

Document Technique

Rapport du

Groupe de travail

Récupération de Données de Vol

Avertissement

Les conclusions de ce document sont basées sur le travail effectué par le groupe de travail « Récupération de Données de Vol ». L'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées

Table des matières

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIERES.....	3
1 – INTRODUCTION	4
1.1 Contexte	4
1.2 Objectifs du groupe de travail	4
1.3 Approche.....	5
1.4 Calendrier.....	5
1.5 Participants	5
2 – TRAVAIL REALISE	6
2.1 Liste des solutions potentielles.....	6
2.3 Evaluation	7
2.3.1 Méthodologie de l'évaluation.....	7
2.3.2 Résultats de l'évaluation	9
3 – CONCLUSION	10
4 –RECOMMANDATIONS DE SECURITE DU BEA	10
ANNEXES.....	12

1 – INTRODUCTION

1.1 Contexte

Le 1er juin 2009, le vol AF447 d'Air France, un Airbus A330-200 immatriculé F-GZCP, a disparu au-dessus de l'océan en route entre Rio de Janeiro (Brésil) et Paris-Charles de Gaulle (France). Deux campagnes de recherche sous-marines ont été déjà entreprises pour localiser l'épave au-dessus d'une vaste région de l'Océan Atlantique. Des débris flottants ont été récupérés et identifiés le 6 juin 2009. Entre les 10 juin et 10 juillet 2009, une variété de moyens de détection acoustiques ont été déployés pour tenter de localiser les balises de localisation sous-marines de l'avion (ULB). Du 27 juillet au 17 août 2009, une autre équipe de recherche a essayé de localiser l'épave grâce à un sonar à balayage latéral et un Robot sous-marin (ROV). En dépit de ces efforts, la recherche de l'épave et des enregistreurs de vol n'a pas été couronné de succès. Une troisième phase est actuellement préparée pour février 2010.

Les difficultés rencontrées ont soulevé des questions au sujet de l'adéquation de la technologie existante de récupération de données de vol pour les accidents au-dessus des régions océaniques ou éloignées.

Le 30 juin 2009 un Airbus A310 immatriculé 7O-ADJ de la compagnie Yemenia, effectuant un vol entre Sanaa (Yémen) et Moroni (Comores), s'est écrasé en mer à proximité de l'aéroport de Moroni. Les deux ULB ont été détectées et localisées mais ont été trouvées séparées des modules mémoire protégés des enregistreurs de vol. Cela a pris huit jours pour que le ROV récupère les modules de mémoire protégés, à une profondeur approximative de 1200 mètres.

Il y a eu d'autres exemples de recherches longues et extrêmement coûteuses d'épave et d'enregistreurs, tels que l'accident du Boeing B747 de South African Airways le 28 novembre 1987.

Les causes de l'accident AF447 demeurent inconnues. La recherche de l'épave et la compréhension des facteurs contributifs à l'accident représentent un défi exceptionnel pour le BEA et la communauté aéronautique internationale.

1.2 Objectifs du groupe de travail

Suite à l'accident de l'AF447 ainsi que d'autres opérations difficiles de récupération des enregistreurs en mer, le BEA a décidé de créer un groupe de travail international appelé « Récupération de Données de Vol » afin d'examiner de nouvelles technologies pour la sauvegarde des données de vol et/ou pour faciliter la localisation et la récupération des enregistreurs de vol. Des domaines tels que la transmission de données par satellite aussi bien que celui des nouvelles technologies d'enregistreurs de vol ou de balises ULB ont été considérées. Il était également important d'évaluer le coût et les avantages des solutions possibles comparées aux systèmes existants. Ce groupe de travail s'est réuni deux fois pour réaliser son travail.

Dans le cadre de l'enquête sur l'accident de l'AF447, le BEA a publié des recommandations basées sur les données recueillies lors de ces réunions du groupe de travail.

Les résultats sont également inclus dans un document de travail au niveau européen, qui sera présenté à la prochaine conférence de haut niveau de l'OACI sur la sécurité aérienne programmée en mars 2010. La France a proposé que ce sujet soit inscrit à l'ordre du jour de la conférence.

1.3 Approche

La première notification de réunion proposait d'explorer des solutions dans trois différents domaines :

- Transmission de données de vol
- Nouvelle technologie d'enregistreurs de vol
- Technologie de localisation d'épaves

Pour chaque domaine, une liste de solutions possibles a été établie au cours de la première réunion. Seules des études de faisabilité technique ont été effectuées pour chaque solution. Le cryptage et la protection des données, aussi bien que le respect de la vie privée, n'ont pas été considérés au cours de ces deux réunions.

Le niveau d'information attendu du groupe est récapitulé ci-dessous.

- Proposer des solutions pour améliorer la récupération des données de vol après un accident,
- Evaluer la faisabilité technique de chaque solution,
- Présenter les avantages et les inconvénients de chaque solution,
- Présenter la maturité et le coût de chaque solution,
- Identifier le proche, moyen ou long terme de la solution.

Les solutions proposées par le groupe ont permis au BEA de :

- Réaliser une analyse coût/avantage des solutions,
- Recommander plusieurs options.

L'objectif de la première réunion était d'attribuer les études de faisabilité aux divers membres du groupe et d'obtenir des réponses des participants, soutenues par des présentations et/ou des documents techniques, au cours de la deuxième réunion.

L'analyse coût/avantage a consisté à évaluer les avantages que chaque solution pourrait avoir eu sur les événements passés identifiés dans une liste fournie par le BEA (voir l'annexe 1). Les aspects coûts sont dérivés des études de faisabilité.

1.4 Calendrier

La première réunion a eu lieu dans les locaux du BEA les 14 et 15 octobre 2009. La seconde a eu lieu au siège de l'OACI les 16, 17 et 18 novembre 2009. Le BEA a publié des recommandations de sécurité basées sur les résultats du groupe de travail dans le deuxième rapport intérimaire de l'AF447 daté du 17 décembre 2009.

1.5 Participants

Le groupe était composé de plus de 120 membres de nombreux pays, représentant un éventail d'acteurs: bureaux d'enquêtes (BEA, NTSB, AAIB, TSB, BFU...), autorités de réglementation (ICAO, EASA, FAA...), fabricants d'avion (Airbus, Boeing), fabricants d'enregistreurs (L3Com, Honeywell, GE, DRS, EADS...), fabricants d'ULB (Dukane, Benthos), compagnies aériennes (Air France, Fedex), fabricants de satellites et fournisseurs

d'accès (Astrium, Inmarsat, Iridium, SITA...), associations internationales (IATA, IFALPA). Cette représentation a permis des études complètes dans tous les domaines.

2 – TRAVAIL REALISE

2.1 Liste des solutions potentielles

Dans les domaines ; transmission de données de vol, nouvelles technologie d'enregistreurs de vol et technologies de localisation des épaves, La liste des solutions potentielles identifiées au cours de la première réunion est détaillée ci-dessous. Chaque item a été attribué à au moins un membre du groupe afin de préparer des études de faisabilité. Ces études ont été alors présentées au groupe au cours de la deuxième réunion à Montréal.

Item	Attribué à
1 Transmission des données de vol	
1.1 Transmission automatique temps réel des données de vol	Inmarsat, Iridium, Astrium
1.2 Transmission déclenchées des données de vol lorsque qu'un événement catastrophique est détecté	Inmarsat, Iridium, Astrium
1.3 Usage plus intensif du report automatique de positionnement (ADS-B)	FAA, Eurocontrol
1.4 Inclure des paramètres (position, cap, vitesse, altitude, accélérations...) dans les messages de maintenance ACARS	Honeywell, Airbus, Air France
1.5 Inclure des paramètres dans les messages de report de position AOC ACARS	Honeywell, Airbus, Air France
1.6 Transmission de données vers un vaisseau lorsque celui ci s'approche du lieu de l'épave	Dukane, Benthos, GE, Honeywell, IXWaves
2 Nouvelles technologie d'enregistreurs de vol	
2.1 Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112	DRS, GE, Boeing, Airbus
2.2 Installation d'un enregistreur de vol combiné éjectable flottant de type ED-155	DRS, GE
2.3 Installation d'un enregistreur de vol supplémentaire qui soit combiné et léger de type ED-155 dans la queue	L3Com, Boeing Airbus
2.4 Améliorer la résistance de l'attache de la balise ULB (rendre conforme à la spécification EUROCAE ED-112)	La dernière version des enregistreurs de vol sont déjà conformes à la spécification ED-112 sur les attaches des

	balises ULB
3 Technologie de localisation des épaves	
3.1 Accroissement autonomie des ULB actuelles (90 jours au lieu de 30)	Dukane, Benthos
3.2 Utilisation d'ULB basses fréquences identifiables à grandes distances par des moyens militaires. Ces balises seraient attachées à l'avion.	Dukane, Benthos, IXWaves
3.3 ULB transmettant seulement quand elles sont interrogées (pour améliorer leur autonomie)	Dukane, Benthos
3.4 ELT éjectables avec émission de position GPS	DRS
3.5 Autres solutions pour localiser l'épave d'une plus grande distance (couverture d'une zone de 40 nautiques de rayon dans les 30 jours après l'accident à une profondeur maximum de 6000 m)	Dukane, Benthos, IXWaves

2.3 Evaluation

2.3.1 Méthodologie de l'évaluation

La première étape de l'évaluation a consisté à la lecture de chaque réponse technique et de coût. Le but de cette analyse était de se familiariser avec le contenu, comprendre le sens des solutions et de l'approche globale, et d'identifier tous les domaines qui auraient pu susciter des questions ou des demandes de clarification.

Chaque solution a été alors évaluée sur les facteurs et les sous-facteurs suivants :

- Facteur 1 : Faisabilité technique
 - Sous-facteur 1.1 : Maturité
 - Sous-facteur 1.2 : Équipement (avion/station au sol)
- Facteur 2 : Coût
 - Sous -facteur 2.1 : Coût par avion
 - Sous -facteur 2.2 : Coût par station au sol
- Facteur 3 : Applicabilité pour sauvegarder des données de vol et/ou pour faciliter la localisation d'enregistreur
 - Sous-facteur 3.1 : Taux de récupération des données
 - Sous-facteur 3.2 : Contribution à la localisation

Chaque solution était évaluée sur les facteurs et les sous-facteurs (SF), avec des gammes des scores de 1 à 10. Les scores à 1 signifient « insuffisant », et 10 « excellent ». Le score global pour chaque solution est la moyenne pondérée des scores pour chaque facteur. Le score pour chaque facteur est la moyenne pondérée des scores pour chaque sous-facteur. Les pondérations proposées sont :

Facteur	Pondération	Sous-facteur - pondération dans le facteur
Facteur 1	30%	SF 1.1 50%

Faisabilité technique		SF 1.2	50%
Facteur 2	40%	SF 2.1	50%
Coût		SF 2.2	50%
Facteur 3	30%	SF 3.1	25%
Applicabilité		SF 3.2	75%

Une première évaluation brute a été effectuée à l'aide de couleurs rouges, jaunes et vertes lors de la réunion à Montréal en novembre. Une évaluation plus fine employant les scores numériques a été réalisée plus tard par le BEA. La correspondance entre les couleurs et les scores est comme suit :

- Rouge : 1, 2 ou 3
- Jaune : 4, 5, 6 ou 7
- Vert : 8, 9 ou 10

Des détails pour l'évaluation de chaque sous-facteur sont donnés ci-dessous :

<u>SF</u> <u>1.1:</u> <u>Maturité</u>	Si le système est techniquement mûr, les spécifications sont complètes et les fabricants ont approuvé les produits à la vente, alors les scores sont entre 8 et 10. Si les spécifications et la technologie sont mûrs mais les équipements ne sont pas approuvés ou sont en développement, alors les scores sont entre 4 et 7 Si les équipements et les spécifications n'ont pas été développés et/ou ne sont pas approuvés, alors les scores sont entre 1 et 3
<u>SF</u> <u>1.2:</u> <u>Équipement</u> <u>(avion/station</u> <u>sol)</u>	Si l'avion et les stations sol sont équipés de l'équipement nécessaire, alors les scores sont entre 8 et 10 Si l'avion ou les stations sol sont partiellement équipés et/ou ont une partie de l'équipement nécessaire, alors les scores sont entre 4 et 7 Si l'avion ou les stations sol n'ont pas tous les équipements nécessaires, alors les scores sont entre 1 et 3.
<u>SF 2.1 and 2.2</u> <u>Coût par avion</u> <u>et station sol</u>	S'il y a peu ou pas de coût, alors les scores sont entre 8 et 10 Si le coût est moins que 10K\$/avion et moins de 25K\$/station sol alors les scores sont entre 4 et 7 Si le coût est supérieur à 10K\$/avion ou à 25K\$/station sol, alors les scores sont entre 1 et 3
<u>SF 3.1:Taux de</u> <u>récupération</u> <u>des données</u>	Ce sous-facteur mesure combien de temps aurait été économisé ainsi que le pourcentage de données de vol qui aurait été récupéré si la solution avait été en place pour les 26 accidents énumérés dans le tableau des opérations sous-marines de récupération fournie par le BEA. Les scores pour ce sous-facteur sont calculés en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Score} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} k(i) \times D(i), \text{ où :}$$

- k(i) varie entre 0% and 100%, en fonction du pourcentage de données récupéré pour l'accident n°1
- D(i)=0 si le nombre de jours pour récupérer les enregistreurs de l'accident n°1 est moins de 5 jours
- D(i)=5 si le nombre de jours est entre 6 et 30
- D(i)=10 si le nombre de jours est supérieur à 30.

SF 3.2
Contribution à la localisation

Ce sous-facteur mesure dans quelle mesure la solution aurait aidé à la localisation des enregistreurs / zone de le l'épave si elle avait été en place pour les 26 accidents énumérés dans le tableau des opérations sous-marine de récupération fournie par le BEA.

Les scores pour ce sous-facteur sont calculés comme suit:

$$\text{Score} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} L(i), \text{ ou :}$$

- L(i)=10 si la solution aurait aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1 et un ROV a été utilisé pour la r récupération
- L(i)=5 si la solution aurait aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1 et des plongeurs ont été utilisés po ur la récupération, parce qu'employer des plongeurs indique que la localisation de l'épave était déjà bien déterminée
- L(i)=0 si la solution n'aurait pas aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1.

2.3.2 Résultats de l'évaluation

Les scores donnés à chaque solution sont énumérés dans l'annexe 2 et justifiés dans l'annexe 3.

Les solutions avec les plus hauts scores et qui ont un bon potentiel pour sauvegarder des données et/ou faciliter la localisation d'enregistreur sont :

Item #	Description
1.2	La transmission déclenchée des données de vol quand les éléments précurseurs d'événement catastrophique sont détectés, mais seulement si l'avion est déjà équipé de systèmes de communication par satellite (Satcom) avec transmission d'un sous-ensemble des données du FDR (des paramètres essentiels ou au moins latitude, longitude et altitude). Cependant, les logiques de déclenchement pour définir une urgence ne sont pas définies par des spécifications industrielles, même si des essais sont en cours depuis plusieurs années rendant cette approche d'envoi de données plus robuste.
1.4 & 1.5	Inclure des paramètres (position, cap, vitesse, altitude, accélérations...) dans les messages ACARS mais seulement pour les avions déjà équipés de système ACARS.

2.1	Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112 équipé d'une ELT, mais seulement pour les avions avec des futurs certificats de type.
3.1	Accroissement de l'autonomie des ULB actuelles (90 jours au lieu de 30)
3.2	Utilisation d'ULB basses fréquences attachées à l'avion

Les items 3.1 et 3.2 ont été identifiés comme des solutions à court terme, les items 1.2, 1.4 et 1.5 comme des solutions à moyen terme et l'item 2.1 est pour le long terme.

3 – CONCLUSION

Ce groupe de travail s'est consacré à passer en revue un éventail de solutions dans les domaines de la transmission de données de vol, de nouvelles technologies d'enregistreurs de vol et de localisation d'épave. Pour cela, le BEA a recueilli des informations auprès de l'industrie afin de produire une analyse coût/avantage et pour identifier les meilleures solutions pour sauvegarder des données de vol et/ou pour faciliter la localisation d'enregistreur.

Les solutions qui découlent de cette évaluation sont :

- Allongement de la durée d'émission de l'ULB fixée aux enregistreurs de vol (90 jours à la place de 30 jours),
- Installation d'ULB basse fréquence (entre 8,5 et 9,5 kHz) fixées à l'avion,
- Transmission régulière des paramètres de base de l'avion (par l'intermédiaire d'ACARS par exemple),
- Transmission déclenchée des données de vol. Sur ce point, un travail supplémentaire est considéré nécessaire et le BEA consultera encore des membres du groupe pour réaliser une étude. Et,
- Installation d'enregistreurs éjectables.

Les deux premiers points sur les ULB sont considérés comme des solutions à court terme, la transmission des données déclenchées est une solution à moyen terme et enfin l'installation des enregistreurs éjectables est une solution à long terme. Sur ce dernier point, le groupe a convenu qu'il peut être difficile d'installer les enregistreurs éjectables sur les avions dont la conception initiale n'aura pas tenu compte de l'installation de ces enregistreurs.

Toutes ces solutions se complètent pour établir un ensemble robuste de solution de récupération de données.

4 –RECOMMANDATIONS DE SECURITE DU BEA

Les recommandations de sécurité issues du travail du groupe ont été publiées par le BEA dans le deuxième rapport d'étape de l'enquête sur l'accident de l'AF447 le 17 décembre 2009.

Sur la base de ces travaux, le BEA recommande à l'AESA et à l'OACI :

1. **de porter aussi rapidement que possible à 90 jours la durée d'émission réglementaire des ULB équipant les enregistreurs de vol des avions**

effectuant du transport public de passagers au-dessus de zones maritimes ;

2. d'imposer aussi rapidement que possible que les avions effectuant du transport public de passagers au-dessus de zones maritimes soient équipés d'une ULB supplémentaire capable d'émettre sur une fréquence (par exemple entre 8,5 kHz et 9,5 kHz) et pour une durée adaptées à la pré-localisation de l'épave ;
3. d'étudier la possibilité d'imposer pour les avions effectuant du transport public de passagers la transmission régulière de paramètres de base (par exemple : position, altitude, vitesse, cap).

Par ailleurs, le BEA recommande à l'OACI :

4. de demander au Groupe FLIRECP(19) l'établissement de propositions sur les conditions de mise en œuvre d'enregistreurs éjectables de type Eurocae ED-112 pour les aéronefs effectuant du transport public de passagers..

Annexes

Annexe 1 : Liste des opérations sous-marines de récupération

Annexe 2 : Feuille des scores de l'évaluation

Annexe 3 : Justification des scores

Annexe 1: Liste des opérations sous-marines de récupération

N°	Type avion	Compagnie	Date	Lieu	Phase de vol	Prof (m)	# ULB détachée	# ULB HS	CVR jours	FDR jours	Moyens	Coût (M USD)	Queue flottant	Distance de la côte (NM)
1	DC9	Itavia #870	27/06/80	Ustica, Italie	En-Route	3500			2555	3650	ROV			
-----Note :									Ce grand nombre de jours est dû au fait qu'il a été décidé de récupérer les enregistreurs 10 ans après l'accident. Ce n'était pas dû à des raisons techniques					
2	B747	Air India #182	23/06/85	Cork, Irlande	En-Route	3250			17	18	ROV		non	
3	IAI 1124 Westwind	Pel-Air Aviation	10/10/85	Sydney, Australie	Montée	92		1 (FDR)	150	150	ROV		non	7
4	B747	South African Airways #295	28/11/87	Ile Maurice	En-Route	4400			840	pas trouvé	ROV		non	135
5	B757	Birgenair #301	06/02/96	Puerto Plata, République Dominicaine	Décollage	2200			22	22	ROV	1,5		15
6	DC9	ValueJet #592	11/05/96	Everglades, USA	Montée	2	1 (CVR)	1	15	2	Plongeurs	1	non	1
7	B747	TWA #800	17/07/96	New York, USA	Montée	40			7	7	Plongeurs	10	non	8
8	B737	Silk Air #185	19/12/97	Palembang, Indonésie	En-Route	8	2		20	5	Plongeurs		non	0,2
9	MD-11	Swiss Air #111	02/09/98	Halifax, Canada	En-Route	55			9	4	Plongeurs			5
10	B767	Egypt Air #990	31/10/99	Connecticut, USA	En-Route	75	1 (CVR)		13	9	ROV	3,5		60
11	A310	Kenya Airways #430	30/01/00	Abidjan, Côte d'Ivoire	Décollage	50			26	6	Variés	0,06	oui	1,5
12	MD-83	Alaska Airlines #261	31/01/00	Los Angeles, USA	En-Route	200			2	3	ROV	2,5		15
13	A320	Gulf Air #72	23/08/00	Muharraq,	Approche	3	2		1	1			oui	3

				Bahrain										
14	MD-82	China Northern #6163	07/05/02	Dalian, Chine		10		7	14	Plongeurs				
15	B747	China Airlines	25/05/02	Pengu Island, Taiwan	Montée	20		24	25	ROV	12,4	Partie	25	
16	ATR72	Trans Asia	21/12/02	Pengu Island, Taiwan	Descente	60	1 (CVR)	23	22	ROV	2,6	non	14.6	
17	B737	Flash Airlines #504	03/01/04	Sharm el-Sheikh, Egypte	En-Route	1030	1 (CVR)	13	12	ROV	1	non	1	
18	ATR72	Tuninter	06/08/05	Palermo, Italie	En-Route	1440		23	24	ROV	1	non		
19	A320	Armavia Air #967	02/05/06	Sochi, Russie	Approche	505		20	22	ROV		oui		
20	B737	Adam Air #574	01/01/07	Pare Pare, Indonésie	En-Route	1800		<u>240</u>	<u>240</u>	ROV	4	non		
								<p style="text-align: center;">-----Note : Ce grand nombre de jours est dû au fait qu'il a été décidé de récupérer les enregistreurs plusieurs mois après l'accident. Ce n'était pas dû à des raisons techniques</p>						
21	DHC6	Air Moorea #1121	09/08/07	Moorea, Polynésie Française	Approche	670		21		ROV	2	non		
22	Metro III	Charter	09/04/08	Sydney, Australie		100	1 (FDR)	77	77	ROV	0,45	non	10	
23	A320	XL Airways	27/11/08	Perpignan, France	Descente	40	1	2	3	Plongeurs	0,5	oui		
24	A320	US Airways #1549	15/01/09	New York, USA	Montée	20		7	7	Plongeurs	0,1	non	0	
25	A330	Air France #447	01/06/09	Océan Atlantique	En-Route			Pas trouvé	Pas trouvé	ROV	40	oui		
26	A310	Yemenia #626	30/06/09	Moroni, Comores	Approche	1200	2	60	60	ROV	2,5	non	3	

Annexe 2: feuille de score de l'évaluation

Définition des couleurs et scores :

Maturité technique, équipement et coût :

Maturité Technique	8 à 10	Si le système est techniquement mûr, les spécifications sont complètes et les fabricants ont approuvé les produits à la vente
	4 à 7	Si les spécifications et la technologie sont mûrs mais les équipements ne sont pas approuvés ou sont en développement
	1 à 3	Si les équipements et les spécifications n'ont pas été développés et/ou ne sont pas approuvés
Equipement (Avion/Sol)	8 à 10	Si l'avion et les stations sol sont équipés de l'équipement nécessaire
	4 à 7	Si l'avion ou les stations sol sont partiellement équipés et/ou ont une partie de l'équipement nécessaire
	1 à 3	Si l'avion ou les stations sol n'ont pas tous les équipements nécessaires
Coût	8 à 10	S'il y a peu ou pas de coût
	4 à 7	Si le coût est moins que 10K\$/avion et moins de 25K\$/station sol
	1 à 3	Si le coût est supérieur à 10K\$/avion ou à 25K\$/station sol

Applicabilité (combinaison de taux de récupération de données et contribution à la localisation :

Taux de récupération des données Ce sous-facteur mesure combien de temps aurait été économisé ainsi que le pourcentage de données de vol qui aurait été récupéré si la solution avait été en place pour les 26 accidents énumérés dans le tableau des opérations sous-marines de récupération fournie par le BEA.

Les scores pour ce sous-facteur sont calculés en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Score} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} k(i) \times D(i), \text{ où :}$$

- $k(i)$ varie entre 0% and 100%, en fonction du pourcentage de données récupéré pour l'accident n°1
- **D(i)=0** si le nombre de jours pour récupérer les enregistreurs de l'accident n°1 est moins de 5 jours
- **D(i)=5** si le nombre de jours est entre 6 et 30
- **D(i)=10** si le nombre de jours est supérieur à 30.

Contribution à la localisation

Ce sous-facteur mesure dans quelle mesure la solution aurait aidé à la localisation des enregistreurs / zone de l'épave si elle avait été en place pour les 26 accidents énumérés dans le tableau des opérations sous-marine de récupération fournie par le BEA.

Les scores pour ce sous-facteur sont calculés comme suit:

$$\text{Score} = \frac{1}{26} \sum_{i=1}^{26} L(i), \text{ où :}$$

- **L(i)=10** si la solution aurait aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1 et un ROV a été utilisé pour la récupération
- **L(i)=5** si la solution aurait aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1 et des plongeurs ont été utilisés pour la récupération, parce qu'employer des plongeurs indique que la localisation de l'épave était déjà bien déterminée
- **L(i)=0** si la solution n'aurait pas aidé à localiser les enregistreurs de l'accident n°1.

	Modèle de faisabilité du système	Maturité technique	Equipement (avion/sol)	Coût	Applicabilité	Score Global
1	Transmission de données de vol					
1.1	Transmission automatique continue en temps réel des données de vol					
1.1.1	Audio du CVR (CAM 1 piste 16kHz, 256 kbit/s)	2	2	1	1	1.3
1.1.2	Images cockpit (vue générale cockpit 4 i/sec, 8 Mbit/s)	2	2	1	1	1.3
1.1.3	Images cockpit (vue générale cockpit 4 i/sec, compressée à 256 kbit/s)	2	2	1	1	1.3
1.1.4	Tous paramètres FDR (jusqu'à 1024 mots/s, 12.288 kbit/s)					
1.1.4.1	Avion pas équipé Satcom	7	2	1	7	3.85
1.1.4.2	Avion équipé Satcom	7	6	2	7	4.85
1.1.5	Paramètres essentiels (64 mots/s, 0.768 kbit/s)					
1.1.5.1	Avion pas équipé Satcom	7	2	1	6	3.55
1.1.5.2	Avion équipé Satcom	7	6	2	6	4.55
1.1.6	3 paramètres (lat, long, altitude) (6 mots/s, 0.072 kbit/s)					
1.1.6.1	Avion pas équipé Satcom	8	2	1	6	3.7
1.1.6.2	Avion équipé Satcom	8	6	2	6	4.7

1.2	Déclenchement de transmission de données lorsqu'un événement est détecté					
1.2.1	Audio du CVR (CAM 1 piste 16kHz, 256 kbit/s)	1	2	2	1	1.55
1.2.2	Images cockpit (vue générale cockpit 4 i/sec, 8 Mbit/s)	1	2	2	1	1.55
1.2.3	Images cockpit (vue générale cockpit 4 i/sec, compressée à 256 kbit/s)	1	2	2	1	1.55
1.2.4	Tous paramètres FDR (jusqu'à 1024 mots/s, 12.288 kbit/s)					
1.2.4.1	Avion pas équipé Satcom	6	2	1	6	3.4
1.2.4.2	Avion équipé Satcom	6	6	3	6	4.8
1.2.5	Paramètres essentiels (64 mots/s, 0.768 kbit/s)					
1.2.5.1	Avion pas équipé Satcom	6	2	1	6	3.4
1.2.5.2	Avion équipé Satcom	6	6	6	6	6
1.2.6	3 paramètres (lat, long, altitude) (6 mots/s, 0.072 kbit/s)					
1.2.6.1	Avion pas équipé Satcom	6	2	1	6	3.4
1.2.6.2	Avion équipé Satcom	6	7	8	6	6.95
1.3	Usage plus intensif du report automatique de positionnement (ADS-B)					
1.3.1	Usage plus intensif du report automatique de positionnement - ADS-B Out	9	4	4	5	5.05

1.3.2	Usage plus intensif du report automatique de positionnement - ADS-B In	6	6	2	6	4.4
1.4	Inclure des paramètres (position, cap, vitesse, altitude, accélérations...) dans les messages de maintenance ACARS	9	8	5	4	5.75
1.5	Inclure des paramètres dans les messages de report de position AOC ACARS	9	9	6	4	6.3
1.6	Transmission de données vers un vaisseau lorsque celui ci s'approche du lieu de l'épave	2	1	1	1	1.15
1.7	Utilisation des informations de triangulation, ou d'angle de faisceau pour calculer la position de l'avion					
1.7.1	avion équipé de transmission large bande rapide	6	2	6	4	4.8
1.7.2	avion équipé du Satcom classique	6	6	6	4	5.4
2	Nouvelles technologie d'enregistreurs de vol					
2.1	Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112					
2.1.1	Cas du retro fit	9	2	1	8	4.45
2.1.2	Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel	9	2	2	8	4.85

2.1.3	Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour remplacer un enregistreur combine plus une ELT	9	9	7	8	7.9
2.2	Installation d'un enregistreur de vol combiné éjectable flottant de type ED-155					
2.2.1	Cas du retro fit	9	2	1	8	4.45
2.2.2	Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel	9	2	1	8	4.45
2.2.3	Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour un enregistreur complémentaire	9	9	1	8	5.5
2.3	Installation d'un enregistreur de vol léger combiné supplémentaire de type ED-155 dans la queue					
2.3.1	Cas du retro fit	9	2	2	1	2.75
2.3.2	Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel	9	2	2	1	2.75
2.3.3	Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour un enregistreur complémentaire	9	9	2	1	3.8
2.4	Améliorer la résistance de l'attache de la balise ULB (rendre conforme à la spécification EUROCAE ED-112)					
3	Technologie de localisation des épaves					
3.1	Accroissement autonomie des ULB actuelles (90 jours au lieu de 30)	10	7	7	1	5.65

3.2	Utilisation d'ULB basses fréquences attachées à l'avion	9	3	7	6	6.4
3.3	ULB transmettant seulement quand elles sont interrogées (pour améliorer leur autonomie)	2	1	1	6	2.65
3.4	ELT éjectables avec émission de position GPS	9	6	1	6	4.45
3.5	Autres solutions pour localiser l'épave d'une plus grande distance (couverture d'une zone 40 nautiques de rayon dans les 30 jours après l'accident à une profondeur maximum de 6000 m)	2	1	2	6	3.05

Annexe 3: Justification des scores

Les scores attribués à chaque solution sont détaillés ci-dessous.

1.1.1 Transmission automatique continue en temps réel des données audio du CVR (CAM 1 piste 16kHz, 256 kbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge) La vitesse de transmission ne peut pas être atteinte par les moyens actuels. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation ainsi que les coûts de transmission par satellite à 256 kbits/s en continu seraient élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100%. La contribution à la localisation est nulle

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.1.2 Transmission automatique continue en temps réel des images du cockpit (vue générale du cockpit à 4 images/sec, 2048 kbit/s à 8 Mbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge) Les moyens de communication actuels ne sont pas en mesure de transmettre des images à 8Mbit/s. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des caméras et des nouveaux systèmes de communication satellite
<u>Facteur 2:</u>	Le score est de 1 (rouge)

<u>Coût</u>	Les coûts d'installation ainsi que les coûts de transmission par satellite à 8 Mbits/s en continu seraient élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100% et en faisant l'hypothèse qu'un enregistreur d'image était à bord des 26 avions de la liste et qu'il a été récupéré le même jour que le CVR. La contribution à la localisation est nulle

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.1.3 Transmission automatique continue en temps réel des images du cockpit (vue générale du cockpit à 4 images/sec, compressé à 256 kbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge) La vitesse de transmission ne peut pas être atteinte par les moyens actuels. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des caméras et des nouveaux systèmes de communication satellite.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation ainsi que les coûts de transmission par satellite à 256 kbits/s en continu seraient élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% et en faisant l'hypothèse qu'un enregistreur d'image était à bord des 26 avions de la liste et qu'il a été récupéré le même jour que le CVR. La contribution à la localisation est nulle

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.1.4.1 Transmission automatique continue en temps réel de tous les paramètres FDR (jusqu'à 1024 mots/s, 12,288 kbit/s) - Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u>	SF 1.1 Maturité
-------------------	-----------------

<u>Faisabilité technique</u>	<p>Le score est de 7 (jaune)</p> <p>La transmission en continu est possible avec les services Iridium ou Inmarsat actuellement disponibles. Des systèmes avioniques sont déjà disponibles et peuvent être installés.</p> <p>Les zones polaires ne sont pas couvertes par Inmarsat.</p> <p>La transmission de données par satellite est déjà en phase de test sur des vols commerciaux.</p> <p>La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol)</p> <p>Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Nécessite l'installation de systèmes SatCom et d'autres équipements non encore installés comme des concentrateurs de données connectés à la SatCom ou à la HF.</p>
<u>Facteur 2: Coût</u>	<p>Le score est de 1 (rouge)</p> <p>Les coûts d'installation seraient bien au-dessus de \$10K/avion pour les avions non encore équipés de SatCom</p> <p>Les coûts opérationnels pour envoyer 12 kbits/s de données en continu par satellite sont aussi élevés.</p>
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	<p>Le score est de 7 (jaune)</p> <p>Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100% lorsqu'un FDR était à bord, 0% sinon.</p> <p>La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.</p>

Source:

- Airbus
- Astrium
- Inmarsat
- Iridium
- FLYHT

1.1.4.2 Transmission automatique continue en temps réel de tous les paramètres FDR (jusqu'à 1024 mots/s, 12,288 kbit/s) - Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1: Faisabilité technique</u>	<p>SF 1.1 Maturité</p> <p>Le score est de 7 (jaune)</p> <p>Identique au 1.1.4.1</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol)</p> <p>Le score est de 6 (jaune)</p> <p>Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des concentrateurs de données connectés à la SatCom ou à la HF.</p>
<u>Facteur 2: Coût</u>	<p>Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Les coûts d'installation seraient au delà de \$10K/avion</p>

	Les coûts opérationnels pour envoyer 12 kbits/s de données en continu par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 7 (jaune) Identique au 1.1.4.1

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.1.5.1 Transmission automatique continue en temps réel des paramètres essentiels (64 mots/s, 0,768 kbit/s) - Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 7 (jaune) Identique au 1.1.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Identique au 1.1.4.1
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion pour les avions non équipés de SatCom Les coûts opérationnels pour envoyer des données en continu par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% lorsque qu'un FDR était à bord, 0% sinon. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.1.5.2 Transmission automatique continue en temps réel des paramètres essentiels (64 mots/s, 0,768 kbit/s) - Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 7 (jaune) Identique au 1.1.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune)

	Identique au 1.1.4.2
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion. Les coûts opérationnels pour envoyer des données en continu par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.1.5.1

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.1.6.1 Transmission automatique continue en temps réel de 3 paramètres (latitude, longitude, altitude 0,072 kbit/s) - Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité</u> <u>technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 8 (vert) La transmission en continu est possible avec les services Iridium ou Inmarsat actuellement disponibles. Des systèmes avioniques sont déjà disponibles et peuvent être installés. Les zones polaires ne sont pas couvertes par Inmarsat. La transmission de données par satellite est déjà en phase de test sur des vols commerciaux. Les informations GPS sont déjà transmises aux systèmes SatCom. Il n'y a donc pas besoin de concentrateur de données supplémentaire. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite l'installation de SatCom et d'autres équipements
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion pour les avions non équipés de SatCom Les coûts opérationnels pour envoyer des données en continu par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: -Airbus

- Astrium
- Inmasat
- Iridium
- FLYHT

1.1.6.2 Transmission automatique continue en temps réel de 3 paramètres (latitude, longitude, altitude 0,072 kbit/s) - Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 8 (vert) Identique au 1.1.6.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune) Nécessite des équipements non encore installés à bord.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion Les coûts opérationnels pour envoyer des données en continu par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

- Source:
- Airbus
 - Astrium
 - Inmasat
 - Iridium
 - FLYHT

1.2.1 Transmission déclenchée des données audio du CVR lorsqu'un événement catastrophique est détecté (CAM 1 piste 16 kHz, 256 kbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 1 (rouge) La vitesse de transmission ne peut pas être atteinte par les moyens actuels La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles La fiabilité des critères de déclenchement est à valider.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion

	Les coûts opérationnels pour envoyer 256 kbits/s de données par satellite sont aussi élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50%. La contribution à la localisation est nulle

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.2.2 Transmission déclenchée des images du cockpit (vue générale cockpit 4 images/sec, 2048 kbit/s à 8 Mbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 1 (rouge) Les moyens de communications actuels ne peuvent pas transmettre des images à 8Mbit/s. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inusuelles La fiabilité des critères de déclenchement est à valider.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des cameras, des nouveaux systèmes SatCom.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation seraient élevés ainsi que les coûts opérationnels pour envoyer 8 Mbits/s de données par satellite (\$8/Mbyte, \$3/min)
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% et en faisant l'hypothèse qu'un enregistreur d'image était à bord des 26 avions de la liste et qu'il a été récupéré le même jour que le CVR. La contribution à la localisation est nulle.

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.2.3 Transmission déclenchée des images du cockpit (vue générale cockpit 4 images/sec, compressé à 256 kbit/s)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 1 (rouge) Identique au 1.2.2
---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des cameras, des nouveaux systèmes SatCom.</p>
<u>Facteur 2: Coût</u>	<p>Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Les coûts d'installation seraient élevés ainsi que les coûts opérationnels pour envoyer 256 kbit/s de données par satellite (\$8/Mbyte, \$3/min)</p>
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	<p>Le score est de 1 (rouge)</p> <p>Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% et en faisant l'hypothèse qu'un enregistreur d'image était à bord des 26 avions de la liste et qu'il a été récupéré le même jour que le CVR. La contribution à la localisation est nulle</p>

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium

1.2.4.1 Transmission déclenchée de tous les paramètres (jusqu'à 1024 mots/s, 12,288 kbit/s) – Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1: Faisabilité technique</u>	<p>SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune)</p> <p>La transmission est possible avec les services Iridium ou Inmarsat actuellement disponibles et les systèmes avioniques actuels Les zones polaires ne sont pas couvertes par Inmarsat. La transmission de données par satellite est déjà en phase de test sur des vols commerciaux. La visibilité de l'antenne ne peut pas être garantie à tout instant, en particulier pour des avions en positions inhabituelles Le test des conditions de déclenchement pour détecter une urgence a commencé il y a plusieurs années et bien qu'elles ne soient pas matures au regard des standards de l'industrie, cette approche pour transmettre les données en temps réel devient de plus en plus robuste et acceptée.</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Nécessite l'installation d'un système SatCom. Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des concentrateurs de données.</p>
<u>Facteur 2: Coût</u>	<p>Le score est de 1 (rouge)</p> <p>Les coûts d'installation (y compris le système SatCom) seraient au-delà de \$10K/avion Les coûts opérationnels d'envoi de données à 12 kbits/s par satellite sont élevés.</p>

<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% lorsqu'un FDR était à bord, 0% sinon. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.
-------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.2.4.2 Transmission déclenchée de tous les paramètres (jusqu'à 1024 mots/s, 12,288 kbit/s) – Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des concentrateurs de données.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 3 (rouge) Les coûts d'installation seraient au-delà de \$10K/avion, car la vitesse de transmission ne peut pas être atteinte avec les moyens actuels. Mais le SatCom serait déjà installé. Les coûts opérationnels d'envoi de données à 12 kbits/s par satellite sont élevés.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 50% lorsqu'un FDR était à bord, 0% sinon. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.2.5.1 Transmission déclenchée des paramètres essentiels (64 mots/s, 0,768 kbit/s) – Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions dont le SatCom.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation (y compris le système SatCom) seraient au-delà de \$10K/avion
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 25% lorsqu'un FDR était à bord, 0% sinon. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: -Airbus
-Astrium
-Inmasat
-Iridium
-FLYHT

1.2.5.2 Transmission déclenchée des paramètres essentiels (64 mots/s, 0,768 kbit/s) – Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, mais moins complexes que pour le 1.2.4.2
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 6 (jaune) Les coûts d'installation sont estimés à moins de \$10K/avion, car moins complexe qu'un système transmettant tous les paramètres FDR et le SatCom serait déjà installé. Les coûts de transmission des données seraient faibles à condition que les critères de déclenchement soient fiables (robustes). Pour la plupart des vols, aucune transmission n'aurait lieu.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.5.1

Source: -Airbus
 -Astrium
 -Inmasat
 -Iridium
 -FLYHT

1.2.6.1 Transmission déclenchée de 3 paramètres (latitude, longitude, altitude 0,072 kbit/s) - Avions non équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions dont le SatCom.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation d'un système SatCom sont supérieurs à \$10K/avion.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: -Airbus
 -Astrium
 -Inmasat
 -Iridium
 -FLYHT

1.2.6.2. Transmission déclenchée de 3 paramètres (latitude, longitude, altitude 0,072 kbit/s) - Avions équipés de SatCom

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.2.4.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 7 (jaune) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, mais plus simples que pour les paramètres essentiels car les informations GPS sont déjà disponibles dans le système SatCom.
<u>Facteur 2:</u>	Le score est de 8 (vert)

<u>Coût</u>	Les coûts de transmission seraient bas, à condition que les critères de déclenchement soient fiables (robustes). Pour la plupart des vols, aucune transmission n'aurait lieu.
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source:

- Airbus
- Astrium
- Inmasat
- Iridium
- FLYHT

1.3.1 Usage plus étendu des rapports automatiques de position - ADS-B Out

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature et déjà utilisée. Les stations sol existent déjà (il y en a 794 aux Etats-Unis afin de fournir une couverture sur tout le pays) L'obligation de l'ADS-B Out dépend de l'espace aérien traversé. (forward fit pour Eurocontrol en 2012 et retro fit en 2015; tous les aéronefs aux Etats-Unis en 2020) La possibilité d'enregistrement des données reçues par les stations sol existe (et est prévue aux Etats-Unis)
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 4 (jaune) Dans le NPRM DOT docket No. FAA-2007-23305, les requis de performance de l'ADS-B Out s'appliqueront à tous les aéronefs (immatriculés aux Etats-Unis et ailleurs) circulant dans les espaces aériens américains désignés. Couverture limitée dans les régions sans radar.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 4 (jaune) Les coûts d'installation sont inférieurs à \$10K/avion et à \$25K/station sol, mais des stations sol sont nécessaires et il faut plus d'avions équipés ADS-B In pour que cette solution soit utile.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 5 (jaune) ADS-B Out – Enregistrement soumise à la réception par une station sol Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut. Pour les accidents à moins de 300 NM de la côte.

Source: Airbus contribution to WG#2
-FAA contribution to WG#2 ("ADS-B system – Potential uses for Flight Data Recovery")

1.3.2 Usage plus étendu des rapports automatiques de position - ADS-B In

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Cette technologie est mature et déjà utilisée. Elle ne serait bénéfique que si tous les aéronefs étaient équipés ADS-B In.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune) Non obligatoire actuellement. Nécessite que les bénéfices opérationnels soient approuvés. Peut-être enregistré avec le data-link.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation sont supérieurs à \$10K/avion et à \$25K/station sol

<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	<p>Le score est de 6 (jaune)</p> <p>Le taux de récupération de données est nul, car seules les données de position seraient transmises.</p> <p>Pour l'évaluation, on fait l'hypothèse qu'au moins un avion équipé ADS-B In était à proximité de chaque avion de la liste d'accident et la contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.</p>
-------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: -FAA ("ADS-B system – Potential uses for Flight Data Recovery")

1.4 Inclure des paramètres (position, cap, vitesse, altitude, accélérations...) dans les messages de maintenance ACARS

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité</u> <u>technique</u>	<p>SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert)</p> <p>Cette technologie est mature et déjà utilisée, avec les services classiques d'Inmarsat ou Iridium.</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 8 (vert)</p> <p>Non obligatoire actuellement, mais la plupart des long-courriers sont déjà équipés ACARS. Le logiciel du FMC doit fournir des données au CMU Cette solution ne consiste pas à équiper tous les avions avec ACARS. Elle propose seulement d'inclure des paramètres de base dans les messages ACARS pour les avions qui en sont déjà équipés.</p>
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	<p>Le score est de 5 (jaune)</p> <p>Les coûts sont associés à l'ajout de ces paramètres dans les messages déjà existants. Ils sont estimés à \$0.25/message, et le coût supplémentaire par paramètre est de l'ordre de 5%. Il y aurait aussi des coûts associés au changement logiciel du FMC pour fournir des données au CMU.</p>
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	<p>Le score est de 4 (jaune)</p> <p>Le taux de récupération de données est nul, car seules les données de position seraient transmises.</p> <p>La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut, en faisant l'hypothèse que tous les avions de la liste étaient équipés d'ACARS après 1990.</p>

Source: -Airbus
-Air France
-SITA
-Honeywell

1.5 4 Inclure des paramètres (position, cap, vitesse, altitude, accélérations...) dans les messages AOC ACARS

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Identique au 1.4
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 9 (vert) Identique au 1.4, sauf qu'aucun changement du FMS est nécessaire.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.4, sauf qu'il n'y a aucun coût associés au changement du FMS.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 4 (jaune) Identique au 1.4

Source: -Airbus
-Air France
-SITA
-Honeywell

1.6 Transmission de données vers un vaisseau lorsque celui ci s'approche du lieu de l'épave

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge) La plupart de ces solutions ne sont qu'au stage de concept. La conception des enregistreurs devrait être changée afin de : (a) permettre l'accès à la mémoire, ce qui peut ne pas être possible avec les modules mémoires actuels qui ne sont pas étanches lorsqu'ils sont en eaux profondes (b) fournir de l'énergie pour accéder à la mémoire sous l'eau Il parait très difficile de maintenir les boitiers complètement hermétiques à grandes profondeur à cause de l'ajout d'interfaces de communication et d'énergie pour fournir les paramètres. Une solution qui intègre un modem acoustique résistant aux accidents et des batteries dans le module mémoire semble complexe.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 1 (rouge) Non encore installé sur aucun avion. Non seulement de nouveaux équipements avion seraient nécessaires, mais il faudrait aussi développer de nouveaux équipements de sous-marins et de stations sol.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts par avion seraient supérieurs à \$10K. Il y aurait en plus des coûts associés aux équipements maritimes et aux stations sol.

<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100%. La contribution à la localisation a été mise à 0, car une pré-localisation de l'enregistreur est nécessaire pour recevoir les données de façon acoustique (portée acoustique de l'ordre de 100 m).
-------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: -Benthos
-Dukane
-GE
-IXWaves

1.7.1 Utilisation des informations de triangulation, ou d'angle de faisceau pour calculer la position de l'avion - avion équipé de transmission large bande rapide

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Inmarsat a réalisé des essais préliminaires qui indiquent que les modems appropriés sont disponibles et pourraient être déployés rapidement pour assurer ce service sur les 7 satellites « classic aero » d'Inmarsat.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Seulement environ 500 avions sont actuellement équipés de SwiftBroadband.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 6 (jaune) Aucun coût supplémentaire pour les équipements avions. Mais un logiciel de calcul de trajectoire pour les stations sol doit être développé et testé
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 4 (jaune) Le taux de récupération de données est nul La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut, en faisant l'hypothèse que tous les avions de la liste (sauf les avions de transport régionaux) étaient équipés de SatCom après 1990.

Source: -Inmasat

1.7.2 Utilisation des informations de triangulation, ou d'angle de faisceau pour calculer la position de l'avion - avion équipé du Satcom classique

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.7.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol)

	Le score est de 6 (jaune) Plus de 7300 avion sont équipés d'Inmarsat classic Aero
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 6 (jaune) Identique au 1.7.1
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 4 (jaune) Identique au 1.7.1

Source: -Inmasat

2.1.1 Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112– Cas du retro fit

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature. En effet, elle est utilisée avec succès sur des avions militaires depuis plus de 30 ans. Des enregistreurs éjectables pour l'aviation civile sont certifiés et utilisés depuis 1997. Des TSOs de la FAA sont en place pour l'implémentation.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Nécessite des équipements non encore installés à bord des avions, comme des socles spécifiques à chaque type d'avion et sur lesquels viennent s'emboîter les enregistreurs éjectables.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) L'équipement avion serait supérieur à \$10 K (Equipement de \$25K à \$30K par avion + plus marge du revendeur)
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Puisque cette solution indique les accidents et la zone des débris dans les minutes suivants l'accident, elle augment de façon significative la probabilité de localiser l'épave et de récupérer les données. Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100%. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source:

- Airbus
- DRS
- EADS 2
- GE

2.1.2 Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112– Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Identique au 2.1.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Une fois le STC délivré pour un type d'avion donné, aucun autre équipement est nécessaire, puisque tout serait intégré très tôt dans la construction de l'avion. Le STC permettrait de remplacer un enregistreur fixe et une balise de détresse, comme pour le 2.1.3 ci-dessous.
<u>Facteur 2:</u>	Le score est de 2 (rouge)

<u>Coût</u>	Identique au 2.1.1, sauf que le coût est peut-être légèrement moindre pour un nouveau certificat individuel. Le coût diminuerait encore davantage, une fois qu'un STC est délivré pour un type d'avion donné. Le STC permettrait de remplacer un enregistreur fixe et une balise de détresse, comme pour le 2.1.3 ci-dessous.
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Identique au 2.1.1

Source: - Airbus
- DRS
- EADS
- GE

2.1.3 Installation d'un enregistreur de vol éjectable flottant de type ED-112 - Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour remplacer un enregistreur combine plus une ELT

<u>Facteur 1: Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Identique au 2.1.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 9 (vert) Aucun nouveau équipement n'est nécessaire, puisqu'intégré dès la conception de l'avion.
<u>Facteur 2: Coût</u>	Le score est de 7 (jaune) Pour les nouveaux avions, les coûts récurrents seraient similaires à ceux pour les enregistreurs fixes. L'enregistreur éjectable remplacerait un enregistreur fixe et une balise de détresse (ELT). Mais une certification serait nécessaire pour chaque type d'avion.
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Identique au 2.1.1

Source: - Airbus
- DRS
- EADS
- GE

2.2.1 Installation d'un enregistreur de vol combiné éjectable flottant de type ED-155 – Cas du retro fit

<u>Facteur 1:</u>	SF 1.1 Maturité
-------------------	-----------------

<u>Faisabilité technique</u>	Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Identique au 2.1.1
<u>Facteur 2: Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Les coûts d'installation seraient supérieurs à \$10 K/avion. (Equipement \$10K to \$15K par avion + marge du revendeur/installateur) Par ailleurs, les avions devraient toujours emporter et maintenir 2 enregistreurs fixes de type ED-112 (il y aurait donc un total donc de 3 enregistreurs à bord)
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Identique au 2.1.1

Source: - Airbus
- DRS
- EADS
- GE

2.2.2 Installation d'un enregistreur de vol combiné éjectable flottant de type ED-155 - Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel

<u>Facteur 1: Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) Identique au 2.1.1
<u>Facteur 2: Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Identique au 2.2.1
<u>Facteur 3: Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Identique au 2.1.1

Source: - Airbus
- DRS
- EADS
- GE

2.2.3 Installation d'un enregistreur de vol combiné éjectable flottant de type ED-155 - Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour un enregistreur complémentaire

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Identique au 2.1.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 9 (vert) Identique au 2.1.3
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Pour les nouveaux types d'avion, les coûts récurrents seraient similaires à ceux des enregistreurs fixes. Mais l'enregistreur éjectable viendrait en plus des 2 enregistreurs fixes ED-112, ce qui augmenterait le poids et les coûts de maintenance. Une certification serait nécessaire pour chaque type d'avion.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 8 (vert) Identique au 2.1.1

Source: - Airbus
- DRS
- EADS
- GE

2.3.1 Installation d'un enregistreur de vol léger combiné de type ED-155 dans la queue – cas du retro fit

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature et déjà utilisée dans l'aviation générale.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 2 (rouge) L'installation de nouveaux équipements est nécessaire (câblage par exemple)
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Les coûts d'installation seraient supérieurs à \$10 K/avion. L'enregistreur ED-155 viendrait en plus des 2 enregistreurs ED-112, ce qui augmenterait le poids et les coûts de maintenance.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données a été calculé avec un k(i) à 100% seulement lorsque l'empennage vertical flottait après l'accident

	La contribution à la localisation a été mise à 10 ou 5 (selon l'utilisation ou non de plongeurs) seulement pour les accidents avec l'empennage vertical flottant. Pour les autres accidents, la contribution à la localisation a été mise à 0.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: - Airbus
- GE
- L3 Com

2.3.2 Installation d'un enregistreur de vol léger combiné de type ED-155 dans la queue - Cas du forward fit sur un nouveau certificat individuel

Identique au 2.3.1.

2.3.3 Installation d'un enregistreur de vol léger combiné de type ED-155 dans la queue - Cas du forward fit sur un nouveau certificat de type pour un enregistreur complémentaire

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Identique au 2.3.1
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 9 (vert) Aucun nouveau équipement n'est nécessaire, puisqu'intégré dès la conception de l'avion.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 2 (rouge) Identique au 2.3.1
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Identique au 2.3.1

Source: - Airbus
- GE
- L3 Com

3.1 Accroissement de l'autonomie des ULB actuelles (90 jours au lieu de 30)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 10 (vert) Cette technologie est mature. En effet, le produit est disponible et utilisé. Il est qualifié TSO-C121.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 7 (jaune) Les ULB de 90 jours sont déjà sur le marché et utilisées par certains opérateurs. Les attaches actuelles sur les enregistreurs peuvent être utilisées. Il n'y a donc pas d'impact pour le retro-fit.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 7 (jaune) Coût inférieur à \$1000 par unité. Mais il y a des coûts associés à la gestion de configuration (correspondance des n° de type)
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 1 (rouge) Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été mise à 10 lorsque le(s) enregistreur(s) ont été récupérés entre 30 et 90 jours après l'accident, 0 sinon.

Source: - Dukane
- Benthos
- Honeywell

3.2 Utilisation d'ULB basses fréquences attachées à l'avion

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature. En effet, les ULBs à basse fréquence sont déjà disponibles et utilisées pour des avions militaires et les navettes spatiales
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 3 (rouge) Non installés sur les avions civils, mais la plupart des navires équipés de moyens acoustiques ont déjà les capacités de détecter les signaux entre 2 et 10 kHz.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 7 (jaune) Coût de \$7000 par unité environ, mais des coûts d'installation et de certification sont à prendre en compte.

<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	<p>Le score est de 6 (jaune)</p> <p>Cette technologie permettrait d'augmenter la portée de détection (jusqu'à 4 NM au lieu de 1 NM pour les ULBs à 37,5 kHz). Ainsi, cet équipement permettrait de diminuer la durée des recherches.</p> <p>Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.</p>
-------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Source: - ACSA
- Benthos
- Dukane
- iXWaves

3.3 ULB transmettant seulement quand elles sont interrogées (pour améliorer leur autonomie)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	<p>SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Cette technologie n'est pas mature. L'intégration des circuits de réception du signal dans les équipements actuels ne sont pas encore conçus. Les circuits supplémentaires d'une ULB répondant à des interrogations augmenteraient la complexité et diminueraient par conséquent la fiabilité.</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 1 (rouge)</p> <p>Au stade d'idée de conception.</p>
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	<p>Le score est de 1 (rouge)</p> <p>Engendrait des coûts de développement, de test, de certification et d'installation Nécessiterait également un navire spécialisé avec les équipements appropriés pour interroger les ULBs.</p>
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	<p>Le score est de 6 (jaune)</p> <p>La consommation des batteries peut être économisée jusqu'à ce que l'ULB soit interrogée. L'autonomie serait ainsi accrue ainsi que la probabilité de récupération. Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.</p>

Source: - Dukane
- Benthos

3.4 ELT éjectables avec émission de position GPS

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 9 (vert) Cette technologie est mature. Des systèmes militaires complètement qualifiés existent aujourd'hui et la voie vers la certification civile est facile. Les TSOs de la FAA sont en place pour l'implémentation.
	SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 6 (jaune) De nouveaux équipements seraient nécessaires pour les avions, mais la faisabilité est prouvée sur hélicoptères depuis plus de 30 ans.
<u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u>	Le score est de 1 (rouge) Le coût par avion est supérieur à \$10K. Ne remplacerait qu'une ELT. Les 2 enregistreurs de type ED-112 seraient à conserver. Le coût pour concevoir un socle spécifique à chaque avion pour seulement y monter une ELT n'est pas justifié, car dans ce même socle un enregistreur éjectable pourrait être installé.
<u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u>	Le score est de 6 (jaune) Puisque cette solution indique les accidents et la zone des débris dans les minutes suivants l'accident, elle augment de façon significative la probabilité de localiser l'épave et de récupérer les données. Le taux de récupération de données est nul. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.

Source: - DRS
- EADS Defence&Security

3.5 Autres solutions pour localiser l'épave d'une plus grande distance (couverture d'une zone 40 nautiques de rayon dans les 30 jours après l'accident à une profondeur maximum de 6000 m)

<u>Facteur 1:</u> <u>Faisabilité technique</u>	SF 1.1 Maturité Le score est de 2 (rouge) Les solutions suivantes ont été présentées: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3 kHz ULB (Dukane) ▪ Ejection buoy (ACSA) ▪ Autonomous submarine with laser gated camera (ACSA) ▪ Broadband signal ULB (Benthos) ▪ Underwater acoustic communications, data processing, data storage and underwater data uploads (Benthos) ▪ Systematic recording of the signals and possible post-processing (IXWaves) ▪ Signal broadcasting to ground-based stations and networks (IXWaves) ▪ Beacon activation (IXWaves) ▪ Dropping strategies and survey scanning (IXWaves) ▪ Navy multi-sonobuoy network (IXWaves) ▪ TPL and other towed platforms (IXWaves) ▪ Submarines (IXWaves) ▪ AUV (IXWaves) ▪ Vertical glider (IXWaves)
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Improved Towed Pinger Locators (IXWaves) ▪ Heterodyne beacons for a transitional period (IXWaves) ▪ Lost-fibre radio buoys (IXWaves) ▪ 37.5 kHz ULB : energy management, local intelligence, continuous Emission, sleep mode, reduced uncertainties (IXWaves) ▪ Dimensional, energy, and functional specifications (IXWaves) ▪ SSD (Solid State Drive) recorder (IXWaves) ▪ Remote reading, integrated modem (IXWaves) <p>La plupart de ces solutions ne sont qu'au stage d'idées de conception.</p>
	<p>SF 1.2 Equipement (avion/station sol) Le score est de 1 (rouge)</p> <p>De nouveaux équipements avions seraient nécessaires, ainsi que des nouveaux équipements pour sous-marins et stations sol.</p>
<p><u>Facteur 2:</u> <u>Coût</u></p>	<p>Le score est de 2 (rouge)</p> <p>Le coût par avion serait supérieur à \$10K pour la plupart de ces solutions. Des coûts supplémentaires associés aux équipements maritimes et des stations sol seraient à prendre en compte, même quelques-uns de ces équipements existent déjà.</p>
<p><u>Facteur 3:</u> <u>Applicabilité</u></p>	<p>Le score est de 6 (jaune)</p> <p>Le taux de récupération de données est difficile à estimer, mais la plupart de ces solutions ne contribuerait qu'à la localisation (sauf pour la transmission acoustique des données. Par conséquent le taux récupération de données a été mis à 0. La contribution à la localisation a été calculée en utilisant la formule mentionnée plus haut.</p>

Source: - ACSA
- Benthos
- Dukane
- IXWaves

BEA

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

Zone Sud - 200 rue de Paris
Aéroport du Bourget
93352 Le Bourget Cedex - France
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03
www.bea.aero

