cette documentation doit, autant que possible, être associée à un positionnement géographique.
 - Prendre une photo AVANT le démontage ainsi qu'une photo APRES le démontage, au strict minimum
 - prendre ces photos avec repères (avant, arrière, haut, bas, références dimensionnelles)
 - Compléter les prélèvements avec des données de maintenance, des schémas de fonctionnement ou de principe, données constructeurs de type « Illustrated Parts Catalogs (IPC) », fiches de travail, plans, manuels de maintenance

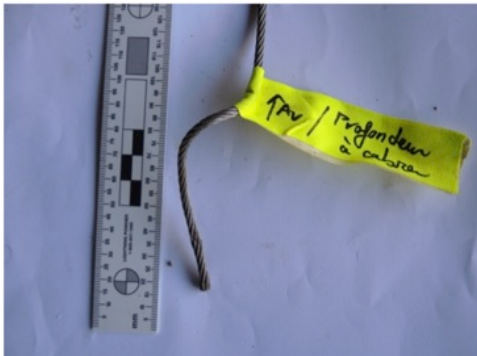


Fig. 8 – Exemple de câble découpé

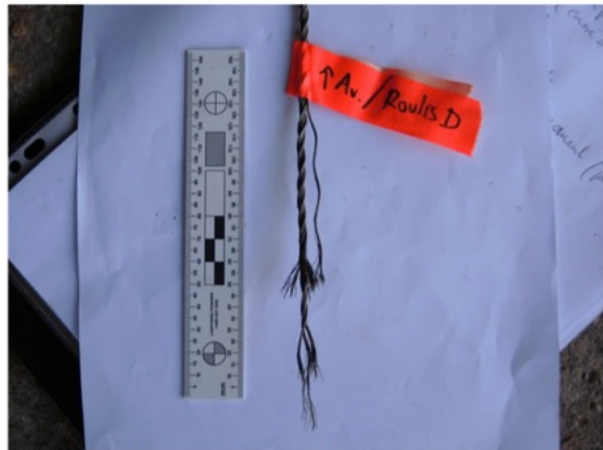
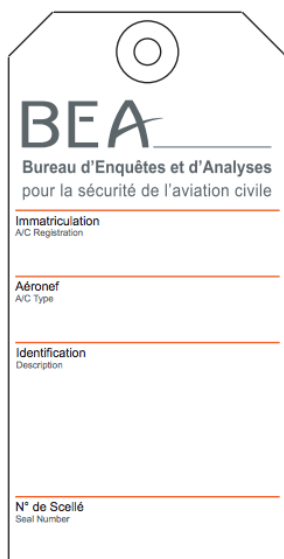


Fig. 7 – Exemple de rupture par surcharge

- **Chaque prélèvement doit être renseigné sur son étiquette de signalisation liée ou collée au prélèvement.**
 - ↳ Immatriculation
 - ↳ Modèle aéronef
 - ↳ Date du prélèvement et/ou de l'accident
 - ↳ Type pièce prélevée
 - ↳ Numéro de scellés
- A défaut s'adapter : étiquettes indéchirables (feuille métallique, carton plastifié, etc.). Fixer les étiquettes avec des cordelettes ou des fils métalliques.
- Eviter les rubans adhésifs en environnement gras ou présence de solvants. Ne pas porter d'inscription à la craie. Les **feutres permanents** sont pratiques à l'usage notamment sur les pièces métalliques (feutres spécial métal).
- Pour les flacons contenant des liquides, utiliser des étiquettes à coller ou autocollantes, éventuellement des morceaux de papier découpés à un format approprié et coller avec du ruban adhésif, transparent si possible, faisant au moins un tour complet du flacon.
- S'assurer que l'extérieur du flacon est propre avant de coller l'étiquette, sinon nettoyer et sécher avant de coller l'étiquette.



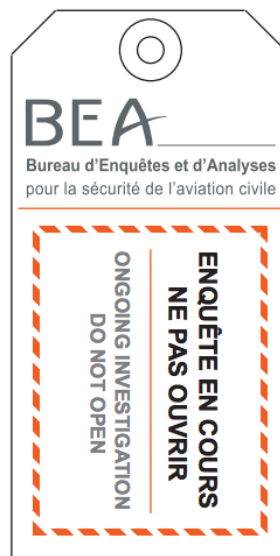
BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

Immatriculation
A/C Registration

Aéronef
A/C Type

Identification
Description

N° de Scellé
Seal Number



BEA
Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile

ENQUÊTE EN COURS
NE PAS OUVRIR

ONGOING INVESTIGATION
DO NOT OPEN

Les liquides

Quels liquides et pourquoi ?

- Trois catégories de liquides peuvent être prélevés sur un site d'accident ou dans le cadre d'un contrôle qualité :
 - carburants
 - huiles
 - liquides hydrauliques
- Objectifs :
 - Vérifier que le liquide prélevé vieilli en service est conforme aux spécifications
 - Vérifier que le liquide prélevé ne contient pas de contamination / pollution
 - Caractériser la contamination / pollution quand elle est constatée

Où prélever ?

- Dans les réservoirs :
 - Réaliser au départ un premier prélèvement au point bas. Ceci permet de récupérer les « éléments lourds » tels que l'eau
 - Laisser couler le liquide de façon à prélever ensuite le liquide représentatif du carburant du milieu du réservoir
 - Répéter l'opération le réservoir étant presque vide (partie supérieure du réservoir)
 - Identifiez, étiquetez soigneusement les flacons. Inspecter si possible les parois du (des) réservoir(s) une fois vide(s) pour constater l'état. Ainsi, le laboratoire pourra mieux déterminer le degré de pollution du carburant
- Dans les circuits :
 - Prélever une portion du circuit en bouchant les deux extrémités ou en les coulant à l'aide d'une pince (pompe carburant, carburateur, filtres)

■ Examen sur épave

- Généralement, le volume de produit disponible accessible sur l'épave est minime

VOLUME A FOURNIR = VOLUME RECUEILLI

- Si par chance le volume disponible n'est pas limité : une quantité d'environ 200 ml à 400 ml est satisfaisante

■ Avoir un flacon de volume adapté au prélèvement :

Un faible volume de 5 ml d'essence mis dans un flacon d'un litre va se vaporiser à l'intérieur du flacon quand il sera fermé et ce d'autant plus facilement que la température sera élevée. Dès l'ouverture du flacon, les vapeurs s'échappent et il ne reste rien à examiner.

- Eviter d'utiliser des flacons ou récipients ayant déjà contenu d'autres produits
- Utiliser des flacons neufs qui ne serviront qu'une fois et que vous devez avoir en stock
- Avant tout il est nécessaire de faire preuve de réalisme et de bon sens, chaque cas pouvant constituer un cas particulier
- Rincer le flacon de prélèvement avec une faible quantité de produit destiné à être prélevé dans le cas d'un flacon ayant déjà été utilisé ou sale
- S'assurer autant que possible de la compatibilité du bouchon et du récipient avec le produit
- Le bouchon doit fermer hermétiquement le récipient. En cas de doute, intercaler un morceau de feuille alu (type alimentaire) entre le bouchon et le flacon

Tableau des compatibilités

Fiche réflexe

Flacons	Verre	Polyéthylène	Polypropylène	Métalliques (3)
Liquides				
Essence auto	Oui	Non (1)	Non (1)	Oui
100 LL	Oui	Non	Non	Oui
Carburacteur	Oui	Oui	Oui	Oui
Fluides hydrauliques	Oui	Oui (2)	Oui	Oui
Huiles minérales ou ester	Oui	Oui	Oui	Oui
Solvants produits de nettoyage	Oui	Non	Non	Oui
Essence auto + huile ULM	Oui	Non	Non	Oui

(1) Sauf cas force majeure : acheminement immédiat et garde au réfrigérateur (+ 4 °C).

(2) En cas de comptage de particules.

(3) Attention à l'étanchéité des bouchons :
 - Etanchéité parfaite,
 - Pas de joint en élastomères, liège etc.

La mallette de prélèvement

Fiche réflexe



Photos non contractuelles



Composition de Base	Malette MA1	Malette Indus MA2
Référence	MA1	MA2
Flacon de 50 ml	30	
Flacon de 250 ml		10
Flacon de 500 ml	2	
Flexible en Diam 7	10 m	10 m
Étiquette ou chèque service	30	10
Enveloppe	5	5
Pince à flacon	1	
Paire de gants jetables	1	1

La mallette de prélèvements est avant tout destinée à prélever des liquides.

Elle renferme une pompe, un tuyau flexible et divers flacons de contenances différentes.

Le flexible est à usage unique. Une longueur de tuyau sera utilisée pour faire les prélèvements d'un seul réservoir si possible. Dans le cas d'un prélèvement sur plusieurs réservoirs d'un même appareil, il est nécessaire de changer de flexible à chaque

Les pièces mécaniques

Pièces rompues – Précautions à prendre

- **Prélever les deux parties d'une pièce rompue** : Les informations sur chaque coté sont complémentaires → **Vis-à-vis**
- **Prélever l'ensemble de la pièce en évitant les découpes** : la totalité d'un câble ou d'un tube... Si l'opération de découpe s'avère nécessaire, indiquer la distance du plan de coupe par rapport à l'extrémité et situer les extrémités sur un schéma
- **Prélever l'ensemble d'un assemblage** : l'ensemble des fixations, rompues et non rompues en précisant leurs positions relatives ; l'ensemble d'une fixation, vis, rondelles, écrous...
- **Prélever la pièce symétrique** : met en évidence les fonctionnements dissymétriques
- **Prélever une pièce identique neuve** : permet de comparer les caractéristiques dimensionnelles métallurgiques et mécaniques des deux pièces

- **Ne pas mettre en contact les faciès de rupture**, ne pas rapprocher les pièces et protéger chaque face avec de la mousse et du papier bulle pour le transport
- **Ne pas ouvrir les fissures**
- **Ne pas nettoyer les pièces endommagées** : les dépôts, graisse, peinture, frottements sont sources d'information et peuvent être analysés. Les produits utilisés lors du nettoyage peuvent endommager les faciès. Si ces opérations ont déjà été faites, les noter et indiquer les produits utilisés.
- Cas particulier des instruments de bord et des ampoules : prélever la totalité de l'instrument et le panneau d'alarme complet.
- Cas particulier des pièces immergées dans l'eau de mer : rincer délicatement les pièces à l'eau douce et les laisser immergées dans un récipient d'eau douce pendant le transport.

- Informations concernant l'évènement
 - date de l'évènement
 - Immatriculation de l'aéronef
- Informations concernant la pièce : sa position, son mode de fonctionnement
 - nom de la pièce
 - position de la pièce sur site (photo ou schéma)
 - position et environnement de la pièce sur l'aéronef accidenté ou sur un aéronef identique (photo ou schéma)
 - schéma de la pièce : planches IPC (Illustrated Parts Catalog) ; extraits du manuel de maintenance ; plan côtés
 - notes ...
- Informations concernant le prélèvement et les interventions sur la pièce avant envoi au labo
 - notes relatives aux interventions au cours de démontage : perçage, découpe, position avant démontage...
- Antécédents
 - dernières et principales opérations de maintenance sur la pièce ou les pièces environnantes
 - incidents ou accident concernant l'aéronef
- Données matériau
 - nuance de l'alliage, traitements thermiques, traitements de surface, propriétés mécaniques

- Pas de démontage sur site
- Aucun contrôle nécessitant un démontage ne doit être effectué sur place (état des bougies, vérification des filtres, des commandes, manettes, robinets, réservoirs)
- Si certaines de ces opérations sont malgré tout effectuées sur place, les faire en présence d'un spécialiste (atelier de maintenance). Il est impératif de noter exactement tout ce qui aura été effectué. Renseigner toutes les éventuelles anomalies rencontrées de manière à ne pas fausser les résultats ultérieurs

Equipements électriques et électroniques

Les enregistreurs réglementaires

- **FDR** : Flight Data Recorder
 - Paramètres
- **CVR** : Cockpit Voice Recorder
 - Voix
 - Bruit d'ambiance / Alarmes / ATC



Les enregistreurs réglementaires

- Leur localisation



B-737

A-310

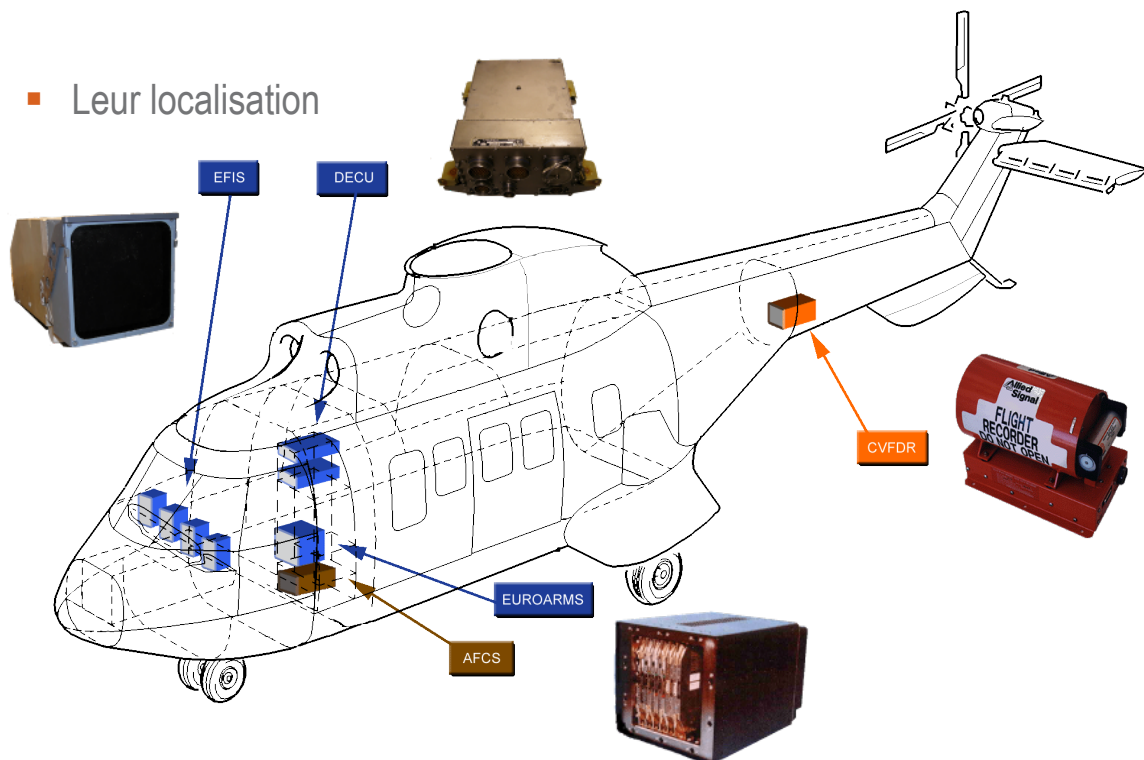


Falcon 20



Les enregistreurs réglementaires

- Leur localisation



3.12 – Techniques de prélèvements

Les calculateurs non protégés

- Images (caméras, appareils photos...)
- Navigation (GNSS, Loggers, Flarm...)
- Maintenance (DECU, VEMD...)
- Ecrans (EFIS, Displays...)
- Smartphones, tablettes PC (iPhone, iPad...)



3.12 – Techniques de prélèvements

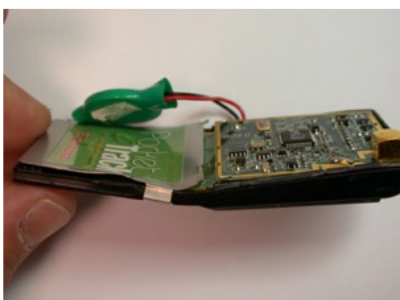
Les calculateurs non protégés

- L'environnement est agressif



Les indices sont fragiles

Les calculateurs non protégés



Ne jamais remettre sous tension. Eteindre si allumé

- **Calculateur en bon état**
 - Utiliser un emballage cartonné ou en bois ; éviter le plastique
- **Calculateur endommagé (cartes apparentes / dommages par le feu)**
 - Manipuler les cartes par les bords, les emballer en évitant le plastique
- **Calculateur endommagé (cartes immergées)**
 - Rincer abondamment avec de l'eau douce
 - Transporter dans un récipient rempli d'eau douce

Annexe 8 : FICHE REFLEXE « CALCULATEURS »

Dans la majorité des cas les calculateurs seront mis sous scellés, les actions décrites dans ce document sont à effectuer en concertation avec l'autorité judiciaire.

QUELQUE SOIT SON ETAT, NE JAMAIS TENTER DE RALLUMER UN CALCULATEUR.

Pour chaque calculateur identifié dans ou à proximité de l'épave :

1. Prendre des photos, en particulier de l'écran d'affichage s'il est encore allumé.
2. L'éteindre ensuite via l'interface, déconnecter ou couper les câbles d'alimentation.
3. Vérifier, dans la mesure du possible, qu'il ne manque pas des éléments ou accessoires liés à ce calculateur (présence de câblage,...).
4. Conditionner l'ensemble dans un environnement sec et si possible protégé des chocs.
5. Noter sur une fiche annexée au calculateur : les coordonnées géographiques du site, la configuration et vos constatations lors de sa découverte (Allumé, éteint, bon état, partiellement endommagé, connectique, éjecté de l'épave, environnement humide ...).

Cas particuliers :

LES CARTES ELECTRONIQUES SONT HORS DU BOITIER :

- Conditionner l'ensemble dans un sac ou boîte antistatique, à défaut dans un emballage cartonné.
- Dans la mesure du possible, manipuler les composants et cartes électroniques par les bords.
- Toucher le boîtier avant de toucher l'intérieur pour éviter un endommagement par décharge électrostatique.

LE CALCULATEUR A ETE IMMERGE :

NE JAMAIS LAISSER LE CALCULATEUR A L'AIR LIBRE

- Le calculateur n'est pas solidaire de l'épave : le récupérer à l'aide d'un récipient vide sans le sortir de l'eau. Suivant la qualité de l'eau, transvaser le calculateur dans de l'eau déminéralisée ou à défaut dans de l'eau de ville.
- Le calculateur est solidaire de l'épave : attendre le relevage et le rinçage à l'eau douce de l'épave.
- Rincer à nouveau le calculateur à l'eau déminéralisée ou à défaut à l'eau de ville et le stocker dans un récipient rempli de cette même eau.
- Faire parvenir le calculateur (immergé dans son récipient) sans délai au labo.
- Recueillir un échantillon d'eau à proximité de l'épave et estimer le temps d'immersion du calculateur.

En cas de doute téléphoner à la permanence et demander à joindre un enquêteur technique du laboratoire.

- Dans le cas d'une absence d'émission de signal de balise ELT, il peut être nécessaire de déterminer l'état de la chaîne complète d'émission, en particulier :
 - état de la balise (position des différents interrupteurs)
 - état du câblage entre l'ELT et l'antenne d'émission
 - état de l'antenne

- Par expérience, l'absence de signaux ELT résulte principalement soit de la rupture du câble entre l'ELT et l'antenne soit de l'endommagement même de l'antenne. Il est donc impératif de photographier et documenter l'état des différents équipements avant tout prélèvement.

- → Documenter complètement la chaîne de la balise à l'antenne

Afin d'éviter une émission intempestive de l'émetteur, il est impératif d'accomplir dans l'ordre les opérations suivantes :

1. Mettre sur arrêt l'inverseur de mise sous tension équipant l'émetteur.
2. Débrancher le connecteur de la télécommande si elle en est équipée.
3. Débrancher le connecteur relié à l'antenne.
4. Démonter le corps de balise puis débrancher les fils reliant les piles à l'émetteur.
5. Isoler les contacts électriques provenant de la pile avec par exemple du ruban adhésif.

IL EST POSSIBLE D'APPLIQUER CETTE ACTION SUR TOUS LES TYPES DE BALISE.

Nota : la déconnexion de l'alimentation est l'opération la plus importante. En effet, la simple mise sur arrêt de l'émetteur n'est pas une action suffisante. Après un accident, il est possible que l'accéléromètre soit en position émission (c'est sa raison d'être en de telles circonstances), que des composants détériorés au cours du choc ou bien des court-circuits, modifient les caractéristiques de fonctionnement normal des circuits. La déconnexion de la source d'alimentation est la seule méthode qui permette de s'assurer de l'absence d'émission radio électrique sur les fréquences réservées aux appels de détresse.

Dans le cadre d'un examen technique, il est recommandé de récupérer :

1. le câblage de la télécommande équipé de son boîtier.
2. l'antenne ainsi que son câblage.
3. la position des différents interrupteurs du système (photos).

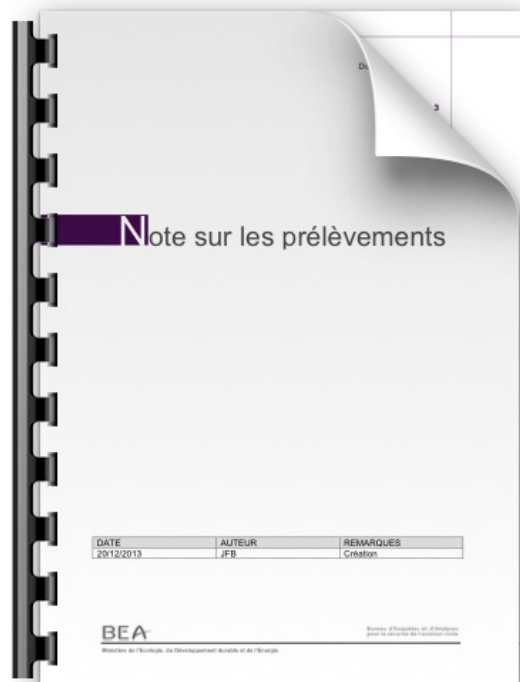
Appliquée strictement cette procédure n'a aucune influence sur les résultats des examens ultérieurs. Le fait de stopper l'éventuelle émission radio permet de figer en l'état les différents composants de la balise et en particulier les piles dont il sera ainsi possible de déterminer l'état de charge résiduelle.

Cette procédure doit faire partie des actes à appliquer en toutes circonstances lors de la sécurisation de l'épave.

Panneau d'alarme à ampoules

- **Ne pas remettre sous tension** un voyant ceci pour éviter toute surtension ou aggravation d'un défaut amorcé par le choc.
- **Démonter le "panneau" en laissant les ampoules à l'intérieur** et en évitant au maximum toute manipulation.
- **Ne pas toucher le filament** lorsque le verre de l'ampoule est rompu.
- **Repérer**, dans le cas d'une ampoule, **sa position et sa fonction**. Couper les câbles d'alimentation le plus loin possible de l'embase.
- **Bien protéger l'ensemble** lors de l'emballage pour éviter toute possibilité de dégradation lors du transport.
- Dans la mesure du possible, **joindre une ou deux ampoules neuves** pour faire des essais de rupture en laboratoire afin de comparer.
- **Documenter le prélèvement** du panneau par prise de photographies et notes ainsi que par un plan extrait du manuel de vol de l'aéronef.

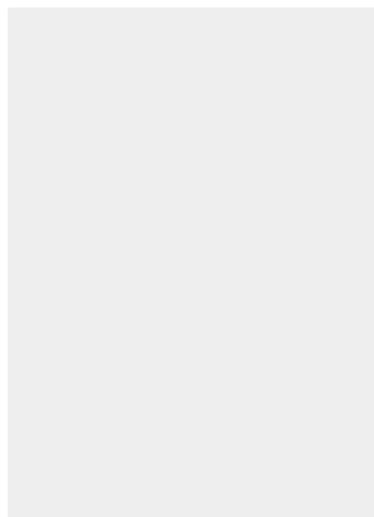
Note sur les prélèvements





BEA

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses
pour la sécurité de l'aviation civile



Merci de votre attention

www.bea.aero

