



REFERENTIEL NORMATIF du CNES RNC

Référence CNES : **RNC-CNES-R-ST-12-02**
Version 2

03 Juin 2013

STANDARD

REGLEMENTATION

REGLEMENT DE SAUVEGARDE VOL DE L'ACTIVITE « BALLONS »

VOLUME 2

REGLES DE CONCEPTION ET D'EXPLOITATION

ACCORD du Bureau de Normalisation	BN n°79 du 05/04/12 - BN n°87 du 07/02/13
APPROBATION Président du CDN I. RONGIER	
Autorisé pour Application DCT/D Marc PIRCHER	

**PAGE D'ANALYSE DOCUMENTAIRE**

TITRE : REGLEMENT DE SAUVEGARDE VOL DE L'ACTIVITE « BALLONS » VOLUME 2 REGLES DE CONCEPTION ET D'EXPLOITATION	
MOTS CLES : Sauvegarde ; Règlement ; Ballons	
NORME EQUIVALENTE : Néant	
OBSERVATIONS : Néant	
RESUME : Pour maîtriser les risques vis-à-vis des personnes, des biens, de la santé publique et de l'environnement engendrés par les opérations spatiales et les aérostats, le CNES s'est doté d'une Politique dédiée (CNES-SMC-P07-839). Son application pour l'exploitation des aérostats et vis-à-vis du public survolé et des aéronefs fait l'objet du Règlement de Sauvegarde Vol de l'activité Ballons. Il est constitué de deux volumes : <ul style="list-style-type: none">le volume 1 qui traite des exigences de maîtrise des risques (RNC-CNES-R-ST-12-01),le présent volume 2 qui traite des exigences de conception et d'exploitation.	
SITUATION DU DOCUMENT : Ce document fait partie des documents applicables du Référentiel Normatif du CNES (RNC). Il est affilié à la branche « Réglementation » du RNC.	
NOMBRE DE PAGES : 87	LANGUE : Française
Progiciels utilisés / version : Word 2010	
SERVICE GESTIONNAIRE : Inspection Générale Direction de la Fonction Qualité (IGQ)	
AUTEUR(S) : Entité Sauvegarde Vol Aérostats de DCT/DA RELECTURE / CONTROLE : DCT/BL/PR DCT/AQ/SF, DCT/AQ/SO IGQ DCT/ET/QSE DAJ/AJ	
DATE : 03/06/2013	

© CNES 2013

Reproduction strictement réservée à l'usage privé du copiste, non destinée à une utilisation collective (article 41-2 de la loi n°57-298 du 11 Mars 1957).



PAGES DES MODIFICATIONS

VERSION	DATE	PAGES MODIFIEES	OBSERVATIONS
1	14/05/12		Document initial
2	03/06/13		<p>Prise en compte de la Politique en matière de sécurité pour les aérostats en remplacement de la Doctrine de Sauvegarde.</p> <p>Prise en compte de la version 4 du volume 1 du Règlement de Sauvegarde Vol.</p> <p>Prise en compte de l'évolution de la réglementation française et européenne.</p> <p>Intégration des exigences pour les BLD, AEC et ballons captifs.</p> <p>Introduction dans le RNC suite à la FEB 135/2013 acceptée au BN n° 87 du 07/02/13. Changement de nomenclature (ancienne référence RNC-CNES-R-ST-12-3-2)</p> <p>23/04/2013 - Modification exigences pour les BLD et les exigences 3.6.7-REG2, 3.8.4-REG2 + ajout exigence 3.8.4 REG3 (Cf. Compte rendu SVDCT-CR-SVG_BAL-307-CN) + remplacement « »probabilité nulle » par « probabilité acceptable ».</p>

AC ET AD

ANNEXE II § II.5 : Cette contrainte est AC pour les BPCL et BLD.

ANNEXE II § II.6 : L'existence de ces zones est AC pour les BPCL et BLD.

§ 3.10 : Les règles particulières relatives aux moyens de lancement restent AD.

§ 5.4 : D'autre part la déclinaison de la règle 3.6.8-REG1 reste AD pour les BPCL.

§ 5.6 : Pour les AEC [...] l'applicabilité des règles du présent volume reste AD.



§ 5.7 : Pour les ballons captifs, l'applicabilité des règles du présent volume reste AD.



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	12
1.1. OBJET DU DOCUMENT	12
1.2. DOMAINE D'APPLICATION	12
1.3. APPLICABILITE DU REGLEMENT	12
1.4. DOCUMENTS APPLICABLES ET DE REFERENCE	12
1.4.1. Documents applicables	12
1.4.2. Documents de référence.....	14
1.5. GESTION DU REGLEMENT	14
2. PRESENTATION DU DOCUMENT.....	15
2.1. STRUCTURE DU DOCUMENT	15
2.2. TERMINOLOGIE ET ABREVIATIONS	15
2.2.1. Terminologie.....	15
2.2.2. Abréviations	15
2.3. PRINCIPE DE CONFORMITE AU REGLEMENT VOLUME 2	15
3. REGLES DE CONCEPTION DES SYSTEMES AEROSTATIQUES.....	16
3.1. REGLES ISSUES DE LA POLITIQUE DE SECURITE ET DU VOLUME 1 DU REGLEMENT	16
3.1.1. Identification des risques Sauvegarde.....	16
3.1.1-REG1 Identification des risques Sauvegarde	16
3.1.2. Conformité au critère quantitatif Sauvegarde	16
3.1.2-REG1 Conformité au critère quantitatif Sauvegarde	16
3.1.3. Conformité au critère qualitatif Sauvegarde	17
3.1.3-REG1 Conformité au critère qualitatif Sauvegarde	17
3.1.3-REG2 Tolérance à la simple défaillance	17
3.1.3-REG3 Conception sûre des éléments structuraux	18
3.1.3-REG4 Critères relatifs aux barrières de sécurité	18
3.1.3-REG5 Identification des logiciels à développement critique	18
3.1.3-REG6 Propagation de panne.....	20
3.1.4. Critères Sauvegarde pour un vol de qualification	20
3.1.4-REG1 Critères Sauvegarde pour un vol de qualification	20
3.2. REGLES ISSUES DE LA REGLEMENTATION DE L'AVIATION CIVILE	20
3.2.1. Conformité aux Règles de l'air du droit français.....	20
3.2.1-REG1 Conformité aux exigences	20
3.2.2. Conformité aux Règles de l'air du droit européen et de l'OACI.....	21
3.2.2-REG1 Conformité aux exigences	21
3.2.3. Conformité aux règles des pays survolés.....	21
3.2.3-REG1 Conformité aux exigences	21
3.3. REGLES ISSUES DE LA REGLEMENTATION MARITIME.....	21
3.3.1-REG1 Règle relative aux épaves	21
3.3.1-REG2 Notification de retombée	22



3.3.1-REG3	Conformité à la réglementation dans les eaux territoriales	22
3.4.	REGLES DE DIMINUTION DE LA DANGEROUSITE DES AEROSTATS	22
3.4.1.	Règles relatives à l'architecture de l'aérostat	22
3.4.1-REG1	Prise en compte des études de dangerosité	22
3.4.1-REG2	Architecture des éléments mécaniques de l'aérostat	22
3.4.1-REG3	Dangerosité vis-à-vis des aéronefs	23
3.4.1-REG4	Démarche de diminution de la dangerosité	23
3.4.2.	Règles relatives aux équipements embarqués	23
3.4.2-REG1	Identification des équipements dangereux	23
3.4.2-REG2	Application des normes de conception et d'utilisation	24
3.4.2-REG3	Moyens de protection	24
3.4.2-REG4	Moyens de passivation	24
3.4.2-REG5	Maîtrise des risques résiduels	25
3.4.2-REG6	Signalétique	25
3.4.3.	Délai d'intervention sur site	25
3.4.3-REG1	Délai d'intervention sur site	25
3.5.	REGLES RELATIVES AUX ELEMENTS MECANQUES EMBARQUES	26
3.5.1.	Spécifications de conception des éléments mécaniques	26
3.5.1-REG1	Spécifications de conception des éléments mécaniques	26
3.5.2.	Principe de dimensionnement mécanique	27
3.5.2-REG1	Principe de dimensionnement mécanique	27
3.5.2-REG2	Coefficient de sécurité minimal	27
3.5.3.	Principe de dimensionnement thermique	28
3.5.3-REG1	Marge de sécurité thermique	28
3.5.3-REG2	Effets thermomécaniques	28
3.5.4.	Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité	28
3.5.4-REG1	Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité	28
3.5.5.	Principe de dimensionnement des assemblages, fixations et connexions	28
3.5.5-REG1	Principe de dimensionnement des assemblages, fixations et connexions	29
3.5.6.	Principe de dimensionnement des mécanismes	29
3.5.6-REG1	Marge de fonctionnement	29
3.5.7.	Principe de contrôle des éléments mécaniques	29
3.5.7-REG1	Principe de contrôle des éléments mécaniques	29
3.5.8.	Principe de dimensionnement des éléments mécaniques réutilisés	30
3.5.8-REG1	Principe de dimensionnement des éléments mécaniques réutilisés	30
3.5.8-REG2	Principe de contrôle des éléments mécaniques réutilisés	30
3.5.8-REG3	Suivi des éléments mécaniques réutilisés	31
3.5.9.	Qualification des éléments mécaniques	31
3.5.9-REG1	Principe de qualification mécanique	31
3.5.9-REG2	Principe de qualification thermique	31
3.5.9-REG3	Qualification des éléments du commerce	31
3.6.	REGLES RELATIVES AUX SYSTEMES ELECTRIQUES EMBARQUES	32
3.6.1.	Spécifications de conception des systèmes électriques	32
3.6.1-REG1	Spécifications de conception des systèmes électriques	32
3.6.2.	Principe de dimensionnement thermique	32
3.6.2-REG1	Principe de dimensionnement thermique	32
3.6.2-REG2	Marge de sécurité thermique	32
3.6.3.	Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité	32
3.6.3-REG1	Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité	32
3.6.4.	Marge de fonctionnement	33
3.6.4-REG1	Marge de fonctionnement	33
3.6.5.	Principe de dimensionnement des systèmes électriques réutilisés	33



3.6.5-REG1	Principe de dimensionnement des systèmes électriques réutilisés	33
3.6.5-REG2	Principe de contrôle des systèmes électriques réutilisés	33
3.6.5-REG3	Suivi des systèmes électriques réutilisés	34
3.6.6.	Règles relatives aux circuits électriques	34
3.6.6-REG1	Connexions électriques	34
3.6.6-REG2	Cause commune de défaillance des voies nominale et redondante	34
3.6.6-REG3	Isolement du câblage	34
3.6.6-REG4	Résistance du câblage	34
3.6.7.	Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique	35
3.6.7-REG1	Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique	35
3.6.7-REG2	Respect de la réglementation relative aux télécommunications	35
3.6.8.	Règles vis-à-vis des charges électrostatiques	35
3.6.8-REG1	Écoulement des charges électrostatiques	35
3.6.9.	Règles vis-à-vis de la foudre	36
3.6.9-REG1	Résistance à la foudre	36
3.6.10.	Règles relatives à la sûreté de fonctionnement	36
3.6.10-REG1	Activation intempestive	36
3.6.10-REG2	Protection des barrières de sécurité	36
3.6.11.	Qualification des systèmes électriques	36
3.6.11-REG1	Principe de qualification thermique	36
3.6.11-REG2	Qualification des systèmes du commerce	36
3.7.	REGLES COMPLEMENTAIRES RELATIVES AUX SYSTEMES ET EQUIPEMENTS EMBARQUES	
	37	
3.7.1.	Règles relatives aux systèmes fluides sous pression	37
3.7.1-REG1	Connexions	37
3.7.1-REG2	Qualification des systèmes fluides sous pression	37
3.7.1-REG3	Réutilisation des systèmes fluides sous pression	37
3.7.1-REG4	Qualification des systèmes du commerce	38
3.7.2.	Règles relatives aux équipements pyrotechniques	38
3.7.2-REG1	Choix des équipements pyrotechniques	38
3.8.	REGLES RELATIVES AUX SYSTEMES ET EQUIPEMENTS DU SEGMENT SOL	38
3.8.1.	Spécifications de conception des systèmes et équipements	38
3.8.1-REG1	Spécifications de conception des systèmes et équipements	38
3.8.2.	Suivi des systèmes et équipements	38
3.8.2-REG1	Suivi des systèmes et équipements	38
3.8.3.	Règles relatives à l'installation électrique du segment sol	39
3.8.3-REG1	Alimentation électrique secours	39
3.8.3-REG2	Connexions électriques	39
3.8.3-REG3	Cause commune de défaillance des voies nominale et redondante	39
3.8.3-REG4	Isolement du câblage	39
3.8.3-REG5	Résistance du câblage	39
3.8.4.	Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique	40
3.8.4-REG1	Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique	40
3.8.4-REG2	Respect de la réglementation relative aux télécommunications	40
3.8.4-REG3	Respect de la réglementation relative aux télécommunications	40
3.8.5.	Règles vis-à-vis de la foudre	40
3.8.5-REG1	Résistance à la foudre	40
3.8.6.	Protection mécanique des systèmes et équipements	40
3.8.6-REG1	Protection mécanique des systèmes et équipements	40
3.8.7.	Dispositif de surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol	41
3.8.7-REG1	Dispositif de surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol	41
3.8.8.	Moyens d'archivage	41
3.8.8-REG1	Moyens d'archivage	41



3.8.9. Séparation des centres de contrôle	41
3.8.9-REG1 Séparation des centres de contrôle	41
3.8.10. Qualification opérationnelle du segment sol	41
3.8.10-REG1 Qualification opérationnelle du segment sol	41
3.9. REGLES RELATIVES AUX LOGICIELS A DEVELOPPEMENT CRITIQUE	42
3.9.1. Assurance produit et ingénierie logiciel	42
3.9.1-REG1 Spécification assurance produit logiciel	42
3.9.1-REG2 Spécification ingénierie logiciel	42
3.9.2. Documentation nécessaire	42
3.9.2-REG1 Documentation qualité	42
3.9.2-REG2 Documentation technique	43
3.9.2-REG3 Configuration produit logiciel	43
3.9.3. Sûreté de fonctionnement au niveau logiciel	43
3.9.3-REG1 Composants logiciel à développement critique	43
3.9.3-REG2 Ségrégation entre composants logiciel	43
3.9.4. Tests	44
3.9.4-REG1 Couverture des tests unitaires	44
3.9.4-REG2 Couverture des tests de validation	44
3.9.4-REG3 Typologie des tests de validation	45
3.9.4-REG4 Matériel cible pour les tests de validation	45
3.9.5. Moyens de test	45
3.9.5-REG1 Validation des moyens de test	45
3.9.6. Performances	46
3.9.6-REG1 Exigences de performances	46
3.9.7. Réutilisation de logiciels existants	46
3.9.7-REG1 Logiciels exemptés	46
3.9.7-REG2 Analyse des écarts de qualification	47
3.9.7-REG3 Requalification de logiciels réutilisés	47
3.9.8. Autres exigences fonctionnelles spécifiques aux logiciels de vol	47
3.9.8-REG1 Chien de garde	47
3.9.8-REG2 Rechargement d'un logiciel de vol	47
3.9.8-REG3 Single Event Effect	48
3.10. REGLES RELATIVES AUX MOYENS DE LANCEMENT	48
 4. REGLES D'EXPLOITATION DES SYSTEMES AEROSTATIQUES	 49
 4.1. REGLES RELATIVES A LA PREPARATION DE LA CAMPAGNE	 49
4.1.1. Description de la campagne	49
4.1.1-REG1 Description de la campagne	49
4.1.2. Description du système aérostatique	49
4.1.2-REG1 Description du système aérostatique	49
4.1.2-REG2 Vérification de la compatibilité du système aérostatique et de la campagne	50
4.1.3. Qualification du système aérostatique	50
4.1.3-REG1 Qualification du système aérostatique	50
4.1.4. Conformité au critère quantitatif Sauvegarde	50
4.1.4-REG1 Conformité au critère quantitatif Sauvegarde	50
4.1.4-REG2 Probabilités de défaillance	50
4.1.4-REG3 Probabilité de ne pas atteindre une zone sûre	51
4.1.5. Conformité au critère qualitatif Sauvegarde	51
4.1.5-REG1 Conformité au critère qualitatif Sauvegarde	51
4.1.6. Conformité aux Règles de l'air du droit français	52



4.1.6-REG1	Identification des aérostats	52
4.1.6-REG2	Conformité aux exigences	52
4.1.7.	Conformité aux Règles de l'air du droit européen et de l'OACI	52
4.1.7-REG1	Conformité aux exigences	52
4.1.8.	Conformité aux règles des pays survolés	52
4.1.8-REG1	Conformité aux exigences	52
4.1.9.	Conformité à la réglementation maritime	52
4.1.9-REG1	Règle relative aux épaves	53
4.1.9-REG2	Notification de retombée	53
4.1.9-REG3	Conformité à la réglementation dans les eaux territoriales	53
4.1.10.	Conformité aux contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée nominale	53
4.1.10-REG1	Moyens de cartographie	53
4.1.11.	Identification des supports extérieurs	53
4.1.11-REG1	Identification des données extérieures	53
4.1.11-REG2	Identification des autorités de l'aviation civile ou maritimes	54
4.2.	REGLES RELATIVES A LA PREPARATION DU VOL	54
4.2.1.	Dossier de vol	54
4.2.1-REG1	Dossier de vol	54
4.2.2.	Vérification du segment sol sur le site de campagne	54
4.2.2-REG1	Test des fonctions critiques	54
4.2.3.	Vérification du segment bord sur le site de campagne	54
4.2.3-REG1	Référencement des éléments de l'aérostat	54
4.2.3-REG2	Contrôle de la conformité de l'aérostat	55
4.2.3-REG3	Contrôle de l'intégrité de l'aérostat	55
4.2.3-REG4	Test des fonctions critiques	55
4.3.	REGLES RELATIVES AU VOL	55
4.3.1.	Procédure de gestion de vol	55
4.3.1-REG1	Procédure de gestion de vol	55
4.3.2.	Principe Sauvegarde de décision de vol	56
4.3.2-REG1	Principe Sauvegarde de décision de vol	56
4.3.3.	Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal	57
4.3.3-REG1	Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal	58
4.3.4.	Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas de la simple défaillance Sauvegarde	58
4.3.4-REG1	Principe Sauvegarde de gestion du vol en cas de la simple défaillance Sauvegarde	59
4.3.5.	Principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde	59
4.3.5-REG1	Principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde	59
4.3.6.	Surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol	59
4.3.6-REG1	Surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol	59
4.3.7.	Répartition de la gestion du vol sur deux centres de contrôle	60
4.3.7-REG1	Répartition de la gestion du vol sur deux centres de contrôle	60
4.3.8.	Passivation de l'aérostat avant atterrissage	60
4.3.8-REG1	Passivation de l'aérostat avant atterrissage	60
4.3.9.	Règles d'intervention sur le site d'atterrissage	60
4.3.9-REG1	Identification des cas d'intervention	60
4.3.9-REG2	Procédures opérationnelles d'intervention	60
4.3.9-REG3	Délai d'intervention sur site	61
4.3.10.	Règles relatives à la récupération	61
4.3.10-REG1	Identification des cas de récupération	61
4.3.10-REG2	Procédures opérationnelles de récupération	61
4.3.10-REG3	Relevé d'informations	62
4.3.11.	Information de l'Entité Sauvegarde	62
4.3.11-REG1	Information de l'Entité Sauvegarde	62



4.3.12. Alerte de la cellule de gestion de crise	62
4.3.12-REG1 Alerte de la cellule de gestion de crise	62
4.3.13. Règles d'archivage	62
4.3.13-REG1 Règles d'archivage	62
 5. APPLICABILITE EN FONCTION DES FILIERES.....	 64
 5.1. APPLICABILITE AUX BSO	 64
5.2. APPLICABILITE AUX MIR	64
5.3. APPLICABILITE AUX BPS	64
5.4. APPLICABILITE AUX BP CL	64
5.5. APPLICABILITE AUX BLD	64
5.6. APPLICABILITE AUX AEC	67
5.7. APPLICABILITE AUX BALLONS CAPTIFS	67
 ANNEXE I APPENDICE 4 DES REGLES DE L'AIR FRANÇAISES	 68
 ANNEXE II CONTRAINTES QUALITATIVES	 79
 ANNEXE III TERMINOLOGIE	 81
 ANNEXE IV ABREVIATIONS	 85



1. INTRODUCTION

1.1. OBJET DU DOCUMENT

Le présent document constitue le deuxième volume du Règlement de [Sauvegarde Vol](#) de l'activité « Ballons » du CNES.

Le volume 1 (RNC-CNES-R-ST-12-01) rassemble les exigences de maîtrise des risques applicables aux activités « Ballons ».

Le volume 2 rassemble les règles applicables à la conception et à l'exploitation des [systèmes aérostatiques](#), dans le but de maîtriser les risques liés à leur mise en œuvre.

Les règles ont été rédigées avec les experts des différents métiers abordés dans ce volume et à partir :

- de la première version du Règlement de Sauvegarde,
- de l'état de l'art dans le domaine des Ballons,
- des ECSS dont ont été particularisées certaines exigences dimensionnantes Sauvegarde,
- des autres textes normatifs issus des domaines aéronautique et spatial (CS, NSTS),
- du Règlement de Sauvegarde du CSG afin de s'inspirer du contenu et de la structure.

Par principe, le volume 2 ne reprend pas les règles de conception et d'exploitation de niveau métier excepté si leur impact d'un point de vue Sauvegarde a été jugé dimensionnant.

Pour un certain nombre d'exigences des Règles de l'air, un travail de déclinaison est encore en cours avec la participation notamment de la Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC).

Enfin, l'application des règles a été différenciée en fonction des filières aérostats.

1.2. DOMAINE D'APPLICATION

Le domaine d'application général du Règlement est défini dans le volume 1 [DA2]. Le Règlement est applicable aux systèmes aérostatiques des filières BSO, MIR, BPS, BPCL, AEC, BLD et aux systèmes d'aérostats captifs. Il traite des systèmes tels que connus à ce jour et devra être adapté en fonction de leur évolution.

1.3. APPLICABILITE DU REGLEMENT

L'applicabilité générale du Règlement est définie dans le volume 1 [DA2].

1.4. DOCUMENTS APPLICABLES ET DE REFERENCE

La liste des documents applicables et de référence associée au volume 2 du Règlement est donnée ci-dessous.

1.4.1. Documents applicables

Textes CNES

Système de Management du CNES dont :

- [DA1] : Politique du CNES en matière de sécurité pour les opérations spatiales et les aérostats - CNES-SMC-P07-839



- [DA3] : Procédure de soumission et de dérogation Sauvegarde Vol aérostats
CNES-SMC-P07-868
- [DA4] : Procédure de traitement de dérogation Sauvegarde Vol aérostats
CNES-SMC-P07-869
- [DA5] : Procédure de formation à la Sauvegarde Vol aérostats (à paraître en 2013)
- [DA6] : Organisation de la « cellule de gestion de crise » au CST et modalités de mise en œuvre - Décision DCT/D-2012- 070

Référentiel Normatif du CNES dont :

- [DA2] : Règlement de Sauvegarde Vol de l'Activité Ballons – Volume 1 – Exigences de maîtrise des risques - RNC-CNES-R-ST-12-01

Textes de droit français

- [DA7] : Code des transports
- [DA8] : Code de l'aviation civile
- [DA9] : Arrêté du 3 mars 2006 modifié relatif aux règles de l'air et aux services de la circulation aérienne et notamment l'annexe 1 dite Règles de l'air et son appendice 4 relatif aux ballons libres non habités
- [DA10] : Arrêté modifiant l'arrêté du 3 mars 2006 modifié relatif aux règles de l'air et aux services de la circulation aérienne et la circulaire d'application des exigences relatives aux ballons libres non habités associée (à paraître début 2013)
- [DA11] : Arrêté relatif aux conditions d'utilisation des ballons libres non habités (à paraître début 2013)
- [DA12] : Décret n° 78-847 du 03.08.78 portant modification du décret n° 61-1547 du 26.12.61 fixant le régime des épaves maritimes

Textes de droit européen

- [DA13] : Règlement (CE) n° 216/2008 du parlement européen et du conseil du 20 février 2008 concernant des règles communes dans le domaine de l'aviation civile
- [DA14] : Standardised European Rules of the Air et notamment la partie A dite Règles de l'air avec son appendice 3 relatif aux ballons libres non habités

Textes de droit étrangers

La réglementation nationale des pays survolés.

Textes internationaux

- [DA15] : Annexe 2 à la Convention relative à l'aviation civile internationale dite Règles de l'air et son appendice 4 relatif aux ballons libres non habités
- [DA16] : Convention des Nations Unies sur le droit de la mer



Accords de coopération

Accords signés entre le CNES et les organismes correspondants des pays où ont lieu les lâchers et les atterrissages.

1.4.2. Documents de référence

Référentiel Normatif du CNES dont :

- RNC-ECSS-S-ST-00-01
- RNC-ECSS-E-ST-31
- RNC-ECSS-E-ST-32-10
- RNC-ECSS-E-ST-33-01
- RNC-ECSS-E-ST-40
- RNC-ECSS-Q-ST-80

1.5. GESTION DU REGLEMENT

Le principe de gestion du Règlement est indiqué dans le volume 1 [DA2].



2. PRESENTATION DU DOCUMENT

2.1. STRUCTURE DU DOCUMENT

Le document est structuré de la manière suivante :

- il est constitué des deux chapitres principaux : 3 « Règles de conception des systèmes aérostatique » et 4 « Règles d'exploitation des systèmes aérostatiques »,
- dans chaque chapitre, les règles sont classées par thème et identifiées par une référence (*n° de paragraphe - REG n° de la règle*) et un titre,
- à chaque règle est associée une justification brève et une proposition de moyen de conformité,
- chaque règle est rattachée à une phase du projet,
- au chapitre 5 « Applicabilité en fonction des filières », l'applicabilité des règles énoncées dans le volume 2 est donnée en fonction des différentes filières aérostats.

2.2. TERMINOLOGIE ET ABREVIATIONS

2.2.1. Terminologie

La définition de certains termes est essentielle à une compréhension claire des règles. Ceux-ci sont soulignés dans le texte et leur définition est donnée en ANNEXE III

Dans la version informatique du fichier, le lien hypertexte permet un accès direct à leur définition.

2.2.2. Abréviations

La signification des abréviations utilisées dans le texte est donnée en ANNEXE IV .

2.3. PRINCIPE DE CONFORMITE AU REGLEMENT VOLUME 2

Au cours du processus de soumission Sauvegarde (cf. volume 1 [DA2]), le chef de projet définira et justifiera la matrice des règles applicables à son projet à partir de l'applicabilité par filière définie au chapitre 5 et apportera la démonstration de la conformité aux règles au travers d'une matrice de conformité.



3. REGLES DE CONCEPTION DES SYSTEMES AEROSTATIQUES

Ce chapitre rassemble les principes et les règles de conception des [systèmes aérostatiques](#) relatives à la [Sauvegarde Vol](#).

Les règles sont issues de la Politique de sécurité [DA1] et du volume 1 du Règlement [DA2] (chapitre 3.1), de la réglementation de l'aviation civile et maritime (chapitres 3.2 et 3.3) et des pratiques métiers (chapitres 3.4 à 3.9).

Rappel : le chapitre 5 différencie les règles applicables en fonction des filières aérostats.

3.1. REGLES ISSUES DE LA POLITIQUE DE SECURITE ET DU VOLUME 1 DU REGLEMENT

La Politique de sécurité impose d'une part un [critère quantitatif Sauvegarde](#) exprimé en termes de probabilité maximale de faire au moins une victime et d'autre part un [critère qualitatif Sauvegarde](#) de tolérance à la simple défaillance vis-à-vis des [événements catastrophiques](#).

3.1.1. Identification des risques Sauvegarde

3.1.1-REG1 Identification des risques Sauvegarde

Le volume 1 du Règlement indique qu'une [étude de danger](#), au sens Sauvegarde, doit être menée afin d'identifier l'ensemble des risques pour le [public](#) survolé et les aéronefs.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude de danger Sauvegarde doit permettre d'identifier l'ensemble des risques pour le public survolé et les aéronefs. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.1.2. Conformité au critère quantitatif Sauvegarde

La conception du système aérostatique doit favoriser le respect du critère quantitatif au travers des facteurs suivants qui interviennent directement dans le calcul du [risque global](#) relatif au vol de l'aérostat :

- taux de défaillance du système,
- dangerosité de l'aérostat,
- probabilité de ne pas atteindre une [zone sûre](#).

La dangerosité d'un élément d'aérostat se caractérise par sa [probabilité de létalité](#) à 30 jours calculée de la manière suivante : $P(AIS=6) + 0.67 \cdot P(AIS=5) + 0.27 \cdot P(AIS=4)$.

Remarque : le Règlement de Sauvegarde n'impose aucune limitation de masse de la NCU ni de vitesse de retombée ; néanmoins, l'objectif de minimisation du risque est permanent (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

3.1.2-REG1 Conformité au critère quantitatif Sauvegarde

Une analyse à priori doit montrer que le système aérostatique permettra d'effectuer les missions pour lesquelles il est conçu dans le respect du critère quantitatif Sauvegarde.



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une analyse doit montrer que le système aérostatique permettra d'effectuer les missions pour lesquelles il est conçu, dans le respect du critère quantitatif Sauvegarde. Cette analyse doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.1.3. Conformité au critère qualitatif Sauvegarde

3.1.3-REG1 Conformité au critère qualitatif Sauvegarde

Le respect du critère qualitatif Sauvegarde est un élément déterminant de la conception du système aérostatique.

L'étude de danger doit relever les dysfonctionnements du système amenant potentiellement à un événement catastrophique. Elle doit porter sur le système aérostatique complet, dans toutes les phases de vol.

Les causes de dysfonctionnement du système peuvent être non seulement internes au système mais aussi externes (erreur opérationnelle, environnement d'exploitation).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude de danger doit montrer que le système respecte le critère qualitatif Sauvegarde. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.1.3-REG2 Tolérance à la simple défaillance

Un événement catastrophique ne doit pas survenir sur défaillance unique d'un élément du système aérostatique (matériel, logiciel ou procédure opérationnelle) classé alors élément critique.

Cette règle n'est pas applicable à certains éléments structuraux de l'aérostat (cf. § 3.1.3-REG3).

Le respect de la règle impose la mise en place de deux barrières de sécurité (sachant que l'élément lui-même constitue la première barrière de sécurité vis-à-vis de l'événement catastrophique).

L'étude de danger doit identifier les barrières de sécurité mises en place vis-à-vis des événements catastrophiques. Les barrières de sécurité provenant des conditions mêmes de la campagne doivent être mises en exergue (par exemple une mise en pression au dessus d'une zone inhabitée).

Le cas de simple défaillance Sauvegarde est défini comme la défaillance de la première barrière de sécurité relative à un élément critique ; en cas de double défaillance Sauvegarde c'est à dire en cas de défaillance des deux barrières de sécurité relative à un élément critique, le système est considéré comme dégradé d'un point de vue Sauvegarde.

En cas de simple défaillance Sauvegarde, l'aérostat est, par définition, capable de poursuivre le vol en sécurité (cf. § 4.3.4 « Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas de la simple défaillance Sauvegarde »).

En cas dégradé Sauvegarde le meilleur effort est requis en opérations (cf. § 4.3.5 « Principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde »).

Remarque : le cas d'une défaillance dite « cachée » c'est à dire non détectée de la seconde barrière de sécurité relative à un élément critique est un cas dégradé Sauvegarde.



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude de danger doit montrer la tolérance à la simple défaillance du système aérostatique vis-à-vis des événements catastrophiques et doit identifier les barrières de sécurité mises en place. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.1.3-REG3 Conception sûre des éléments structuraux

Concernant les éléments critiques structuraux, le volume 1 du Règlement [DA2] précise : « S'ils sont passifs, ils doivent être Fail Safe (FS) ou bien conçus selon des règles de conception sûre ; dans les autres cas ils doivent être FS. ».

Les éléments passifs suivants sont concernés :

- l'enveloppe,
- les parachutes,
- le crochet,
- les structures de nacelles, du bac à lest, du clapet,
- les élingues, les sangles, les drisses,
- les câbles (câble du séparateur y compris son sertissage, câble de maintien des drisses, etc.),
- les maillons,
- le point triple, le palonnier.

Remarque : les exemples cités permettent de comprendre la règle mais ne sont pas exhaustifs ; le projet pourra proposer, en le justifiant, d'autres éléments lors de la soumission Sauvegarde.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, les règles de conception sûre appliquées aux éléments structuraux passifs de l'aérostat, exemptés de l'exigence FS, doivent être présentées dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.1.3-REG4 Critères relatifs aux barrières de sécurité

Les barrières de sécurité ne doivent pas être sujettes à des causes communes de défaillance.

Dans le cas de logiciels, il est accepté qu'ils présentent des modes communs de défaillance à condition de respecter les règles relatives aux logiciels à développement critique du § 3.9 « Règles relatives aux logiciels à développement critique ».

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude de danger doit montrer que les barrières de sécurité ne sont pas sujettes à des causes communes de défaillance. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.1.3-REG5 Identification des logiciels à développement critique

Les analyses de risque de niveau système doivent allouer une criticité (critique / non critique) pour le développement de chaque logiciel du système. Un logiciel à développement critique doit alors vérifier les règles indiquées au § 3.9 « Règles relatives aux logiciels à développement critique ».



Remarque : les analyses de risque de niveau système considèrent les logiciels dans leur ensemble c'est à dire comme des boîtes noires.

Initialement, sans considérer l'architecture du système, tout logiciel qui réalise ou participe à la réalisation d'une fonction critique est potentiellement un logiciel à développement critique (condition nécessaire mais pas suffisante).

L'architecture système doit ensuite être considérée pour confirmer ou non le niveau de développement. En effet, certaines caractéristiques de l'architecture système, telles que les redondances, surveillances, contrôles ou partitionnement peuvent être utilisées pour éliminer ou contenir le degré avec lequel un logiciel contribue à un événement catastrophique. Cette architecture système doit être considérée selon les principes qui suivent.

Dans le cas d'un logiciel qui ne réalise qu'une partie d'une fonction critique, ce dernier peut ne présenter aucun mode de défaillance qui puisse contribuer à un événement catastrophique et ne doit donc pas être identifié comme logiciel à développement critique.

Dans le cas d'une fonction critique réalisée par des logiciels en série tels que la défaillance d'un logiciel peut provoquer la défaillance de l'ensemble, chaque logiciel doit être identifié comme logiciel à développement critique.

Concernant les redondances :

- Cas d'une fonction critique réalisée par plusieurs instances d'un même logiciel :
 - Le logiciel doit être identifié comme logiciel à développement critique.
 - Si elle est assurée par un logiciel, la logique de vote ou de basculement doit être identifiée comme logiciel à développement critique.
- Cas d'une fonction critique réalisée par plusieurs logiciels dissymétriques développés indépendamment :
 - Seule la logique de vote ou de basculement, si elle est assurée par un logiciel, doit être identifiée comme logiciel à développement critique.

Concernant les mécanismes de surveillance et de contrôle :

- Cas d'une fonction critique réalisée par un logiciel surveillé par un autre logiciel développé indépendamment (la surveillance inclut l'inhibition des sorties en cas de défaillance du logiciel surveillé) :
 - Le logiciel qui assure la surveillance doit être identifié comme logiciel à développement critique.
 - Le logiciel surveillé doit être identifié comme logiciel à développement critique uniquement si la perte de la fonctionnalité assurée peut contribuer à un événement catastrophique.

Lorsqu'il n'y a pas de seconde barrière de sécurité, un logiciel critique est un logiciel à développement critique.

Remarque : pour des architectures différentes qui pourraient être rencontrées, l'allocation de criticité pour le développement devra être vérifiée au cas par cas.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, une analyse de risque doit allouer une criticité pour le développement de chaque logiciel du système et la justifier. La justification repose sur les fonctionnalités réalisées par les logiciels, les modes de défaillance considérés et</i>
------------------------	--



	<i>l'architecture du système complet. Cette analyse doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
--	--

3.1.3-REG6 Propagation de panne

L'étude de danger du système aérostatique doit traiter la propagation de panne.

En ce qui concerne les équipements, l'étude de danger doit s'assurer de la non propagation de panne d'un équipement non critique vers un équipement critique. La propagation pouvant être de nature électrique, électromagnétique, thermique (incendie), mécanique (explosion), etc.

L'étude doit vérifier tout particulièrement qu'aucune propagation de panne n'est de type « effet domino ».

En ce qui concerne les logiciels, une analyse de risque de niveau système doit s'assurer que la panne d'un logiciel développé à un niveau non critique ne se propage pas à un logiciel développé à un niveau critique.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase de conception, une analyse doit traiter la propagation de panne entre équipements ou entre logiciels. Cette analyse doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
-------------------------------	--

3.1.4. Critères Sauvegarde pour un vol de qualification

3.1.4-REG1 Critères Sauvegarde pour un vol de qualification

Dans certains cas¹, la qualification d'un système aérostatique passe par des essais en vol.

Pour ces vols, l'Entité Sauvegarde définit, au cas par cas, des critères Sauvegarde, généralement plus contraignants que pour un vol d'un système qualifié et de manière graduée².

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase de conception, la justification de la nécessité de vols de qualification doit être donnée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
-------------------------------	---

3.2. REGLES ISSUES DE LA REGLEMENTATION DE L'AVIATION CIVILE

Certaines exigences de la réglementation de l'aviation civile ont un impact sur la conception du système aérostatique. Les exigences opérationnelles notamment impliquent que le système soit doté des dispositifs permettant d'y répondre.

3.2.1. Conformité aux Règles de l'air du droit français

3.2.1-REG1 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises ([DA9] et [DA10]) dont les exigences sont rappelées en ANNEXE I.

¹ Un vol de qualification est un vol qui doit permettre de qualifier ce qui n'est pas qualifiable au sol.

² Pour des raisons juridiques, un élément non qualifié du système et qui aurait pu l'être par des études au sol, ne doit pas engendrer de risque.



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, les dispositifs permettant de répondre aux exigences de l'appendice 4 des Règles de l'air françaises doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.2.2. Conformité aux Règles de l'air du droit européen et de l'OACI

3.2.2-REG1 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme à l'appendice 3 des Règles de l'air européennes ([DA14]) et de l'appendice 4 des Règles de l'air de l'OACI ([DA15]).

Moyen(s) de conformité	<i>La conformité à l'appendice 3 des Règles de l'air européennes et à l'appendice 4 de Règles de l'air de l'OACI est acquise par la conformité à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises³.</i>
------------------------	--

3.2.3. Conformité aux règles des pays survolés

3.2.3-REG1 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme aux exigences relatives aux BLNH exprimées par les pays survolés (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, les réglementations nationales des pays survolés et les accords entre le CNES et les organismes correspondants doivent être rappelés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. Les dispositifs permettant de répondre aux exigences issues des réglementations nationales et des accords doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.3. REGLES ISSUES DE LA REGLEMENTATION MARITIME

Certaines exigences de la réglementation maritime ont un impact sur la conception du système aérostatique. Les exigences opérationnelles notamment, impliquent que le système soit doté des dispositifs permettant d'y répondre.

3.3.1-REG1 Règle relative aux épaves

Lorsqu'un aérostat retombe en mer, il ne doit pas créer d'épave représentant un risque pour la navigation maritime.

Moyen(s) de conformité	<i>L'aérostat doit soit être récupéré, soit pouvoir couler, soit ne pas constituer un risque pour la navigation maritime (en prenant au besoin certaines dispositions). Le risque peut être estimé par jugement d'ingénieur. En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le principe retenu doit être présenté et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

³ Les moyens de conformité à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises, objet de la circulaire d'application, seront proposés comme Acceptable Means of Compliance (AMC) aux Règles de l'air européennes.



3.3.1-REG2 Notification de retombée

Avant la retombée d'un aérostat, un avis doit être émis pour la circulation maritime indiquant la zone de retombée prévisible.

Moyen(s) de conformité	<i>L'émission d'un AVURNAV ou équivalent répond à cette exigence. En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, les dispositifs prévus pour renseigner et émettre l'AVURNAV doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.3.1-REG3 Conformité à la réglementation dans les eaux territoriales

Lorsqu'un aérostat retombe ou évolue dans les eaux territoriales d'un pays (cf. [DA16]), la réglementation maritime spécifique applicable doit être respectée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, la réglementation maritime spécifique applicable doit être rappelée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. Les dispositifs permettant de répondre aux exigences issues de cette réglementation doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.4. REGLES DE DIMINUTION DE LA DANGEROUSITE DES AEROSTATS

D'une manière générale, l'aérostat doit être conçu de telle sorte qu'il soit le moins dangereux possible d'une part vis-à-vis du public survolé et d'autre part vis-à-vis des aéronefs notamment lorsque le plafond est au niveau des espaces aériens (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

3.4.1. Règles relatives à l'architecture de l'aérostat

3.4.1-REG1 Prise en compte des études de dangerosité

Les documents d'études ou les articles de référence et les outils mis à la disposition par l'Entité Sauvegarde doivent être utilisés afin de connaître, pour les éléments de l'aérostat (enveloppe, éléments du ballon et de la chaîne de vol), les caractéristiques optimales en termes de dangerosité (masse, volume, vitesse de chute, protection extérieure, etc.) et de s'en rapprocher autant que possible, dans certaines limites techniques, budgétaires et calendaires.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude doit être réalisée pour diminuer la dangerosité de l'aérostat. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.1-REG2 Architecture des éléments mécaniques de l'aérostat

Les extrémités saillantes, arêtes tranchantes et angles vifs doivent être évités autant que possible ou protégés.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude doit être réalisée pour diminuer la dangerosité de l'aérostat. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



3.4.1-REG3 *Dangerosité vis-à-vis des aéronefs*

Lorsque le plafond de l'aérostat est au niveau des espaces aériens, le concepteur doit minimiser sa dangerosité par rapport aux aéronefs.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude doit être réalisée pour diminuer la dangerosité de l'aérostat. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.1-REG4 *Démarche de diminution de la dangerosité*

Une démarche générale, conduite dans le temps, doit être appliquée pour chercher à diminuer la dangerosité des aérostats autant que possible, dans certaines limites techniques et budgétaires (réduction de la zone de retombée, pilotage des aérostats, autonomie accrue, etc.).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une étude doit être réalisée pour diminuer la dangerosité de l'aérostat. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.2. *Règles relatives aux équipements embarqués*

Afin de minimiser les risques vis-à-vis de la population au sol⁴, le concepteur doit minimiser autant que possible la dangerosité des équipements embarqués.

3.4.2-REG1 *Identification des équipements dangereux*

La dangerosité des équipements peut être de nature :

- électrique (batterie, circuit non déchargé, etc.),
- électromagnétique (rayonnements ionisants et non ionisants),
- thermique (enceinte à froid, réchauffeur, etc.),
- pyrotechnique,
- explosive (circuit sous pression, accumulation de gaz, etc.),
- mécanique ou électromécanique (mâts, vannes, etc.),
- chimique (substances ou gaz toxiques, inflammables, etc.),
- biologique.

Le concepteur doit identifier les équipements dangereux en considérant leur fonctionnement nominal et non nominal.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, une étude de danger doit identifier les équipements dangereux en considérant leur fonctionnement nominal et non nominal. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

⁴ L'objet de ce paragraphe, à la frontière entre la Sauvegarde Vol et la Sauvegarde Sol, est la protection du public entre le moment où l'aérostat a atterri et sa récupération éventuelle et par extension la protection du personnel qui le manipule.



3.4.2-REG2 Application des normes de conception et d'utilisation

Le concepteur doit appliquer les normes en vigueur pour la conception et l'utilisation des équipements identifiés comme dangereux.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception les dossiers de conception doivent indiquer les normes d'utilisation appliquées aux équipements dangereux. Ces dossiers doivent être consultables par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.2-REG3 Moyens de protection

Des moyens de protection vis-à-vis des équipements identifiés comme dangereux doivent être appliqués, autant que possible. Deux barrières de sécurité doivent être implantées vis-à-vis des risques catastrophiques.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, une étude de danger doit identifier les moyens de protection mis en œuvre vis-à-vis des équipements dangereux. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.2-REG4 Moyens de passivation

Des moyens de passivation des équipements identifiés comme dangereux doivent être appliqués avant l'atterrissage de l'aérostat ou après l'atterrissage afin de le rendre le moins dangereux possible.

En cas d'atterrissage à l'étranger, les règles de passivation doivent faire partie de l'accord entre le CNES et l'organisme correspondant du pays concerné (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

Passivation des éléments pyrotechniques

Autant que possible, les éléments pyrotechniques dangereux (voie nominale et voie redondante) doivent être activés avant l'atterrissage.

Pour pallier le cas de défaillance où des éléments pyrotechniques ne se seraient pas déclenchés, la signalétique apposée sur les éléments de l'aérostat (cf. § 3.4.2-REG6 « Signalétique ») permet d'accepter que ces éléments pyrotechniques restent en l'état jusqu'à la récupération ou pas de l'aérostat.

Dans le cadre de la récupération, les éléments pyrotechniques qui ne se sont pas déclenchés doivent être désarmés (cf. § 4.3.10-REG2 « Procédures opérationnelles de récupération »).

Vidage du bac à lest

L'intérêt d'un point de vue Sauvegarde du vidage du BAL doit être analysé par rapport à l'impact sur le risque global⁵.

Passivation des éléments mécaniques externes

Les éléments mécaniques externes (mâts, etc.) doivent être repliés ou rentrés avant atterrissage ou être protégés ou réalisés en matériau frangible.

⁵ La diminution de la masse du BAL fait diminuer la dangerosité de l'aérostat d'un côté et augmenter la surface meurtrie de l'autre. La recherche de l'optimum n'est peut-être pas utile si l'impact sur le risque global est peu significatif.



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, une étude de danger doit identifier les moyens de passivation mis en œuvre vis-à-vis des équipements dangereux. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.4.2-REG5 Maîtrise des risques résiduels

Le concepteur doit préciser les risques résiduels, dans le cas nominal et dans les cas non nominaux, afin que ceux-ci soient signalés à la population au sol (cf. § 3.4.2-REG6 « Signalétique ») et pris en compte dans les procédures opérationnelles de mise en œuvre de l'aérostat et de récupération (cf. § 4.3.10-REG2 « Procédures opérationnelles de récupération »).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, une étude de danger doit identifier les risques résiduels relatifs à la mise en œuvre des équipements dangereux. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4.2-REG6 Signalétique

En cas d'équipement dangereux, une signalétique normalisée doit être apposée sur les éléments de l'aérostat indiquant la nature du danger et l'interdiction de manipuler les éléments de l'aérostat, voire de s'en approcher.

Dans tous les cas, une plaquette doit être fixée sur les éléments importants de l'aérostat et indiquer les coordonnées du CNES et le numéro d'appel de l'astreinte CNES, de même que les consignes de sécurité, si nécessaire. Les consignes seront rédigées dans la ou les langues permettant d'informer le mieux possible la population au sol et en anglais pour couvrir les cas non nominaux.

Ces éléments de signalétique doivent résister à l'environnement de la mission et être visibles dans toutes les situations d'atterrissage.

Moyen(s) de conformité	<i>Les pictogrammes doivent être ceux définis par l'Organisation internationale de normalisation du système de graphiques reconnaissables en matière d'information sur la sécurité.</i> <i>En phase de conception ou d'exploitation, les éléments de signalétique doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.4.3. Délai d'intervention sur site

3.4.3-REG1 Délai d'intervention sur site

Dans les cas d'intervention sur le site d'atterrissage nécessaires pour des raisons de Sauvegarde, le délai d'intervention doit être minimisé (cf. § 4.3.9 « Règles d'intervention sur le site d'atterrissage »).

Moyen(s) de conformité	<i>Un système de repérage au sol, type Argos en lien direct, peut être placé sur les éléments importants de l'aérostat retombant séparément (enveloppe et NCU).</i> <i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour minimiser le délai d'intervention sur site doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



3.5. REGLES RELATIVES AUX ELEMENTS MECANQUES EMBARQUES

Les règles décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux éléments mécaniques critiques embarqués. On entend par éléments mécaniques :

- les structures de nacelle,
- les structures d'équipement embarqué,
- les pièces mécaniques comme le clapet, les pôles, le crochet, le libérateur, les pièces d'accastillage, le séparateur, le pivot,
- les câbles et tubulures,
- les enveloppes, les sangles, les parachutes,
- les assemblages, fixations et connexions.

Remarque 1 : pour les BPCL, dont le plafond se situe dans les espaces aériens, une étude peut montrer que le risque majeur est le risque vis-à-vis des aéronefs et que pour le diminuer la solution passe par l'emploi de matériaux frangibles ne remplissant pas strictement les exigences de dimensionnement de ce paragraphe pour la protection des populations au sol.

Remarque 2 : *le principe de dimensionnement des structures souples (enveloppes et parachutes) est en cours de révision par la Sous-direction Ballons.*

3.5.1. Spécifications de conception des éléments mécaniques

3.5.1-REG1 Spécifications de conception des éléments mécaniques

Les spécifications de conception des éléments mécaniques doivent être établies à partir de l'objectif de mission.

Elles doivent prendre en compte l'environnement dans lequel évolue l'aérostat :

- environnement mécanique (charges statiques et dynamiques, vibrations),
- environnement thermique (températures et gradients de température),
- conditions de rayonnement (UV, ozone, etc.),
- conditions d'humidité (humidité et givrage).

pendant :

- les phases de vol,
- les phases de préparation au vol et de récupération,
- le transport,
- le stockage.

ainsi que la réutilisation potentielle de certains éléments mécaniques.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, l'objectif de mission et les spécifications de conception des éléments mécaniques doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



3.5.2. Principe de dimensionnement mécanique

3.5.2-REG1 Principe de dimensionnement mécanique

Le dimensionnement mécanique doit s'appuyer sur le principe suivant (cf. § RNC-ECSS-E-ST-32-10) :

- la charge limite LL (limit load) multipliée par les différents facteurs de sécurité pris au cours du processus de dimensionnement doit rester inférieure à la limite élastique du matériau YL (yield load) et,
- la charge limite LL (limit load) multipliée par les différents facteurs de sécurité pris au cours du processus de dimensionnement doit rester inférieure à la limite à rupture du matériau UL (ultimate load).

La charge limite est définie soit par la charge maximale observée (dans 99% des cas avec une confiance de 90%) soit par calcul.

Les différents facteurs de sécurité sont généralement :

- un coefficient de modèle (KM),
- un coefficient projet (KP),
- un coefficient de design (FOSD : design factor of safety),
- un coefficient par rapport à la limite élastique (FOSY : yield design factor of safety),
- un coefficient par rapport à la limite à rupture (FOSU : ultimate design factor of safety).

Par définition :

- DLL (design limit load) = $LL \cdot KM \cdot KP \cdot FOSD$,
- DYL (design yield load) = $DLL \cdot FOSY$,
- DUL (design ultimate load) = $DLL \cdot FOSU$.

Le dimensionnement doit vérifier que $DYL \leq YL$ et $DUL \leq UL$.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement mécanique avec les différents coefficients de sécurité appliqués doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.5.2-REG2 Coefficient de sécurité minimal

Un coefficient de sécurité minimal de 1,5 doit être appliqué par rapport à la limite élastique : $LL \cdot 1,5 \leq YL$.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement mécanique doit montrer que le coefficient de sécurité minimal est respecté.</i>
------------------------	---

3.5.3. Principe de dimensionnement thermique

3.5.3-REG1 Marge de sécurité thermique

Une marge par rapport aux températures extérieures extrêmes attendues doit être prise en compte et justifiée dans le dimensionnement thermique des éléments mécaniques de l'aérostat (cf. § RNC-ECSS-E-ST-31).

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement thermique doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. Il doit inclure une marge de sécurité thermique.</i>
-------------------------------	---

3.5.3-REG2 Effets thermomécaniques

La dilatation différentielle de matériaux différents en interface, entraîne des contraintes mécaniques supplémentaires.

Ces effets thermomécaniques doivent être pris en compte dans le dimensionnement thermique.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement thermique doit prendre en compte les effets thermomécaniques.</i>
-------------------------------	---

3.5.4. Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité

3.5.4-REG1 Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité

Sous l'action notamment du rayonnement et de l'humidité, les qualités mécaniques des matériaux plastiques, synthétiques, métalliques ou composites sont altérées en fonction du temps. D'autre part, le givrage amène des contraintes mécaniques supplémentaires.

Ces phénomènes doivent être pris en compte dans la conception des éléments mécaniques.

Des marges de dimensionnement doivent être prises et justifiées.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité avec les marges de dimensionnement appliquées doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
-------------------------------	--

3.5.5. Principe de dimensionnement des assemblages, fixations et connexions

On entend par :

- assemblage, l'assemblage par exemple d'éléments de structure par boulon/écrou, soudure, etc.,
- fixation, la fixation par exemple d'équipement sur la structure par boulon/écrou, vis, etc. ou la fixation de câbles ou tubulures par cavalier, collage, etc.,
- connexions, les connexions par exemple de câbles ou de tubulures sur des équipements.



3.5.5-REG1 Principe de dimensionnement des assemblages, fixations et connexions

Le dimensionnement de ces éléments doit prendre en compte :

- l'environnement mécanique : rupture, matage, arrachement, déconnexion,
- l'environnement thermique : rupture, desserrage, décollement par effet thermomécanique,
- les conditions de rayonnement et d'humidité : altération et corrosion en fonction du temps, givrage.

Des marges de dimensionnement doivent être prises et justifiées.

D'autre part, les normes relatives aux assemblages, fixations et connexions doivent être applicables.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le principe de dimensionnement des assemblages, fixations et connexions avec les marges de dimensionnement appliquées doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.5.6. Principe de dimensionnement des mécanismes

3.5.6-REG1 Marge de fonctionnement

Les mécanismes doivent pouvoir fonctionner pendant la durée du vol avec une marge de fonctionnement et dans les conditions du vol (cf. § RNC-ECSS-E-ST-33-01). La marge doit être justifiée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les dossiers de conception des mécanismes doivent intégrer et justifier une marge de fonctionnement.</i>
------------------------	---

3.5.7. Principe de contrôle des éléments mécaniques

3.5.7-REG1 Principe de contrôle des éléments mécaniques

A l'issue du transport et, le cas échéant, du stockage, le concepteur doit indiquer si un contrôle d'intégrité est nécessaire.

Il doit préciser les événements particuliers imposant un contrôle, la nature du contrôle (quoi, comment), les critères d'un contrôle positif, les actions à prendre dans le cas d'un contrôle non positif.

Cela implique, le cas échéant, d'équiper l'aérostat de dispositifs de mesure et de prévoir les moyens de contrôle au sol.

Le contrôle d'intégrité doit permettre de détecter par exemple les événements listés au § 3.5.8-REG2 « Principe de contrôle des éléments mécaniques réutilisés ».

Remarque : le retour d'expérience peut amener à modifier le principe de contrôle défini.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception/qualification, le principe de contrôle des éléments mécaniques à l'issue du transport et du stockage doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---



3.5.8. Principe de dimensionnement des éléments mécaniques réutilisés

3.5.8-REG1 Principe de dimensionnement des éléments mécaniques réutilisés

Les éléments mécaniques prévus pour être utilisés pour plusieurs vols au cours d'une même campagne ou de plusieurs campagnes, doivent être conçus de telle sorte que leurs qualités mécaniques restent compatibles avec tous les vols prévus.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de dimensionnement des éléments mécaniques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

3.5.8-REG2 Principe de contrôle des éléments mécaniques réutilisés

Pour les éléments mécaniques prévus pour être utilisés pour plusieurs vols, le concepteur doit indiquer si un contrôle d'intégrité est nécessaire.

Il doit préciser la fréquence de contrôle et/ou les événements particuliers imposant un contrôle, la nature du contrôle (quoi, comment), les critères d'un contrôle positif, les actions à prendre dans le cas d'un contrôle non positif, les actions d'entretien.

Cela implique, le cas échéant, d'équiper l'aérostat de dispositifs de mesure et de prévoir les moyens de contrôle au sol.

Nota : dans le cas d'un contrôle négatif, si l'action consiste à modifier l'élément mécanique, celui-ci doit être qualifié à nouveau.

Le contrôle d'intégrité doit permettre de détecter par exemple :

- le dépassement de certains seuils (accélérations, etc.),
- la dégradation des structures (chocs, déformation, criques, altération, corrosion, etc.),
- la dégradation des pièces mécaniques (chocs, corrosion, etc.),
- la dégradation des mécanismes (usure par frottement, corrosion),
- la dégradation des câbles et tubulures (altération, corrosion),
- la dégradation des sangles et du(des) parachute(s) (usure par frottement, déchirures, altération, corrosion, etc.),
- la dégradation des assemblages, fixations et connexions (rupture, matage, arrachement, déconnexion, desserrage, décollement, corrosion, etc.).

Remarque : le retour d'expérience peut amener à modifier le principe de contrôle défini.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception/qualification, le principe de contrôle des éléments mécaniques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--



3.5.8-REG3 Suivi des éléments mécaniques réutilisés

Les principes de dimensionnement et de contrôle des éléments mécaniques réutilisés impliquent que chaque élément soit identifié et suivi tout au long de son utilisation opérationnelle.

Par exemple, le suivi d'une structure donnée en composite consistera à conserver les résultats de contrôle, les actions réalisées sur cette structure, la durée totale d'exposition aux UV qui doit rester inférieure à une durée maximale.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception/qualification, le principe de suivi des éléments mécaniques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.5.9. Qualification des éléments mécaniques

3.5.9-REG1 Principe de qualification mécanique

La charge de qualification QL (qualification test load) ne doit pas être inférieure à la charge limite ($QL = LL * KQ$ avec $KQ \geq 1$) et doit être justifiée (cf. § RNC-ECSS-E-ST-32-10).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification mécanique avec le coefficient de qualification appliqué doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.5.9-REG2 Principe de qualification thermique

La température de qualification doit être supérieure, respectivement inférieure, à la température limite haute spécifiée, respectivement basse, et doit être justifiée (cf. § RNC-ECSS-E-ST-31).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification thermique avec la marge de qualification appliquée doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.5.9-REG3 Qualification des éléments du commerce

Si les éléments sont utilisés tels quels et que le domaine de qualification garanti par le constructeur correspond aux spécifications définies précédemment, la qualification des éléments est considérée comme acquise. Ces éléments doivent être utilisés selon les prescriptions du constructeur.

Dans le cas contraire, c'est à dire dans le cas où les éléments sont modifiés ou si le domaine de qualification ne correspond pas aux spécifications, tout ou partie de la qualification doit alors être réalisée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification des éléments du commerce utilisés doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---



3.6. REGLES RELATIVES AUX SYSTEMES ELECTRIQUES EMBARQUES

Les règles décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux systèmes électriques critiques embarqués. On entend par système électrique le circuit électrique et les équipements électriques ou électroniques.

3.6.1. Spécifications de conception des systèmes électriques

3.6.1-REG1 Spécifications de conception des systèmes électriques

Les spécifications de conception des systèmes électriques doivent être établies à partir de l'objectif de mission (cf. § 3.5.1 « Spécifications de conception des éléments mécaniques »).

Moyen(s) de conformité	En phase de faisabilité/conception, l'objectif de mission et les spécifications de conception des systèmes électriques doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.6.2. Principe de dimensionnement thermique

3.6.2-REG1 Principe de dimensionnement thermique

La plage de fonctionnement en température des systèmes électriques doit être respectée. Au besoin des systèmes de régulation de la température doivent être mis en place.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de dimensionnement thermique doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

3.6.2-REG2 Marge de sécurité thermique

Une marge par rapport aux températures extérieures extrêmes attendues doit être prise en compte et justifiée dans le dimensionnement thermique des systèmes électriques de l'aérostat.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de dimensionnement thermique doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. Il doit inclure une marge de sécurité thermique.
------------------------	--

3.6.3. Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité

3.6.3-REG1 Principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité

Sous l'action du rayonnement, les qualités électriques de certains équipements sont altérées en fonction du temps (cellules solaires, etc.). Certains équipements sont sensibles également aux rayonnements cosmiques. D'autres se détériorent dans des conditions d'humidité défavorables.

Ces phénomènes doivent être pris en compte dans la conception des systèmes électriques.

Des marges de dimensionnement doivent être prises et justifiées.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de dimensionnement par rapport aux conditions de rayonnement et d'humidité avec les marges de dimensionnement appliquées doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---



3.6.4. Marge de fonctionnement

3.6.4-REG1 Marge de fonctionnement

Les systèmes électriques doivent pouvoir fonctionner pendant la durée du vol avec une marge de fonctionnement et dans les conditions du vol. La marge doit être justifiée.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, les dossiers de conception des systèmes électriques doivent intégrer et justifier une marge de fonctionnement.
------------------------	--

3.6.5. Principe de dimensionnement des systèmes électriques réutilisés

3.6.5-REG1 Principe de dimensionnement des systèmes électriques réutilisés

Les systèmes électriques prévus pour être utilisés pour plusieurs vols au cours d'une même campagne ou de plusieurs campagnes, doivent être conçus de telle sorte que leurs qualités électriques restent compatibles avec tous les vols prévus.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de dimensionnement des systèmes électriques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.6.5-REG2 Principe de contrôle des systèmes électriques réutilisés

Pour les systèmes électriques prévus pour être utilisés pour plusieurs vols, le concepteur doit indiquer si un contrôle d'intégrité est nécessaire.

Il doit préciser la fréquence de contrôle et/ou les événements particuliers imposant un contrôle, la nature du contrôle (quoi, comment), les critères d'un contrôle positif, les actions à prendre dans le cas d'un contrôle non positif, les actions d'entretien.

Cela implique, le cas échéant, d'équiper l'aérostat de dispositifs de mesure et de prévoir les moyens de contrôle au sol.

Nota : dans le cas d'un contrôle négatif, si l'action consiste à modifier le système électrique, celui-ci doit être qualifié à nouveau.

Le contrôle d'intégrité doit permettre de détecter par exemple :

- le non fonctionnement d'un équipement électrique autant que possible, en conditions de vol,
- le dépassement de certains seuils (décharge batterie, etc.),
- etc.

Remarque : le retour d'expérience peut amener à modifier le principe de contrôle défini.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception/qualification, le principe de contrôle des systèmes électriques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---



3.6.5-REG3 Suivi des systèmes électriques réutilisés

Les principes de dimensionnement et de contrôle des systèmes électriques réutilisés impliquent que chaque élément du système soit identifié et suivi tout au long de son utilisation opérationnelle.

Par exemple, le suivi d'une batterie consistera à conserver les résultats de contrôle, les actions réalisées sur cette batterie, le nombre de cycles de charge/décharge et la profondeur correspondante qui doivent rester dans les spécifications d'utilisation.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception/qualification, le principe de suivi des systèmes électriques prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.6.6. Règles relatives aux circuits électriques

3.6.6-REG1 Connexions électriques

- Les connexions des circuits électriques ne doivent pas présenter d'ambiguïté (dispositif de détrompage mécanique ou visuel).
- La détérioration d'une connexion (écrasement de la connexion, mise en contact de 2 broches voisines, etc.) ne doit pas entraîner d'événement catastrophique.
- Les connecteurs doivent pouvoir être verrouillés.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les dossiers de conception des circuits électriques doivent intégrer l'exigence de connexion.</i>
------------------------	--

3.6.6-REG2 Cause commune de défaillance des voies nominale et redondante

Les causes communes de défaillance (mécanique, thermique, électromagnétique, etc.) des voies nominale et redondante doivent être évitées (par la ségrégation des voies par exemple).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les causes communes de défaillance des voies nominale et redondante doivent être évitées. Cette exigence doit être intégrée dans les dossiers de conception des circuits électriques.</i>
------------------------	--

3.6.6-REG3 Isolement du câblage

Le câblage des circuits électriques doit être réalisé de manière à minimiser les risques de dommages dus au voisinage (dommage mécanique, thermique, etc.).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les dossiers de conception des circuits électriques doivent intégrer l'exigence d'isolement du câblage.</i>
------------------------	--

3.6.6-REG4 Résistance du câblage

Les câbles doivent résister ou être protégés contre l'abrasion et la torsion en cas de risque identifié.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les dossiers de conception des circuits électriques doivent intégrer l'exigence de résistance du câblage.</i>
------------------------	--

3.6.7. Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique

3.6.7-REG1 Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique entre les systèmes électriques sensibles aux conditions électromagnétiques et, d'une part, les autres équipements du système aérostatique (bord et sol) et, d'autre part, le site des opérations doit être assurée. Pour cela un plan de fréquence doit être établi.

Nota : une vérification du plan de fréquence par rapport au site des opérations doit être réalisée au moment de la préparation de la campagne (cf. §4.1.2-REG2 « Vérification de la compatibilité du système aérostatique et de la campagne »).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, une étude doit identifier les systèmes électriques sensibles aux conditions électromagnétiques et définir un plan de fréquence. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.6.7-REG2 Respect de la réglementation relative aux télécommunications

Les équipements de communication doivent respecter la réglementation relative aux télécommunications des pays survolés.

Une Licence de Station d'Aéronef (LSA) doit être obtenue auprès de la DGAC (processus en cours d'instruction par la DGAC).

Pour les communications RF propriétaires et critiques utilisant une fréquence unique une marge de puissance par rapport aux niveaux maximum autorisés par le pays doit être prise afin de conserver le lien bord sol en toute circonstance.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, une étude doit montrer la compatibilité entre la mission et le respect de la réglementation relative aux télécommunications, en prévoyant une marge de puissance par rapport aux niveaux maximum autorisés. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.6.8. Règles vis-à-vis des charges électrostatiques

3.6.8-REG1 Écoulement des charges électrostatiques

- Les systèmes électriques générant des charges électrostatiques doivent être reliés à un dispositif d'écoulement des charges électrostatiques.
- Le dispositif d'écoulement des charges électrostatiques doit rester constamment fonctionnel lorsque l'aérostat est mis en œuvre (en opérations, en maintenance, etc.).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, une étude doit identifier les systèmes électriques sensibles aux charges électrostatiques et définir un plan de qualification. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---



3.6.9. Règles vis-à-vis de la foudre

3.6.9-REG1 Résistance à la foudre

Lorsqu'une solution technique est possible, les systèmes électriques sensibles à la foudre doivent être protégés.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, une étude doit identifier les systèmes électriques sensibles à la foudre. La justification de la résistance à la foudre peut être basée sur l'application de normes. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.6.10. Règles relatives à la sûreté de fonctionnement

3.6.10-REG1 Activation intempestive

Un système électrique critique ne doit pas pouvoir être activé de manière intempestive par influence de l'environnement extérieur (rayonnements électromagnétiques, charges électrostatiques, TC destinée à un autre système électrique, etc.).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, des moyens doivent être pris pour que les systèmes électriques critiques ne puissent pas être activés de manière intempestive. Cette exigence doit être intégrée dans les dossiers de conception des circuits électriques.</i>
------------------------	---

3.6.10-REG2 Protection des barrières de sécurité

Une absence d'énergie dans les circuits d'une barrière de sécurité ne doit pas la faire changer d'état.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, des moyens doivent être pris pour que les barrières de sécurité ne puissent pas changer d'état en cas d'absence d'énergie. Cette exigence doit être intégrée dans les dossiers de conception des circuits électriques.</i>
------------------------	---

3.6.11. Qualification des systèmes électriques

3.6.11-REG1 Principe de qualification thermique

La température de qualification doit être supérieure, respectivement inférieure, à la température limite haute spécifiée, respectivement basse, et doit être justifiée (cf. § RNC-ECSS-E-ST-31).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification thermique avec la marge de qualification appliquée doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.6.11-REG2 Qualification des systèmes du commerce

Si le système est utilisé tel quel et que le domaine de qualification garanti par le constructeur correspond aux spécifications définies précédemment, la qualification du système est considérée comme acquise. Ce système doit être utilisé selon les prescriptions du constructeur.

Dans le cas contraire, c'est à dire dans le cas où le système est modifié ou si le domaine de qualification ne correspond pas aux spécifications, tout ou partie de la qualification doit alors être réalisée.



Pour les équipements aéronautiques, les caractéristiques fonctionnelles exigées par les Règles de l'air (et/ou les règles nationales applicables) doivent être démontrées pour la traversée des espaces aériens.

Une certification de la part des instances de certification aéronautique est peut être nécessaire (en cours de confirmation auprès de la DGAC).

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification des systèmes du commerce utilisés doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.7. REGLES COMPLEMENTAIRES RELATIVES AUX SYSTEMES ET EQUIPEMENTS EMBARQUES

Les règles complémentaires décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux systèmes et équipements critiques embarqués.

3.7.1. Règles relatives aux systèmes fluides sous pression

3.7.1-REG1 Connexions

- Les connexions des systèmes fluides sous pression ne doivent pas présenter d'ambiguïté (dispositif de détrompage mécanique ou visuel).
- La détérioration d'une connexion (écrasement de la connexion, fuite) ne doit pas entraîner d'événement catastrophique.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, les dossiers de conception des systèmes fluides sous pression doivent intégrer les exigences de connexion.</i>
------------------------	---

3.7.1-REG2 Qualification des systèmes fluides sous pression

Les composants des systèmes fluides sous pression doivent avoir subi leur épreuve de timbrage avant leur arrivée sur le site de lancement. Après épreuve du système, la pression maximale attendue en service ne doit jamais être dépassée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le rapport de qualification doit comporter les résultats des épreuves de timbrage. Il doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.7.1-REG3 Réutilisation des systèmes fluides sous pression

En cas de réparation ou d'entretien de systèmes fluides sous pression, un essai d'étanchéité représentatif est requis avant toute remise en service. En outre, si l'opération n'est pas limitée à un démontage/remontage mais comprend des interventions plus importantes (soudage, formage, etc.), le système sous pression doit être inspecté et éprouvé après ces interventions par un organisme de contrôle agréé.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le principe de contrôle des systèmes fluides sous pression prévus pour être réutilisés pour plusieurs vols doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



3.7.1-REG4 Qualification des systèmes du commerce

Si le système est utilisé tel quel et que le domaine de qualification garanti par le constructeur correspond aux spécifications établies à partir de l'[objectif de mission](#) (cf. § 3.5.1 « Spécifications de conception des éléments mécaniques »), la qualification du système est considérée comme acquise. Ce système doit être utilisé selon les prescriptions du constructeur.

Dans le cas contraire, c'est à dire dans le cas où le système est modifié ou le domaine de qualification ne correspond pas aux spécifications, tout ou partie de la qualification doit alors être réalisée.

Moyen(s) de conformité	En phase de qualification, le principe de qualification des systèmes du commerce utilisés doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.7.2. Règles relatives aux équipements pyrotechniques

3.7.2-REG1 Choix des équipements pyrotechniques

Les équipements pyrotechniques doivent être choisis en fonction de leur faible sensibilité aux agressions externes (thermique, mécanique, électrique, etc.).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, les dossiers de conception des systèmes pyrotechniques doivent intégrer l'exigence de choix des éléments pyrotechniques.
------------------------	--

3.8. REGLES RELATIVES AUX SYSTEMES ET EQUIPEMENTS DU SEGMENT SOL

Les règles décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux [systèmes et équipements critiques](#) pour la [Sauvegarde Vol](#) du [segment sol](#).

3.8.1. Spécifications de conception des systèmes et équipements

3.8.1-REG1 Spécifications de conception des systèmes et équipements

Les spécifications de conception des systèmes et équipements doivent être établies à partir de l'[objectif de mission](#) (cf. § 3.5.1 « Spécifications de conception des éléments mécaniques »).

Moyen(s) de conformité	En phase de faisabilité/conception, l'objectif de mission et les spécifications de conception des systèmes et équipements doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

3.8.2. Suivi des systèmes et équipements

3.8.2-REG1 Suivi des systèmes et équipements

Les systèmes et équipements doivent être utilisés en respectant les consignes d'entretien et de remplacement du constructeur.

Le respect des consignes d'entretien implique que chaque système et équipement soit identifié et suivi tout au long de son utilisation opérationnelle.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le principe de suivi des systèmes et équipements doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---



3.8.3. Règles relatives à l'installation électrique du segment sol

3.8.3-REG1 Alimentation électrique secours

Le segment sol doit disposer d'une alimentation électrique secours, afin que les opérations liées à la Sauvegarde Vol puissent être réalisées (alimentation des équipements concourant à la Sauvegarde Vol, éclairage, etc.).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit intégrer l'exigence d'alimentation secours.
------------------------	--

3.8.3-REG2 Connexions électriques

- Les connexions des équipements électriques ne doivent pas présenter d'ambiguïté (dispositif de détrompage mécanique ou visuel).
- La détérioration d'une connexion (écrasement de la connexion, mise en contact de deux broches voisines, etc.) ne doit pas entraîner d'événement catastrophique.
- Les connecteurs doivent pouvoir être verrouillés.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit intégrer l'exigence de connexion.
------------------------	--

3.8.3-REG3 Cause commune de défaillance des voies nominale et redondante

Les causes communes de défaillance (mécanique, thermique, électromagnétique, etc.) des voies nominale et redondante doivent être évitées (par la ségrégation des voies par exemple).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, les causes communes de défaillance des voies nominale et redondante doivent être évitées. Cette exigence doit être intégrée dans les dossiers de conception des circuits électriques.
------------------------	---

3.8.3-REG4 Isolement du câblage

Le câblage des équipements électriques doit être réalisé de manière à minimiser les risques de dommages dus au voisinage (dommage mécanique, thermique, etc.).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit intégrer l'exigence d'isolement du câblage.
------------------------	--

3.8.3-REG5 Résistance du câblage

Les câbles doivent résister ou être protégés contre l'abrasion et la torsion en cas de risque identifié.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit intégrer l'exigence de résistance du câblage.
------------------------	--



3.8.4. Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique

3.8.4-REG1 Règles vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique

La compatibilité électromagnétique entre les [systèmes/équipements électriques critiques](#) et, d'une part, les autres systèmes/équipements du système aérostatique (bord et sol) et, d'autre part, le site des opérations doit être assurée. Pour cela un plan de fréquence doit être établi.

Nota : une vérification du plan de fréquence par rapport au site des opérations doit être réalisée au moment de la préparation de la campagne (cf. § 4.1.2-REG2 « Vérification de la compatibilité du système aérostatique et de la campagne »).

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, une étude doit identifier les systèmes électriques sensibles aux conditions électromagnétiques et définir un plan de fréquence. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.8.4-REG2 Respect de la réglementation relative aux télécommunications

Les équipements de communication doivent respecter la réglementation relative aux télécommunications des pays survolés.

Pour les communications RF propriétaires et critiques utilisant une fréquence unique une marge de puissance par rapport aux niveaux maximum autorisés par le pays doit être disponible afin de conserver le lien bord sol en toute circonstance.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, une étude doit montrer la compatibilité entre la mission et le respect de la réglementation relative aux télécommunications, en prévoyant une marge de puissance par rapport aux niveaux maximum autorisés. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.8.4-REG3 Respect de la réglementation relative aux télécommunications

Pour les communications filaires critiques multiutilisateurs, une garantie de qualité de service de bout en bout doit être assurée afin de conserver le lien ou les liens en toutes circonstances.

3.8.5. Règles vis-à-vis de la foudre

3.8.5-REG1 Résistance à la foudre

Le segment sol doit être protégé contre la foudre. Sa capacité de résistance doit être démontrée.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit indiquer les normes de résistance à la foudre appliquées.
------------------------	--

3.8.6. Protection mécanique des systèmes et équipements

3.8.6-REG1 Protection mécanique des systèmes et équipements

Les systèmes et équipements doivent être protégés contre les agressions mécaniques (chocs, écrasement de câbles, etc.).



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le dossier de conception du segment sol doit indiquer les mesures de protection prises.</i>
------------------------	--

3.8.7. Dispositif de surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol

3.8.7-REG1 Dispositif de surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol

Les valeurs des paramètres concourant à la [Sauvegarde Vol](#) doivent être surveillées selon une fréquence à définir. Au besoin, un système d'alerte automatique doit être mis en place.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, une analyse doit identifier les paramètres concourant à Sauvegarde Vol. Le dossier de conception du segment sol doit indiquer les dispositifs de surveillance de ces paramètres mis en place.</i>
------------------------	--

3.8.8. Moyens d'archivage

3.8.8-REG1 Moyens d'archivage

Le segment sol doit avoir la capacité d'archiver toutes les informations à caractère Sauvegarde Vol. Cf. § 4.3.13 « Règles d'archivage ».

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, le dossier de conception du segment sol doit indiquer les dispositifs d'archivage mis en place.</i>
------------------------	--

3.8.9. Séparation des centres de contrôle

3.8.9-REG1 Séparation des centres de contrôle

Dans le cas où existent un centre de contrôle nominal et un centre de contrôle secours, ils doivent être physiquement éloignés pour éviter par exemple la propagation d'un incendie de l'un à l'autre.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, le dossier de conception du segment sol doit intégrer l'exigence de séparation des centres de contrôle.</i>
------------------------	--

3.8.10. Qualification opérationnelle du segment sol

3.8.10-REG1 Qualification opérationnelle du segment sol

Le segment sol doit être soumis à une qualification opérationnelle, simulant toutes les [phases de vol](#) d'un aérostat et l'ensemble des aérostats en vol simultanément le cas échéant, dans le cas nominal et les cas de [simple défaillance Sauvegarde](#)⁶.

Les procédures opérationnelles doivent être validées pendant cette qualification.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le principe de qualification opérationnelle du segment sol doit être décrit et justifié dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

⁶ La simulation des cas dégradés Sauvegarde est à l'appréciation du projet.



3.9. REGLES RELATIVES AUX LOGICIELS A DEVELOPPEMENT CRITIQUE

Ce chapitre contient les règles applicables à la réalisation et à la qualification des [logiciels sol ou bord à développement critique](#)⁷ (cf. § 3.1.3-REG5 « Identification des logiciels à développement critique »). Les autres logiciels ne sont pas soumis à ces règles.

3.9.1. Assurance produit et ingénierie logiciel

3.9.1-REG1 Spécification assurance produit logiciel

Une spécification Assurance Produit (AP) logiciel doit être rendue applicable au développement de chaque logiciel à développement critique.

- Cette spécification doit permettre de respecter les exigences de ce chapitre 3.9.
- Cette spécification doit être établie par adaptation du document RNC-ECSS-Q-ST-80.
- Toute suppression ou modification d'exigence issue du document RNC-ECSS-Q-ST-80 doit être justifiée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, une matrice de conformité par rapport au document RNC-ECSS-Q-ST-80 doit être attachée au Dossier de Soumission Sauvegarde. Pour chaque exigence de ce document, la matrice doit indiquer si le développement des logiciels à développement critique y est conforme, partiellement conforme ou non conforme. Une non-conformité ou une conformité partielle, doit être justifiée.</i>
------------------------	---

3.9.1-REG2 Spécification ingénierie logiciel

Une spécification ingénierie logiciel doit être rendue applicable au développement de chaque logiciel à développement critique.

- Cette spécification doit permettre de respecter les exigences de ce chapitre 3.9.
- Cette spécification doit être établie par adaptation du document RNC-ECSS-E-ST-40.
- Toute suppression ou modification d'exigence issue du document RNC-ECSS-E-ST-40 doit être justifiée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, une matrice de conformité par rapport au document RNC-ECSS-E-ST-40 doit être attachée au Dossier de Soumission Sauvegarde. Pour chaque exigence de ce document, la matrice doit indiquer si le développement des logiciels à développement critique y est conforme, partiellement conforme ou non conforme. Une non-conformité ou une conformité partielle, doit être justifiée.</i>
------------------------	---

3.9.2. Documentation nécessaire

3.9.2-REG1 Documentation qualité

Pour chaque logiciel à développement critique, la documentation suivante doit être produite :

- plan assurance produit logiciel,
- rapports assurance produit logiciel.

⁷ Pour certains logiciels particuliers, la Qualité peut définir des règles spécifiques, amenant au même niveau de qualité souhaité.



Le plan assurance produit logiciel doit inclure une matrice de couverture des exigences de ce chapitre.

Les rapports assurance produit logiciel doivent inclure les résultats des activités de vérification du respect des exigences de ce chapitre.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le plan et les rapports assurance produit logiciel doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.9.2-REG2 Documentation technique

Pour chaque logiciel à développement critique, la documentation suivante doit être produite :

- spécification technique du logiciel,
- dossier de conception,
- plans de tests,
- rapports / résultats de tests.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, cette documentation technique doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.9.2-REG3 Configuration produit logiciel

La configuration réelle de chaque version d'un logiciel à développement critique doit être documentée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, le dossier qui décrit la configuration d'un logiciel à développement critique doit identifier notamment :</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>le nom et la version du logiciel</i> • <i>les non conformités, les dérogations et le risque résiduel</i> • <i>l'état de validation du logiciel</i> • <i>les documents associés au produit</i> <i>Ce dossier doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.9.3. Sûreté de fonctionnement au niveau logiciel

3.9.3-REG1 Composants logiciel à développement critique

Sur justification, le niveau de développement critique peut se restreindre à certains des [composants](#) du logiciel.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, la justification doit être apportée par une analyse de risque de niveau spécification technique et / ou conception, basée sur des méthodes qualitatives de type AMDEC ou arbre de défaillance.</i> <i>Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.9.3-REG2 Ségrégation entre composants logiciel

Si le niveau de développement critique d'un logiciel est restreint à certains de ses [composants](#), la ségrégation entre composants à développement non critique et composants à développement



critiques doit être démontrée : la défaillance d'un composant à développement non critique ne doit pas entraîner la défaillance d'un composant à développement critique.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, la justification doit être apportée par une analyse de risque de niveau spécification technique et / ou conception, basée sur des méthodes qualitatives de type AMDEC fonctionnelle ou arbre de défaillance. Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.9.4. Tests

3.9.4-REG1 Couverture des tests unitaires

Le taux de couverture structurelle doit être de 100% des décisions (chaque point d'entrée et de sortie du module considéré a été activé au moins une fois et chaque décision a pris la valeur vrai ou faux au moins une fois).

- a) Les spécifications des tests unitaires doivent être basées sur les spécifications techniques et documents de conception, et non sur le code source.
- b) Le code mort, non spécifié dans les spécifications techniques et documents de conception, doit être éliminé.
- c) Les objectifs de couverture doivent être les mêmes pour le code généré automatiquement que pour le code manuel.
- d) Dans le cas où la traçabilité entre code source et code objet ne peut pas être vérifiée, les couvertures de test doivent être déterminées par rapport au code objet.
- e) Si un logiciel est instrumenté uniquement lors des tests (pas d'instrumentation en opération), les tests doivent être ré-exécutés sur le code non instrumenté.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, le respect de cette règle doit être démontré par un rapport de test dans lequel doit apparaître la couverture effectivement mesurée à l'issue des tests. Tous les types de test (unitaire et validation) peuvent participer à cet objectif de couverture. Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.9.4-REG2 Couverture des tests de validation

Le taux de couverture des tests de validation fonctionnelle doit être de 100% des exigences de la spécification technique et des interfaces incluant les interfaces avec le matériel.

- a) Dans le cas où le comportement du logiciel est paramétrable, les tests de validation doivent être exécutés dans des configurations représentatives de l'exploitation. Ces configurations doivent être documentées et justifiées.
- b) Les objectifs de couverture doivent être les mêmes pour le code généré automatiquement que pour le code manuel.
- c) Si un logiciel est instrumenté uniquement lors des tests (pas d'instrumentation en opération), les tests doivent être ré-exécutés sur le code non instrumenté.
- d) La présence de code désactivé en opération, spécifié dans les spécifications techniques et documents de conception, doit être justifiée.



e) Aucun patch n'est acceptable en phase de validation (la validation du logiciel doit être réalisée sur une version donnée du logiciel obtenue par génération complète à partir d'un code source géré en configuration).

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de qualification, le respect de cette règle doit être démontré par une matrice de validation qui associe chaque exigence de la spécification technique du logiciel à un ou plusieurs essais de validation. Si une exigence n'est pas vérifiable par test, une analyse documentée doit être réalisée.</i></p> <p><i>Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i></p>
------------------------	--

3.9.4-REG3 Typologie des tests de validation

Les tests de validation doivent couvrir les cas nominaux et non nominaux, valider la robustesse du logiciel et couvrir les cas de défaillance matérielle.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de qualification, le respect de cette règle doit être démontré par une matrice de validation qui identifie pour chaque exigence de la spécification technique du logiciel les différents cas de tests demandés par la règle. Pour certaines exigences, certains types de test peuvent ne pas être pertinents.</i></p> <p><i>Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i></p>
------------------------	---

3.9.4-REG4 Matériel cible pour les tests de validation

Les essais de validation doivent être exécutés sur un matériel cible représentatif des conditions d'exploitation.

Si instrumentation il y a, elle doit être la moins intrusive possible.

Moyen(s) de conformité	<p><i>Un logiciel de vol à développement critique doit être validé sur un matériel cible dont la représentativité sera à définir au cas par cas.</i></p> <p><i>Un logiciel sol à développement critique peut être validé sur la machine utilisée en opérations.</i></p> <p><i>La description du matériel cible doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i></p>
------------------------	---

3.9.5. Moyens de test

3.9.5-REG1 Validation des moyens de test

Le niveau de validation des moyens de test associés aux logiciels à développement critique doit être documenté et justifié.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de qualification, le respect de cette règle doit être montré par un dossier de validation des moyens de test. Ce dossier doit contenir au minimum la description de la stratégie de validation, des essais de validation et des résultats de ces essais.</i></p> <p><i>Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i></p>
------------------------	--



3.9.6. Performances

3.9.6-REG1 Exigences de performances

Le respect des exigences de performances doit être démontré pour toute architecture matérielle associée à du logiciel à développement critique.

Remarque : l'utilisation de processeurs récents peut rendre difficile l'estimation de la charge CPU, selon les options d'amélioration des performances activées. Une étude détaillée de l'impact de ces options sur le calcul de la charge CPU doit être réalisée. Les points suivants doivent être particulièrement détaillés :

- utilisation de la mémoire « cache »
- utilisation de la prédiction de branche
- utilisation des entrées/sorties DMA

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de qualification, un bilan de performance doit donner les estimations et les mesures de performance réalisées pendant le développement. Ce bilan doit permettre d'assurer que l'architecture matérielle est dimensionnée pour supporter les performances souhaitées en termes de consommation CPU, de mémoire et d'échéances temps réel. Cette documentation doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.9.7. Réutilisation de logiciels existants

Un logiciel réutilisé correspond à un logiciel existant ou une partie de logiciel existant, utilisé ou intégré, avec ou sans modification dans le système opérationnel.

Ces logiciels peuvent être :

- des logiciels issus de développements antérieurs
- des logiciels sur étagère (commerciaux ou non, modifiables ou non)
- des logiciels libres

3.9.7-REG1 Logiciels exemptés

Il est admis que les logiciels de la classe 1, 2 ou 3 ci-dessous puissent être réutilisés, sans démonstration formelle du respect des règles de ce chapitre (3.9), compte tenu du fait qu'ils sont utilisés et reconnus fiables par une communauté nombreuse d'utilisateurs professionnels et que leur validation est renforcée par une utilisation dans des contextes très divers.

1. Système d'exploitation et protocoles de communication : distribution LINUX, etc.
2. Middleware : bus logiciel CORBA et autres logiciels de base.
3. Logiciels ou open-source tels que : SIG, affichage graphique, etc.

Remarque : les exemples cités permettent de comprendre la règle mais ne sont pas exhaustifs.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception, pour chaque logiciel susceptible d'être exempté des règles de réalisation et de qualification des logiciels à développement critique, une justification doit être apportée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---



3.9.7-REG2 Analyse des écarts de qualification

Les logiciels à développement critiques réutilisés doivent être évalués par rapport à toutes les règles de ce chapitre (3.9).

Moyen(s) de conformité	En phase de faisabilité/conception, un dossier doit indiquer pour chaque logiciel réutilisé sa conformité aux règles de ce chapitre (conforme, partiellement conforme, non conforme). Ce dossier doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.9.7-REG3 Requalification de logiciels réutilisés

Des actions de mise en conformité doivent être définies par rapport aux écarts constatés.

Remarque : si, pour un logiciel réutilisé donné, les écarts constatés ne peuvent pas être résolus par des actions de mise en conformité, l'historique du logiciel en opération peut être utilisé pour établir sa qualification. Les points suivants doivent être particulièrement détaillés :

- pertinence des données disponibles par rapport au nouvel environnement opérationnel
- gestion de la configuration du logiciel et efficacité des mécanismes d'établissement des rapports d'erreur
- taux de défaillance réel et dossiers de maintenance
- impact des modifications

Moyen(s) de conformité	En phase de qualification, un dossier doit détailler les actions en diminution de risque définies pour que chaque logiciel réutilisé soit mis en conformité avec les règles de ce chapitre ou justifier sa qualification par son historique en opération. Ce dossier doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

3.9.8. Autres exigences fonctionnelles spécifiques aux logiciels de vol

3.9.8-REG1 Chien de garde

Afin d'éviter tout blocage d'un logiciel de vol à développement critique, un mécanisme automatique de redémarrage du logiciel doit être défini.

Moyen(s) de conformité	En phase de conception, la mise en place de ce mécanisme automatique doit apparaître dans la spécification technique du logiciel et dans le dossier de conception.
------------------------	--

3.9.8-REG2 Rechargement d'un logiciel de vol

Si un mécanisme de rechargement d'un logiciel de vol à développement critique est défini, celui-ci doit assurer :

- la détection des erreurs de téléchargement
- la vérification de l'intégrité du logiciel téléchargé (par ex. par contrôle de CRC)
- la détection d'incompatibilité matérielle / logicielle ou équipement / logiciel (par ex. par un identificateur du logiciel nom/version)



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, la mise en place de ce mécanisme automatique doit apparaître dans la spécification technique du logiciel et dans le dossier de conception.</i>
------------------------	---

3.9.8-REG3 Single Event Effect

L'absence de mécanisme de protection des mémoires utilisées par un logiciel de vol à développement critique par rapport aux SEE doit être justifiée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de conception, cette justification repose sur les caractéristiques de l'environnement dans lequel doit évoluer l'aérostat et sur les caractéristiques des mémoires utilisées par le logiciel.</i>
------------------------	---

3.10. REGLES RELATIVES AUX MOYENS DE LANCEMENT

Les règles particulières relatives aux moyens de lancement restent AD.



4. REGLES D'EXPLOITATION DES SYSTEMES AEROSTATIQUES

Ce chapitre rassemble les principes et les règles d'exploitation des [systèmes aérostatiques](#) relatives à la [Sauvegarde Vol](#).

Les règles sont issues de la Politique de sécurité [DA1] et du volume 1 du Règlement [DA2], de la réglementation de l'aviation civile et maritime et des pratiques métiers. Elles ont été classées selon les phases d'une campagne de vol : préparation de la campagne (chapitre 4.1), préparation du vol (chapitre 4.2) et le [vol](#) lui-même (chapitre 4.3).

Rappel : le chapitre 5 différencie les règles applicables en fonction des filières aérostats.

4.1. REGLES RELATIVES A LA PREPARATION DE LA CAMPAGNE

4.1.1. Description de la campagne

4.1.1-REG1 Description de la campagne

La campagne et plus particulièrement les caractéristiques nécessaires à l'instruction Sauvegarde (cf. volume 1 [DA2]) doivent être clairement décrites : période de campagne, zone de vol, nombre de vols, durée des vols, profils des vols, trajectoires prévisibles, etc.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la description de la campagne doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

4.1.2. Description du système aérostatique

4.1.2-REG1 Description du système aérostatique

Le [système aérostatique](#) utilisé pour effectuer la campagne et plus particulièrement les caractéristiques nécessaires à l'instruction Sauvegarde doivent être clairement décrits.

La description peut contenir plusieurs configurations d'aérostats afin de donner une certaine marge de manœuvre pendant les opérations (choix de l'enveloppe, choix des équipements, etc.).

Les modalités de gestion des modifications du système aérostatique en phase d'instruction Sauvegarde et en campagne sont décrites dans le volume 1 du Règlement [DA2].

Remarque : dans le cas d'un système aérostatique générique, la description du système aura déjà été donnée dans le cadre de l'instruction Sauvegarde de ce système au travers du Dossier de Soumission Sauvegarde filière.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la description du système aérostatique doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde ou renvoyer au Dossier de Soumission Sauvegarde filière.
------------------------	--



4.1.2-REG2 Vérification de la compatibilité du système aérostatique et de la campagne

Une analyse doit être faite pour vérifier la compatibilité du système aérostatique et de la campagne⁸ : compatibilité par rapport au site de campagne, à l'environnement de vol, à la durée de vol, etc.

Le cas échéant les limitations portant sur le système ou sur la campagne doivent être identifiées et transcrites dans les procédures opérationnelles.

Remarque : dans le cas d'un système aérostatique générique, la vérification portera uniquement sur la campagne qui doit s'inscrire dans le domaine d'utilisation du système instruit.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, une analyse de compatibilité du système aérostatique et de la campagne doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

4.1.3. Qualification du système aérostatique

4.1.3-REG1 Qualification du système aérostatique

La qualification du système aérostatique pour la campagne doit être prononcée formellement par la Qualité.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la synthèse de qualification du système aérostatique doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

4.1.4. Conformité au critère quantitatif Sauvegarde

Les modalités de calcul du risque global sont données dans le volume 1 du Règlement [DA2].

4.1.4-REG1 Conformité au critère quantitatif Sauvegarde

Les logiciels permettant de calculer le risque et les bases de données (BD) associées, telles que la BD de dangerosité ou les BD de population, qui seront utilisés en opérations, doivent être définis lors de la préparation de la campagne.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, les logiciels permettant de calculer le risque et les BD associées, qui seront utilisés en opérations, doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

4.1.4-REG2 Probabilités de défaillance

Les probabilités de défaillance, établies à partir des statistiques des vols passés ou par essais de fiabilité, et exploitées pour estimer le risque, doivent être considérées avec un niveau de confiance d'au moins 90%. Dans le cas contraire une justification doit être donnée.

Les lois de probabilité utilisées doivent être précisées et justifiées.

⁸ Notamment si des conditions particulières de la campagne font office de seconde barrière de sécurité (cf. § 3.1.3-REG2).



Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, une analyse doit indiquer le niveau de confiance associé aux probabilités de défaillance, préciser et justifier les lois de probabilité utilisées. Cette analyse doit figurer dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.1.4-REG3 Probabilité de ne pas atteindre une zone sûre

La probabilité de ne pas atteindre une zone sûre dans le cas nominal doit être prise en compte dans la vérification du respect du critère quantitatif.

1) Dans le cas où l'autonomie de l'aérostat est très importante⁹, on considère que cette probabilité est négligeable.

S'inscrivent naturellement dans cette catégorie les vols dits de longue durée mais aussi potentiellement des vols de courte durée dans certaines configurations géographiques du vol.

2)¹⁰ Dans le cas contraire, qui concerne des vols dits de courte durée pour lesquels la dispersion de trajectoire est ou n'est pas connue :

- si la dispersion de trajectoire est connue, le principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal permet de rendre négligeable la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre ;
- si la dispersion de trajectoire n'est pas connue, la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre n'est pas négligeable et doit être estimée, à l'intérieur d'un polygone d'atterrissage à définir, pour être prise en compte dans le calcul du risque.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la méthode de prise en compte de la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre dans le cas nominal doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.1.5. Conformité au critère qualitatif Sauvegarde

4.1.5-REG1 Conformité au critère qualitatif Sauvegarde

Une étude de danger doit être menée sur le système aérostatique décrit (cf. § 3.1.3 « Conformité au critère qualitatif Sauvegarde »).

Elle doit identifier et analyser les procédures critiques.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, une étude de danger doit vérifier le respect du critère qualitatif Sauvegarde. Cette étude doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

⁹ Autonomie en tant que temps de vol, démontrée, après la fin de la mission ; autonomie telle qu'elle permet, de manière évidente et sans démonstration, d'atteindre une zone sûre.

¹⁰ A ce jour, ni la faisabilité de la dispersion des trajectoires au plafond ni la faisabilité de l'estimation de la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre ne sont acquises. La démonstration du respect du critère quantitatif ne peut donc pas être faite de manière rigoureuse. En attendant les conclusions des études de faisabilité, DCT/D a accepté le principe d'effectuer des vols au-dessus de régions peu peuplées (comme par exemple la région de Kiruna) et de considérer que, pour ces vols, la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre est négligeable, moyennant la vérification avant le lâcher qu'il existe de nombreuses zones sûres au voisinage de la trajectoire nominale, celle-ci étant la meilleure estimée avec un niveau de confiance jugé suffisant. Le calcul du risque global se fera à partir de la trajectoire et de la zone de retombée nominale.



4.1.6. Conformité aux Règles de l'air du droit français

4.1.6-REG1 Identification des aérostats

Le principe d'identification des aérostats figure dans le volume 1 du Règlement [DA2].

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, le dispositif mis en place pour identifier les aérostats doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.1.6-REG2 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises ([DA9] et [DA10]) dont les exigences sont rappelées en ANNEXE I. Certaines exigences ont un impact sur la mise en œuvre du système aérostatique.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la matrice de conformité à l'appendice 4 des Règles de l'air doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. La procédure de gestion de vol doit reprendre les exigences de mise en œuvre et être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.1.7. Conformité aux Règles de l'air du droit européen et de l'OACI

4.1.7-REG1 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme à l'appendice 3 des Règles de l'air européennes ([DA14]) et de l'appendice 4 des Règles de l'air de l'OACI ([DA15]).

Moyen(s) de conformité	<i>La conformité à l'appendice 3 des Règles de l'air européennes et à l'appendice 4 des Règles de l'air de l'OACI est acquise par la conformité à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises¹¹.</i>
------------------------	--

4.1.8. Conformité aux règles des pays survolés

4.1.8-REG1 Conformité aux exigences

Le système aérostatique doit être conforme aux exigences relatives aux BLNH exprimées par les pays survolés (cf. volume 1 du Règlement [DA2]). Certaines de ces exigences peuvent avoir un impact sur la mise en œuvre du système aérostatique.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol doit reprendre les exigences issues des réglementations nationales des pays survolés et des accords entre le CNES et les organismes correspondants. Elle doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.1.9. Conformité à la réglementation maritime

Certaines exigences de la réglementation maritime ont un impact sur la mise en œuvre du système aérostatique.

¹¹ Les moyens de conformité à l'appendice 4 des Règles de l'air françaises, objet de la circulaire d'application, seront proposés comme Acceptable Means of Compliance (AMC) aux Règles de l'air européennes.



4.1.9-REG1 Règle relative aux épaves

Cf. § 3.3.1-REG1 « Règle relative aux épaves ».

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, les dispositions prises pour que l'épave ne constitue pas un risque doivent faire partie de la procédure de gestion de vol.
------------------------	--

4.1.9-REG2 Notification de retombée

Cf. § 3.3.1-REG2 « Notification de retombée ».

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la procédure d'émission d'un AVURNAV ou équivalent vers les autorités maritimes concernées doit faire partie de la procédure de gestion de vol.
------------------------	--

4.1.9-REG3 Conformité à la réglementation dans les eaux territoriales

Cf. § 3.3.1-REG3 « Conformité à la réglementation dans les eaux territoriales ».

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol doit reprendre les exigences issues de la réglementation maritime spécifique applicable.
------------------------	--

4.1.10. Conformité aux contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée nominale

Les [contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée](#) nominale figurent en ANNEXE II

4.1.10-REG1 Moyens de cartographie

Les moyens de cartographie utilisés en opérations doivent couvrir la zone de vol et être les plus récents. Ils doivent permettre de vérifier les contraintes qualitatives liées à la zone de retombée nominale. Une procédure d'utilisation de ces moyens doit exister.

Moyen(s) de conformité	Les moyens de cartographie peuvent être des cartes papier ou numérisées, des images satellites interprétées. La procédure d'utilisation de ces moyens doit faire partie de la procédure de gestion de vol. En phase d'exploitation, les moyens de cartographie et la procédure de gestion de vol doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

4.1.11. Identification des supports extérieurs

4.1.11-REG1 Identification des données extérieures

Les données extérieures concourant à la [Sauvegarde Vol](#) doivent être identifiées (ex : données météo). Si nécessaire, des moyens doivent être pris avec le fournisseur pour assurer la disponibilité et l'intégrité des données. Une procédure doit exister pour gérer les cas non nominaux.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, une analyse doit être faite pour identifier les données extérieures. La procédure de gestion de vol doit intégrer une procédure de gestion des cas non nominaux. L'étude et la procédure de gestion de vol doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---



4.1.11-REG2 Identification des autorités de l'aviation civile ou maritimes

Les autorités de l'aviation civile ou maritimes susceptibles d'être contactées pour des raisons de Sauvegarde doivent être identifiées. Les moyens pour les contacter doivent être identifiés et la méthode doit faire partie de la procédure de gestion de vol.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, une analyse doit être faite pour identifier les autorités de l'aviation civile ou maritimes. La procédure de gestion de vol doit intégrer une procédure pour les contacter. L'étude et la procédure de gestion de vol doivent faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

4.2. REGLES RELATIVES A LA PREPARATION DU VOL

4.2.1. Dossier de vol

4.2.1-REG1 Dossier de vol

Un Dossier de vol doit permettre de relever tous les résultats des tests concourant à la Sauvegarde effectués lors de la préparation du vol et les éléments de décision Sauvegarde prises pendant le vol.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, le Dossier de vol doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.
------------------------	---

4.2.2. Vérification du segment sol sur le site de campagne

4.2.2-REG1 Test des fonctions critiques

Toutes les fonctions critiques identifiées par l'étude de danger doivent être testées (y compris la barrière de sécurité correspondante) à chaque fois que la vérification est techniquement possible. Les impossibilités de test et la maîtrise du risque induit doivent être justifiées.

Un aérostat ne doit pas voler en cas de tests négatifs.

La maintenance des capteurs et/ou instruments participants aux fonctions critiques doit avoir été réalisée.

Moyen(s) de conformité	Le rapport de test doit être intégré au Dossier de vol. La procédure de test doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.
------------------------	--

4.2.3. Vérification du segment bord sur le site de campagne

4.2.3-REG1 Référencement des éléments de l'aérostat

Les éléments constitutifs de l'aérostat doivent être identifiés, notamment les éléments susceptibles d'être réutilisés.

Moyen(s) de conformité	Le référencement des éléments de l'aérostat doit être intégré au Dossier de vol. La procédure de référencement doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.
------------------------	--



4.2.3-REG2 Contrôle de la conformité de l'aérostat

L'aérostat doit être conforme à l'une des configurations instruites lors de la soumission Sauvegarde.

Un aérostat non conforme ne doit pas voler.

Moyen(s) de conformité	<i>Le rapport de contrôle de conformité doit être intégré au Dossier de vol. La procédure correspondante doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.2.3-REG3 Contrôle de l'intégrité de l'aérostat

Un contrôle d'intégrité de l'aérostat doit être réalisé selon les procédures de contrôle définies en phase de conception, après transport et, le cas échéant, après stockage et après chaque vol pour les éléments réutilisés.

Remarque : le contrôle de l'aérostat peut nécessiter la présence d'un expert sur site.

Moyen(s) de conformité	<i>Le rapport de contrôle d'intégrité doit être intégré au Dossier de vol. La procédure correspondante doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	---

4.2.3-REG4 Test des fonctions critiques

Toutes les fonctions critiques identifiées par l'étude de danger doivent être testées (y compris la barrière de sécurité correspondante) à chaque fois que la vérification est techniquement possible. Les impossibilités de test et la maîtrise du risque induit doivent être justifiées.

Un aérostat ne doit pas voler en cas de tests négatifs.

La maintenance des capteurs et/ou instruments participants aux fonctions critiques doit avoir été réalisée.

Moyen(s) de conformité	<i>Le rapport de test doit être intégré au Dossier de vol. La procédure de test doit être consultable par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	--

4.3. REGLES RELATIVES AU VOL

Remarque : dans ce paragraphe, aucune différenciation n'est faite entre des aérostats ayant une capacité de pilotage ou pas.

4.3.1. Procédure de gestion de vol

4.3.1-REG1 Procédure de gestion de vol

Une procédure de gestion de vol doit reprendre toutes les règles de Sauvegarde relatives au vol ou renvoyer à des procédures de niveau inférieur.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



4.3.2. Principe Sauvegarde de décision de vol

La décision d'effectuer le vol d'un point de vue Sauvegarde peut être prise si :

- les [critères Sauvegarde relatifs à la zone de lâcher](#) sont respectés,
- les exigences éventuelles issues de l'instruction Sauvegarde sont vérifiées,
- l'aérostat est capable d'atteindre une [zone sûre](#),
- les autorisations nécessaires ont été obtenues.

Pour ce qui concerne la capacité d'atteindre une zone sûre :

- Dans le cas 4.1.4-REG3 1) (autonomie importante), on considère que l'aérostat a toujours la capacité d'atteindre une zone sûre.

Le calcul du [risque global](#) ne peut pas être effectué puisque la zone d'atterrissage n'est pas connue ; il s'agit de calculer la durée de vol maximale et le risque maximal associé à la [zone de retombée](#) nominale permettant de vérifier le critère quantitatif Sauvegarde.

- Dans le cas 4.1.4-REG3 2)

Les vols peuvent se dérouler avec ou sans étapes en fonction de la prédictibilité des trajectoires. Dans le cas d'un vol avec étapes, la zone sûre s'entend alors comme la première zone sûre, sur laquelle le vol est supposé s'interrompre.

- Cas a) (dispersion de trajectoire connue), il s'agit de vérifier que la zone de retombée, calculée à partir de la trajectoire dispersée¹², s'inscrit dans une zone sûre¹³.

Le calcul de risque se fait à partir de la trajectoire dispersée, du lâcher à l'atterrissage sur la zone sûre.

- Cas b) (dispersion de trajectoire non connue), il s'agit de vérifier que la zone de retombée, calculée à partir de la trajectoire nominale¹⁴, s'inscrit dans une zone sûre, à l'intérieur du [polygone d'atterrissage](#) défini.

Le calcul de risque se fait à partir de la trajectoire nominale, du lâcher à l'atterrissage sur la zone sûre.

Remarque : la décision de vol est une barrière de sécurité en tant que décision reposant sur des procédures.

4.3.2-REG1 Principe Sauvegarde de décision de vol

Le principe Sauvegarde de décision de vol doit faire partie de la procédure de gestion de vol.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase d'exploitation, le principe Sauvegarde de décision de vol doit être intégré dans la procédure de gestion de vol.</i></p> <p><i>Les éléments Sauvegarde de décision de vol doivent être notés dans le Dossier de vol.</i></p>
------------------------	---

¹² La dispersion à prendre en compte est fonction de la densité locale de population.

¹³ Dans le cas d'un vol sans étape, la zone sûre peut être une zone de dernier recours telle que la mer par exemple.

¹⁴ Meilleure estimée.



4.3.3. Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal¹⁵

- Cas 4.1.4-REG3 1) (autonomie importante)

Après la fin de la mission, la [zone de retombée](#) est choisie en cours de vol. Elle doit vérifier les critères Sauvegarde (dont le risque maximal associé à la zone de retombée nominale calculé au lâcher) et au mieux les critères potentiels de récupération.

- Cas 4.1.4-REG3 2)

- Cas a) (dispersion de trajectoire connue) sans étape

Après la fin de la mission, la zone de retombée est choisie dans la [zone sûre](#) définie au lâcher ; elle vérifie les critères Sauvegarde et au mieux les critères potentiels de récupération.

Si, pour obtenir de meilleures conditions de récupération, on démontre qu'il est possible d'atteindre une zone sûre préalable à la zone sûre envisagée (en tenant compte des dispersions de trajectoire), on peut la choisir pour la zone de retombée. Le risque doit être calculé, au moment de la décision, du lâcher à l'atterrissage sur la zone sûre préalable.

- Cas a) (dispersion de trajectoire connue) avec étape

Avant de quitter une zone sûre n, soit on démontre qu'il est possible d'atteindre une zone sûre n+1 (en tenant compte des dispersions de trajectoire), soit le vol doit être interrompu sur la zone sûre n.

Le risque doit être calculé, au moment du survol de la zone sûre n, du lâcher à l'atterrissage supposé sur la zone sûre n+1.

De la même manière que précédemment, entre deux zones sûres n et n+1, un changement d'objectif de zone sûre peut avoir lieu (en tenant compte des dispersions de trajectoire). Le risque doit être calculé, au moment de la décision, du lâcher à l'atterrissage sur la nouvelle zone sûre.

Après la fin de la mission, la zone de retombée définitive est choisie dans la dernière zone sûre définie. Elle vérifie les critères Sauvegarde et au mieux les critères potentiels de récupération.

- Cas b) (dispersion de trajectoire non connue) sans étape

Après la fin de la mission, la zone de retombée est choisie au mieux dans le [polygone d'atterrissage](#) défini au lâcher, en mettant tout en œuvre (obligation de moyen et non de résultat) pour qu'elle soit conforme aux critères Sauvegarde (en priorité) et aux critères potentiels de récupération.

Le vol peut s'achever potentiellement sur une zone non conforme aux critères Sauvegarde, potentialité assumée car le risque associé a été intégré dans le calcul du risque global au lâcher.

- Cas b) (dispersion de trajectoire non connue) avec étape

Avant de quitter un polygone d'atterrissage n, soit on démontre qu'il est possible d'atteindre un polygone d'atterrissage n+1, soit le vol doit être interrompu dans le polygone d'atterrissage n.

¹⁵ Il est recommandé de se reporter aux documents détaillés auprès de l'entité Sauvegarde.



Le risque doit être calculé, au moment du survol du polygone n, du lâcher à l'atterrissage supposé sur le polygone n+1.

Après la fin de la mission, la zone de retombée définitive est choisie au mieux dans le dernier polygone d'atterrissage défini, en mettant tout en œuvre (obligation de moyen et non de résultat) pour qu'elle soit conforme aux critères Sauvegarde (en priorité) et aux critères potentiels de récupération.

Le vol peut s'achever potentiellement sur une zone non conforme aux critères Sauvegarde, potentialité assumée car le risque associé a été intégré dans le calcul du risque global, à l'étape n.

Précisions :

- compte-tenu de la fiabilité des systèmes aérostatiques, il est acceptable de ne pas choisir la zone sûre ou le polygone d'atterrissage au plus tôt après la fin de la mission, tant que le [risque global](#) n'excède pas 3.10^{-5} ;
- la zone de retombée ne correspond pas forcément à celle présentant le minimum de risque dans la zone sûre et a fortiori dans le polygone d'atterrissage.

Ces deux points sont à l'appréciation du chef de mission.

Remarque :

- si la fin de la mission est anticipée, le principe du choix de la zone de retombée reste applicable de la même manière ;
- en cas d'interruption de vol prédéfinie (possibilité de dépassement du domaine de vol présenté à l'instruction Sauvegarde, etc.), le principe du choix de la zone de retombée reste applicable de la même manière mais en anticipant la situation.

4.3.3-REG1 Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal

Le principe de gestion du vol dans le cas nominal doit faire partie de la procédure de gestion de vol.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, le principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas nominal doit être intégré dans la procédure de gestion de vol. Les éléments Sauvegarde de décision de gestion du vol doivent être notés dans le Dossier de vol.
------------------------	--

4.3.4. Principe Sauvegarde de gestion du vol dans le cas de la simple défaillance Sauvegarde

En cas de [simple défaillance Sauvegarde](#), le vol peut se poursuivre jusqu'à la fin de la mission puisque le risque global n'est pas remis en cause¹⁶.

Remarque : le système étant FS, il est capable d'atteindre également la zone de retombée prévue.

¹⁶ Selon une décision DCT/D, pendant une période probatoire des systèmes aérostatiques, le vol doit s'interrompre sur la première zone sûre rencontrée ; elle existe dans les cas 4.1.4-REG3 1) et 4.1.4-REG3 2)a) et doit être choisie au mieux dans le cas 4.1.4-REG3 2)b).



4.3.4-REG1 Principe Sauvegarde de gestion du vol en cas de la simple défaillance Sauvegarde.

Le principe de gestion du vol en cas de simple défaillance Sauvegarde doit faire partie de la procédure de gestion de vol.

Tous les cas de simple défaillance Sauvegarde doivent être identifiés et procédurés.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, le principe Sauvegarde de gestion du vol en cas de simple défaillance Sauvegarde doit être intégré dans la procédure de gestion de vol. Tous les cas de simple défaillance Sauvegarde doivent être identifiés et procédurés. Les éléments Sauvegarde de décision de gestion du vol doivent être notés dans le Dossier de vol.
------------------------	---

4.3.5. Principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde

En cas dégradé Sauvegarde, le meilleur effort est requis.

D'un point de vue Sauvegarde, la priorité doit être donnée à la protection du public survolé et des aéronefs. Les opérations doivent être menées en étroite collaboration avec les autorités ATS compétentes (cf. circulaire [DA10]).

4.3.5-REG1 Principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde

Le principe de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde doit faire partie de la procédure de gestion de vol.

La nécessité d'identifier et de procédurer les cas dégradés Sauvegarde sont à l'appréciation du chef de mission.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, le principe Sauvegarde de gestion du vol dans les cas dégradés Sauvegarde doit être intégré dans la procédure de gestion de vol. Les éléments Sauvegarde de décision de passage en cas dégradé Sauvegarde doivent être notés dans le Dossier de vol.
------------------------	--

4.3.6. Surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol

4.3.6-REG1 Surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol

Les valeurs des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol doivent être surveillées selon la fréquence définie, au besoin automatiquement. Le délai d'intervention en cas d'alerte doit être justifié.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la procédure de surveillance des paramètres concourant à la Sauvegarde Vol doit être intégrée dans la procédure de gestion de vol.
------------------------	---



4.3.7. Répartition de la gestion du vol sur deux centres de contrôle

4.3.7-REG1 Répartition de la gestion du vol sur deux centres de contrôle

Dans le cas d'une gestion de vol répartie sur deux centres de contrôle, le mode opératoire concernant les aspects Sauvegarde Vol doit être clairement défini, dans le cas nominal, dans le cas du transfert de la gestion sur un seul centre et dans les cas de défaillance identifiés. Le centre de décision doit être unique.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la procédure de gestion du vol sur deux centres de contrôle doit être intégrée dans la procédure de gestion de vol.
------------------------	--

4.3.8. Passivation de l'aérostat avant atterrissage

4.3.8-REG1 Passivation de l'aérostat avant atterrissage

Les activités de passivation de l'aérostat doivent être clairement décrites.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, la procédure de passivation de l'aérostat doit être intégrée dans la procédure de gestion de vol.
------------------------	--

4.3.9. Règles d'intervention sur le site d'atterrissage

En cas d'atterrissage à l'étranger, les règles d'intervention sur le site d'atterrissage doivent faire partie de l'accord entre le CNES et l'organisme correspondant du pays concerné (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

Remarque : le site d'atterrissage peut être constitué de plusieurs zones, typiquement la zone de retombée du ballon et celle de la chaîne de vol.

4.3.9-REG1 Identification des cas d'intervention

Les cas plausibles pouvant nécessiter une intervention pour des raisons de Sauvegarde doivent être anticipés : atterrissage sur habitation, réseau routier, réseau ferré, réseau électrique, site industriel, etc.

Remarque : il ne s'agit pas des contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée nominale détaillées en ANNEXE II

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, une analyse doit être faite pour identifier les cas d'intervention pour des raisons de Sauvegarde. Elle doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

4.3.9-REG2 Procédures opérationnelles d'intervention

Une procédure opérationnelle doit être rédigée pour chaque cas identifié indiquant notamment :

- les actions de mise en sécurité à réaliser,
- le personnel impliqué,
- les moyens nécessaires,
- les entités extérieures éventuelles à contacter et avec lesquelles se coordonner (autorités locales, secours, sociétés d'intervention spécialisées, etc.).



Ces procédures doivent être établies en concertation avec le service Qualité Sécurité Environnement pour les aspects [Sauvegarde Sol](#).

Elles doivent être rédigées en français et traduites dans la langue des personnes chargées de les exécuter et en anglais pour couvrir les cas non nominaux.

Moyen(s) de conformité	Les procédures opérationnelles d'intervention doivent être consultables par l'Entité Sauvegarde.
------------------------	--

4.3.9-REG3 Délai d'intervention sur site

Le délai d'intervention sur site doit être minimisé, en fonction du cas d'intervention.

Du personnel doit être pré-positionné au voisinage du site d'atterrissage prévu dès lors qu'il a lieu sur une zone non vierge de population.

Moyen(s) de conformité	Les dispositions prises pour minimiser le délai d'intervention sur site doivent être présentées dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

4.3.10. Règles relatives à la récupération

En cas d'atterrissage à l'étranger, les règles de récupération doivent faire partie de l'accord entre le CNES et l'organisme correspondant du pays concerné (cf. volume 1 du Règlement [DA2]).

4.3.10-REG1 Identification des cas de récupération

Les cas plausibles de récupération pouvant mettre en cause la sécurité des personnes doivent être identifiés : éléments pyrotechniques non déclenchés, équipements dangereux détériorés, etc.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, une analyse doit être faite pour identifier les cas de récupération plausibles impactant la Sauvegarde. Elle doit faire partie du Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--

4.3.10-REG2 Procédures opérationnelles de récupération

Une procédure opérationnelle doit être rédigée pour chaque cas identifié indiquant notamment :

- les actions de passivation après atterrissage à réaliser,
- les actions de mise en sécurité à réaliser,
- les précautions de manipulation,
- le personnel impliqué,
- les moyens nécessaires,
- les entités extérieures éventuelles à contacter et avec lesquelles se coordonner (autorités locales, secours, sociétés d'intervention spécialisées, etc.).

Ces procédures doivent être établies en concertation avec le service Qualité Sécurité Environnement pour les aspects [Sauvegarde Sol](#).

Elles doivent être rédigées dans la langue des personnes chargées de les exécuter et en anglais pour couvrir les cas non nominaux.

Moyen(s) de conformité	Les procédures opérationnelles de récupération doivent être consultables par l'Entité Sauvegarde.
------------------------	---



4.3.10-REG3 Relevé d'informations

Pour les [éléments critiques](#) de l'aérostat susceptibles d'être réutilisés, les informations favorisant leur inspection doivent être relevées sur le site d'atterrissage : nature du sol, chocs éventuellement subis, etc.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, les informations relevées sur le site d'atterrissage favorisant l'inspection des éléments critiques réutilisés doivent être notées dans le Dossier de vol.</i>
------------------------	--

4.3.11. Information de l'Entité Sauvegarde

4.3.11-REG1 Information de l'Entité Sauvegarde

Dans le cas nominal, pendant la campagne, le chef de mission doit diffuser à l'Entité Sauvegarde un compte-rendu de vol pour chaque vol avec les informations suivantes :

- date de début et de fin de vol,
- profil de vol,
- trajectoire réelle, dont le point de retombée.

En cas de sortie du cadre de l'instruction, l'Entité Sauvegarde doit être informée au plus tôt.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la procédure d'information de l'Entité Sauvegarde doit être intégrée dans la procédure de gestion de vol.</i>
------------------------	---

4.3.12. Alerte de la cellule de gestion de crise

4.3.12-REG1 Alerte de la cellule de gestion de crise

En cas d'événement mettant en jeu la vie de personnes, ou susceptible de la mettre en jeu, la cellule de gestion de crise doit être alertée.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la procédure d'alerte de la cellule de gestion de crise doit être intégrée dans la procédure de gestion de vol.</i>
------------------------	---

4.3.13. Règles d'archivage

4.3.13-REG1 Règles d'archivage

Les informations touchant à la [Sauvegarde Vol](#) et relatives à la phase de préparation de vol et à la phase de vol doivent être archivées, notamment :

- le Dossier de vol,
- la procédure de gestion de vol,
- les caractéristiques du vol : dates de début et de fin, profil de vol, trajectoires prédite et réelle, point d'atterrissage, zone de retombée choisie,
- les TC à impact Sauvegarde (séparation, activation clapet et BAL, etc.),
- la TM à impact Sauvegarde (vitesse de chute, accélérations subies, etc.),
- les notifications (NOTAM et AVURNAV),



-
- les événements marquants avant et pendant le vol.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase d'exploitation, la procédure d'archivage et les informations archivées doivent être consultables par l'Entité Sauvegarde.</i>
------------------------	---



5. APPLICABILITE EN FONCTION DES FILIERES

Rappel : l'applicabilité a été définie pour les systèmes aérostatiques tels que connus à ce jour.

5.1. APPLICABILITE AUX BSO

Pour la filière BSO la totalité des règles s'applique exceptée la règle 3.4.1-REG3 « Dangerosité vis-à-vis des aéronefs » puisque le plafond des BSO est bien au dessus des espaces aériens.

5.2. APPLICABILITE AUX MIR

Pour la filière BSO la totalité des règles s'applique exceptée la règle 3.4.1-REG3 « Dangerosité vis-à-vis des aéronefs » puisque le plafond des MIR est bien au dessus des espaces aériens.

5.3. APPLICABILITE AUX BPS

Pour la filière BSO la totalité des règles s'applique exceptée la règle 3.4.1-REG3 « Dangerosité vis-à-vis des aéronefs » puisque le plafond des BPS est bien au dessus des espaces aériens.

5.4. APPLICABILITE AUX BPCL

Pour les BPCL, l'ensemble des règles s'applique exceptées :

- ✓ les règles 3.3.1-REG1, 3.3.1-REG2, 4.1.9-REG1 et 4.1.9-REG2 car il est considéré que les BPCL ne constituent pas un risque pour la navigation maritime ;
- ✓ l'exigence de pré-positionnement de la règle 4.3.9-REG3.

D'autre part la déclinaison de la règle 3.6.8-REG1 reste AD pour les BPCL.

5.5. APPLICABILITE AUX BLD

Pour les BLD, de conception et d'exploitation simple, une déclinaison des exigences du présent volume a été réalisée ci-dessous. Si le vol a lieu à l'étranger d'autres exigences peuvent être applicables.

1. Hypothèses

La première exigence est le respect des hypothèses suivantes :

- ✓ les BLD doivent respecter les exigences relatives aux Règles de l'air pour les ballons légers (du droit français, du droit européen, de l'OACI et des pays survolés) ;
- ✓ les BLD ne doivent pas être létaux à la retombée nominale ;
- ✓ d'autre part, il est considéré que les BLD ne constituent pas un risque pour la navigation maritime.

2. Informations générales du projet

Les caractéristiques générales de la mission doivent être données (objectif scientifique de la mission, lieu(x) de lâcher, nombre de vols, etc.) ou estimés (profil de vol, durée de vol)

3. Faisabilité/Conception

3.1 Description du système aérostatique



Les éléments supportant les fonctions critiques du système aérostatique (s'il y en a) doivent être décrits : moyens de lancement, aérostat, centre de contrôle (fonctions internes et liaisons avec l'aérostat), les moyens de cartographie, les données externes utilisées (MTO).

3.2 Définition de l'environnement

L'environnement typique (accélérations, température, humidité, etc.) pendant le vol (du lâcher à l'atterrissage) doit être connu afin de pouvoir justifier le dimensionnement de l'aérostat et des fonctions critiques sauvegarde associées et déterminer les contraintes éventuelles de mise en œuvre (vitesse maximale de vent au lâcher, absence de pluie, contraintes de manipulation, etc.).

L'hypothèse est faite que les aérostats stockés par le CNES sont conservés dans les conditions prescrites par le constructeur et que des mesures de protection sont prises pendant leur transport jusqu'au lieu de lâcher.

3.3 Dimensionnement de l'aérostat

Pendant la durée du [vol](#), l'[ensemble suspendu](#) ne doit pas libérer de pièces pouvant être létales. Pour cela, les éléments structuraux et les ralentisseurs doivent être dimensionnés selon des méthodes de [conception sûres](#).

Les éléments du commerce doivent être utilisés selon les prescriptions du fournisseur et doivent être compatibles de l'environnement de vol.

Les éléments réutilisés d'un vol à l'autre, et dont l'altération pourrait avoir des conséquences Sauvegarde, doivent être identifiés, conçus en conséquence et contrôlés avant chaque vol.

3.4 Design de l'aérostat

Les BLD ne doivent pas présenter d'extrémités saillantes, d'arêtes tranchantes ou d'angles vifs.

3.5 Etude de danger

Une [étude de danger](#) doit être effectuée afin d'identifier d'éventuelles fonctions critiques. Elle doit montrer qu'une panne sur un élément non critique ne peut altérer l'intégrité d'un élément critique.

Toute fonction critique identifiée doit faire l'objet de la mise en place de deux [barrières de sécurité](#) (notamment le gonflage).

Le gonflage est une fonction classée [critique](#). A ce titre deux [barrières de sécurité](#) doivent être mises en place.

3.6 Dangerosité des équipements embarqués

Les règles du § 3.4.2 s'appliquent : identification des équipements dangereux, application des normes de conception et d'utilisation, moyens de protection, moyens de passivation (s'ils sont pertinents pour les BLD), maîtrise des risques résiduels et signalétique.

3.7 Intervention sur site et récupération

Une intervention sur le site d'atterrissage pour des raisons sauvegarde sol n'est pas jugée nécessaire. En cas de récupération, les dispositions à prendre dépendent de la dangerosité des équipements embarqués.

3.8 Mesures en diminution de risque

Il est recommandé de mettre en place un dispositif d'estimation de la trajectoire avant le lâcher et de localisation afin d'anticiper et de réaliser les actions en diminution de risque possibles.



Par exemple afin d'informer les services ou autorités adéquats en cas de retombée à un endroit jugé non souhaitable ou en cas de ballon fugueur.

Ce dispositif peut être nécessaire pour la notification de vol à la demande des ATS ou dans le cas d'un vol à l'étranger.

3.9 Respect de la réglementation relative aux télécommunications

Les équipements de communication doivent respecter la réglementation relative aux télécommunications des pays survolés.

4. Réalisation/Qualification

Le système doit avoir acquis un statut de qualification. Outre le dimensionnement de l'aérostat :

- ✓ tout équipement bord Sauvegarde doit être qualifié en conditions de vol ;
- ✓ Si la présence de fonctions critiques à bord nécessite la mise en œuvre d'un centre de contrôle, celui-ci doit être qualifié/recetté les procédures doivent être validées ;
- ✓ les moyens de gonflage doivent être recettés ;
- ✓ les données externes (MTO) doivent être disponibles et fiables.

5. Mode opératoire

5.1 Procédures

Les procédures suivantes doivent exister :

- ✓ procédure de contrôle de l'intégrité de l'aérostat ;
- ✓ procédure de gonflage et de test des moyens de gonflage ;
- ✓ procédure de mise en œuvre ou manuel utilisateur du constructeur et intégrant les limitations éventuelles ;
- ✓ procédure de notification de vol ;
- ✓ procédure de suivi des vols si un dispositif d'estimation de trajectoire et de localisation est mis en place, intégrant, en cas de vol à l'étranger, les règles de survol et les contraintes qualitatives propres au pays concerné ;
- ✓ procédure d'intervention sur le site d'atterrissage en cas de vol à l'étranger, intégrant les exigences particulières du pays concerné ;
- ✓ procédure de récupération intégrant les prescriptions de sécurité par rapport au personnel et, en cas de vol à l'étranger, les exigences particulières du pays concerné ;
- ✓ procédure de contrôle et de suivi des éléments réutilisés s'il en existe ;
- ✓ procédure d'information/d'alerte des services de la circulation aérienne et des autorités civiles.

5.2 Dossier de vol

Pour chaque vol, les informations suivantes doivent être reportées dans un dossier de vol : les mesures de gonflage, les résultats du contrôle de l'intégrité de l'aérostat, les informations relatives au matériel réutilisé, les contacts établis avec les différents services et autorités, toute décision à caractère Sauvegarde.

Note : pendant la campagne, dans le cas nominal, il n'est pas nécessaire d'informer l'Entité Sauvegarde de chaque vol effectué.

5.3 Moyens d'archivage



Des moyens doivent exister afin d'archiver : le dossier de vol, les procédures, les caractéristiques du vol (si disponibles : dates de début et de fin de vol, profil de vol, trajectoires prédite et réelle, point d'atterrissage), les notifications, les événements marquants avant et pendant le vol.

5.6. APPLICABILITE AUX AEC

Pour les AEC, aérostats atypiques restant à l'interface entre l'air et la mer, l'applicabilité des règles du présent volume reste AD. Cependant les exigences de ce paragraphe s'appliquent d'ores et déjà. Si le vol a lieu à l'étranger d'autres exigences peuvent être applicables.

Le volume 1 du Règlement [DA2] indique que le [critère quantitatif](#) ne s'applique pas aux aérostats qui ne volent pas librement nominalement, tels les AEC et les ballons captifs.

La [Sauvegarde Vol](#) est concernée dans le cas où le ballon viendrait à s'échapper.

Une [étude de danger](#) Sauvegarde doit être réalisée.

En haute mer, le risque vis-à-vis des bateaux est considéré comme négligeable. Emettre un AVURNAV n'est pas jugé nécessaire.

Dans les eaux territoriales, les AEC doivent respecter la réglementation maritime spécifique (cf. [DA16]).

Une étiquette doit être apposée sur le ballon avec les coordonnées du CNES et les instructions éventuelles.

5.7. APPLICABILITE AUX BALLONS CAPTIFS

Pour les ballons captifs, l'applicabilité des règles du présent volume reste AD. Cependant les exigences de ce paragraphe s'appliquent d'ores et déjà. Si le vol a lieu à l'étranger d'autres exigences peuvent être applicables.

Le volume 1 du Règlement [DA2] précise que pour les ballons captifs stationnant à plus de 150m, une coordination doit être établie avec les autorités de l'aviation civile.

Il indique aussi que le [critère quantitatif](#) ne s'applique pas aux aérostats qui ne volent pas librement nominalement, tels les AEC et les ballons captifs.

La [Sauvegarde Vol](#) est concernée dans le cas où le ballon viendrait à s'échapper.

Une [étude de danger](#) Sauvegarde doit être réalisée.

Les règles en opérations sont les suivantes :

- les procédures de mise en œuvre du ballon et les limitations éventuelles (vitesse maximale de vent au lâcher, absence de pluie, etc.) doivent être respectées ;
- le ballon doit pouvoir être ramené au sol en cas de défaillance du dispositif nominal ;
- une étiquette doit être apposée sur le ballon avec les coordonnées du CNES et les instructions éventuelles.

ANNEXE I APPENDICE 4 DES REGLES DE L'AIR FRANÇAISES

Le texte de l'appendice 4 ci-dessous est celui du projet d'arrêté en cours. Les notes encadrées ont été insérées dans le texte par anticipation de la circulaire d'application. Il est recommandé de contacter l'Entité Sauvegarde pour connaître les textes définitifs.

1. Classification des ballons libres non habités

Les ballons libres non habités sont classés de la façon suivante :

- a) **léger** : ballon libre non habité qui transporte une charge utile comportant un ou plusieurs lots dont la masse combinée est inférieure à 4 kg, sauf s'il se classe dans la catégorie « lourd », en vertu des dispositions des alinéas c) 2), 3) ou 4) ci après ; ou
- b) **moyen** : ballon libre non habité qui transporte une charge utile comportant deux ou plusieurs lots dont la masse combinée est égale ou supérieure à 4 kg, mais inférieure à 6 kg, sauf s'il se classe dans la catégorie « lourd », en vertu des dispositions des alinéas c) 2), 3) ou 4) ci après ; ou
- c) **lourd** : ballon libre non habité qui :
 - 1) transporte une charge utile dont la masse combinée est égale ou supérieure à 6 kg ; ou
 - 2) transporte une charge utile comportant un lot d'au moins 3 kg ; ou
 - 3) transporte une charge utile comportant un lot d'au moins 2 kg qui présente une masse surfacique de plus de 13 g/cm² ; ou
 - 4) utilise, pour assurer la suspension de la charge utile, un câble ou autre dispositif qui exige une force à l'impact d'au moins 230 N pour séparer la charge suspendue du ballon.

Pour l'évaluation de la force nécessaire pour provoquer la rupture du câble ou du dispositif, on réalise un essai de traction statique de résistance à rupture.

Le dispositif peut être constitué de suspentes multiples. Dans ce cas, le test est effectué sur l'ensemble des suspentes considérées comme une seule suspente.

Note 1. – La masse surfacique dont il est question à l'alinéa c) 3) est déterminée en divisant la masse totale du lot de charge utile, exprimée en grammes, par la superficie, exprimée en centimètres carrés, de sa plus petite surface.

Pour appliquer cette disposition, on considère le rapport de la masse du lot de la charge utile sur la plus petite surface projetée sur un plan.

Note 2. – Voir figure A4-1.



CARACTÉRISTIQUES		MASSE DE LA CHARGE UTILE (kg)					
		1	2	3	4	5	6 ou plus
CÂBLE ou AUTRE DISPOSITIF DE SUSPENSION 230 N ou PLUS		<div>LOURD</div>					
LOT DE CHARGE UTILE	MASSE SURFACIQUE supérieure à 13 g/cm ²						
	<div><div>CALCUL DE LA MASSE SURFACIQUE</div><div>MASSE (g) Superficie de la plus petite surface (cm²)</div></div>						
MASSE COMBINÉE (si NI le dispositif de suspension, NI la masse surfacique, NI la masse du lot de charge utile n'interviennent en tant que facteurs)		<div>LÉGER</div>		<div>MOYEN</div>			

Figure A4-1. Classification des ballons libres non habités

Moyen(s) de conformité	En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, la classification de l'aérostat doit être justifiée et indiquée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	---

2. Règles générales d'exploitation

2.1 Un ballon libre non habité n'est pas lancé depuis le territoire national sans autorisation appropriée de l'autorité compétente.

Moyen(s) de conformité	En phase d'exploitation, l'autorisation de l'état dans lequel a lieu le lancement doit être obtenue et jointe au Dossier de Soumission Sauvegarde.
------------------------	--



2.2 Un ballon libre non habité, autre que les ballons légers utilisés exclusivement à des fins météorologiques et exploités de la manière prescrite par l'autorité compétente, n'est pas exploité au-dessus du territoire national sans autorisation appropriée de l'autorité compétente.

Les ballons légers utilisés à des fins météorologiques sont ceux exploités par les organismes de prévisions météorologiques qui appliquent les spécifications de l'organisation météorologique mondiale (OMM), et qui sont lâchés en des lieux et à des heures convenus avec l'autorité compétente.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase d'exploitation, les autorisations des états qui seront en principe survolés doivent être obtenues et jointes au Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
-------------------------------	---

2.3 L'autorisation dont il est fait mention au § 2.2 est obtenue avant le lancement du ballon si l'on peut raisonnablement escompter, au moment de la préparation du vol, que le ballon pourrait dériver dans l'espace aérien situé au-dessus du territoire français. Une autorisation semblable peut être obtenue pour une série de vols de ballons ou pour un type particulier de vol périodique, par exemple des vols de ballons aux fins de recherches atmosphériques.

Note. — L'annexe 2 de la convention de Chicago prévoit, de la même manière, que l'opérateur obtienne une autorisation des autorités compétentes de chaque Etat survolé, et que cette autorisation soit obtenue avant le lancement.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>En phase d'exploitation, les autorisations des états qui seront en principe survolés doivent être obtenues et jointes au Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
-------------------------------	---

2.4 Les ballons libres non habités survolant le territoire national et ceux portant les marques de nationalité et d'immatriculation françaises sont exploités conformément aux conditions spécifiées par l'autorité compétente.

Note. — Les Etats tiers peuvent également spécifier des conditions pour l'exploitation des ballons libres non habités au dessus de leur territoire.

Pour le survol, y compris pour les phases de lancement ou d'atterrissage au-dessus du territoire français, l'autorité compétente spécifie des conditions d'exploitation pour chaque demande d'autorisation. Ces conditions sont fixées lors de la délivrance de l'autorisation fournie au §2.1 et 2.2. Elles concernent par exemple la zone de lâcher et d'atterrissage, les exigences d'intervention sur le site d'atterrissage, les exigences de récupération ou les modalités de la compatibilité avec le trafic aérien (élaboration d'un protocole d'accord entre l'opérateur et le ou les prestataires de services de la circulation aérienne définissant les modalités du déroulement du vol : type de ballons, description géographique, autorisation, échange d'informations, situations particulières, etc.).

L'autorité compétente indiquera à l'opérateur les prestataires concernés.

<i>Moyen(s) de conformité</i>	<i>La conformité aux exigences des § 3.2.1 et 4.1.6 permet de répondre à l'exigence de conformité aux conditions spécifiées par l'État d'immatriculation. La conformité aux exigences des § 3.2.3 et 4.1.8 permet de répondre à l'exigence de conformité aux conditions spécifiées par les États qui seront en principe survolés.</i>
-------------------------------	---



2.5 Un ballon libre non habité n'est pas exploité de manière telle que l'impact du ballon, ou d'une partie quelconque de ce dernier, y compris sa charge utile, sur la surface du sol, crée un danger pour des personnes ou des biens sans rapport avec le vol.

L'opérateur met en œuvre des principes de conception de l'aérostat et des procédures opérationnelles afin que le danger vis-à-vis des personnes et des biens soit minimisé. Il peut par exemple agir sur les paramètres suivants : fiabilité des dispositifs de sécurité, nature des régions survolées (en particulier l'occupation des sols), dangerosité intrinsèque du ballon (protection éventuelle des arêtes et appendices), surface de nuisance et vitesse de retombée.

Moyen(s) de conformité	<i>L'application de la réglementation internationale, des réglementations nationales et de la réglementation propre à l'opérateur est une réponse à cette exigence.</i>
------------------------	---

2.6 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » n'est pas exploité au-dessus de la haute mer sans coordination préalable avec l'autorité ATS compétente.

La convention des Nations Unies sur le droit de la mer définit la haute mer.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de coordination avec l'autorité ATS compétente doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3. Restrictions d'exploitation et spécifications d'équipement

3.1 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » n'est pas exploité sans autorisation de l'autorité ATS compétente à un niveau ou à travers un niveau inférieur à l'altitude pression de 18 000 m (60 000 ft) et auquel :

- a) il existe des nuages ou des phénomènes d'obscurcissement couvrant plus de 4 octas ; ou auquel
- b) la visibilité horizontale est inférieure à 8 km.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de coordination avec l'autorité ATS compétente doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	---

3.2 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » ou « moyen » n'est pas lâché d'une manière qui l'amènera à voler à moins de 300 m (1000 ft) au dessus des secteurs très peuplés des villes ou des agglomérations, ou au-dessus d'une assemblée en plein air de personnes sans rapport avec le vol.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de lâcher doit inclure cette exigence et être présentée</i>
------------------------	--



dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.

3.3 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » ne sera pas exploité à moins :

- a) qu'il ne soit équipé d'au moins deux dispositifs ou systèmes, automatiques ou télécommandés, permettant de mettre fin au transport de la charge utile et fonctionnant indépendamment l'un de l'autre ;

L'exigence d'indépendance entre deux systèmes fonctionnels « fin de transport » ne peut pas, en pratique, être atteinte totalement.

On considère que l'exigence est satisfaite si la fonction « fin de transport » est tolérante à la simple défaillance, ou bien, que la présence de deux dispositifs ou systèmes, leur ségrégation, le niveau de qualité des logiciels, les marges sur le dimensionnement des composants mécaniques, etc., assurent l'équivalence, en termes de sûreté de fonctionnement, à la propriété de tolérance à la simple défaillance.

Commentaire complémentaire du CNES : le dispositif de minuterie n'est pas considéré comme un dispositif répondant aux exigences d'interruption de vol de l'alinéa 4

- b) que, s'il s'agit d'un ballon en polyéthylène à pression nulle, au moins deux méthodes, systèmes, dispositifs, ou combinaisons de méthodes, systèmes ou dispositifs, fonctionnant indépendamment l'un de l'autre, ne soient employés pour mettre fin au vol de l'enveloppe du ballon ;

Note. – Les ballons en surpression n'exigent pas de tels dispositifs car ils s'élèvent rapidement après le largage de la charge utile et explosent sans l'aide d'un dispositif ou système conçu pour percer l'enveloppe du ballon. Dans le présent contexte, un ballon en surpression est une simple enveloppe non extensible capable de supporter une différence de pression, celle-ci étant plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur. Ce ballon est gonflé de telle sorte que la pression plus faible du gaz pendant la nuit permet encore de développer complètement l'enveloppe. Ce type de ballon demeurera à un niveau essentiellement constant jusqu'à ce qu'il diffuse à l'extérieur une trop grande quantité de gaz.

L'exigence d'indépendance entre deux systèmes fonctionnels « fin de vol » ne peut pas, en pratique, être atteinte totalement.

On considère que l'exigence est satisfaite si la fonction « fin de vol » est tolérante à la simple défaillance, ou bien, que la présence de deux dispositifs ou systèmes, leur ségrégation, le niveau de qualité des logiciels, les marges sur le dimensionnement des composants mécaniques, etc., assurent l'équivalence, en termes de sûreté de fonctionnement, à la propriété de tolérance à la simple défaillance.

Commentaire complémentaire du CNES : le clapet n'est pas considéré comme un dispositif répondant à cette exigence car son débit est trop faible et son efficacité dépend de l'altitude.



- c) que l'enveloppe du ballon ne soit équipée d'un ou plusieurs dispositifs ou d'un matériau réfléchissant les signaux radar et permettant d'obtenir un écho sur l'écran d'un radar de surface fonctionnant dans la gamme de fréquence 200 MHz à 2 700 MHz, et/ou que le ballon ne soit doté d'autres dispositifs qui permettront à l'opérateur radar d'assurer une poursuite continue au-delà de la portée du radar au sol.

Une seule des deux conditions est exigée (« et/ou »). Un moyen de localisation pour chaque partie du ballon est exigé si elles se séparent.

Le suivi par l'opérateur de la position du ballon (géo-localisation par satellite, par exemple), ainsi que l'usage d'un transpondeur SSR ou ADS-B (requis par ailleurs) dans les régions où un équipement basé au sol assure une couverture, permettent la connaissance de la position du ballon. L'information doit être disponible pour les organismes des services de la circulation aérienne concernés par le vol selon les modalités définies dans le protocole entre l'opérateur et ces organismes.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, les dispositifs prévus pour répondre à ces exigences doivent être présentés dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.4 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » n'est pas exploité dans les conditions suivantes :

- dans une région où un équipement SSR basé au sol est en service, à moins que le ballon ne soit doté d'un transpondeur de radar secondaire de surveillance qui peut communiquer l'altitude-pression et qui fonctionne de façon continue sur un code assigné, ou qui peut être mis en marche au besoin par la station de poursuite ; ou
- dans une région où un équipement ADS-B basé au sol est en service, à moins que le ballon ne soit doté d'un émetteur ADS-B qui peut communiquer l'altitude-pression et qui fonctionne de façon continue ou qui peut être mis en marche au besoin par la station de poursuite.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

3.5 Un ballon libre non habité, équipé d'une antenne remorquée exigeant une force supérieure à 230N pour provoquer sa rupture en un point quelconque, n'est pas exploité à moins que des banderoles ou des fanions de couleur ne soient fixés à l'antenne à des intervalles ne dépassant pas 15m.

Les dispositifs tractés assurant une fonction d'antenne, rigides ou souples, qui exigent une force supérieure à 230N pour être rompus lors d'essais de traction statique de résistance à rupture, doivent autant que possible être rendus visibles pour la circulation aérienne environnante.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



3.6 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » ne sera pas exploité au-dessous d'une altitude-pressure de 18 000m (60 000ft) entre le coucher et le lever du soleil ou pendant toute autre période se situant entre le coucher et le lever du soleil (corrigés suivant l'altitude de vol) éventuellement prescrite par l'autorité ATS compétente, à moins que le ballon, ses accessoires et sa charge utile, qu'ils soient ou non amenés à se séparer pendant le vol, ne soient dotés d'un balisage lumineux.

Au minimum, le balisage lumineux est tel qu'au moins deux feux à éclat sont solidaires de la chaîne de vol, de façon à rendre apparente son étendue verticale.

On fait référence ici à des feux anticollisions destinés à attirer l'attention.

La période d'activation du balisage prescrite par l'autorité compétente peut couvrir la période diurne.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i></p> <p><i>En phase d'exploitation, la procédure de coordination avec l'autorité ATS compétente doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i></p>
------------------------	--

3.7 Un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » qui est équipé d'un dispositif de suspension (autre qu'un parachute ouvert aux couleurs très voyantes) de plus de 15 m de longueur n'est pas exploité entre le lever et le coucher du soleil au-dessous d'une altitude-pressure de 18 000 m (60 000 ft) à moins que le dispositif de suspension ne soit coloré par bandes alternées de couleurs très voyantes ou que des banderoles de couleur ne soient fixées à ce dispositif.

Proposition faite à l'EASA de ne considérer que le principe de parachutes et de nacelles de couleur très voyantes.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i></p>
------------------------	---

4. Interruption du vol

L'exploitant d'un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » met en marche les dispositifs appropriés d'interruption du vol, exigés au § 3.3, alinéas a) et b), ci-dessus, dans les cas suivants :

- lorsqu'il s'avère que les conditions météorologiques sont inférieures aux conditions prescrites pour l'exploitation ;
- si, par suite d'un défaut de fonctionnement ou pour tout autre motif, la poursuite du vol devient dangereuse pour la circulation aérienne ou pour les personnes ou les biens à la surface ; ou
- avant l'entrée non autorisée du ballon dans l'espace aérien situé au dessus du territoire d'un autre État.

Dans la mesure du possible, ces situations sont anticipées par l'opérateur, et l'interruption du vol s'effectue selon les procédures opérationnelles requises au §2.5.



Les conditions météorologiques prescrites pour l'exploitation sont celles prescrites par l'autorité compétente lors de la délivrance de l'autorisation, ou à défaut, celles définies au §3.1.

L'interruption du vol est programmée en coordination étroite avec le prestataire de services de la circulation aérienne dans l'espace aérien concerné. Les mesures pour assurer cette coordination sont décrites dans le protocole d'accord mentionné précédemment.

Commentaire complémentaire CNES : le protocole doit gérer le cas où l'interruption de vol génère un risque à la fois vis-à-vis des aéronefs et du public survolé.

Moyen(s) de conformité

En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit traiter cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.

5. Notification de vol

Commentaire complémentaire CNES

Le principe de notification s'applique également pour les ballons légers BPCL et BLD. Pour les BPCL les modalités de notification de vol doivent être établies dans le protocole d'accord avec les autorités de l'aviation civile et militaire (cf. volume 1 [DA2]). Pour les BLD, les modalités devront être établies avec les autorités de l'aviation civile.

5.1 Notification avant le vol

5.1.1 Une notification concernant le vol prévu d'un ballon libre non habité de la catégorie « moyen » ou « lourd » est adressée sans retard à l'organisme approprié des services de la circulation aérienne et au moins sept jours avant la date du vol.

La notification dont il est question ici est relative à la date du lâcher, elle est effectuée au moins sept jours avant la date du vol, sauf si le protocole établi avec les services de la circulation aérienne concernés en dispose autrement.

La coordination avec le ou les services ATS concernés par le vol, requise en vertu du §2.6 (haute mer) ou associée à l'autorisation délivrée par l'autorité compétente (§2.4), se déroule largement en amont de cette notification. Par ailleurs, les échanges d'information relatifs à toutes les phases du vol, sont organisés par le biais du protocole.

5.1.2 La notification du vol prévu comprend ceux des renseignements ci-après qui peuvent être exigés par l'organisme compétent des services de la circulation aérienne :

- identification de vol du ballon ou nom de code de l'opération ;
- catégorie et description du ballon ;
- code SSR, adresse d'aéronef ou fréquence NDB, selon le cas ;
- nom et numéro de téléphone de l'exploitant ;
- site du lancement ;
- heure estimée du lancement (ou heures du début et de la fin de lancements multiples) ;



- g) nombre de ballons qui doivent être lancés et intervalles prévus entre deux lancements (s'il s'agit de lancements multiples) ;
- h) direction prévue de l'ascension ;
- i) niveau(x) de croisière (altitude-pression) ;
- j) temps de vol estimé jusqu'à l'altitude-pression de 18 000 m (60 000 ft) ou jusqu'au niveau de croisière, si celui-ci est inférieur ou égal à 18 000 m (60 000 ft), et position estimée à cette altitude ; *s'il s'agit de lancements effectués sans interruption, l'heure à indiquer est l'heure estimée à laquelle le premier et le dernier ballon de la série atteindront le niveau prévu (par exemple 122136Z-130330Z).*
- k) date et heure estimées d'interruption du vol et emplacement prévu de l'aire d'impact/de récupération. Dans le cas des ballons qui effectuent des vols de longue durée, pour lesquels on ne peut donc prévoir avec précision la date et l'heure d'interruption du vol, ainsi que l'emplacement de l'impact, on utilisera l'expression « longue durée ». *S'il y a plus d'un emplacement d'impact/de récupération, chaque emplacement doit être indiqué, avec l'heure estimée d'impact correspondante. Si l'on prévoit une série d'impacts ininterrompue, l'heure à indiquer est l'heure estimée du premier et du dernier impact dans la série (par exemple 070330Z-072300Z).*

5.1.3 Toute modification dans les renseignements notifiés avant le lancement conformément aux dispositions du § 5.1.2 ci-dessus est communiquée à l'organisme des services de la circulation aérienne intéressé au moins 6 heures avant l'heure estimée de lancement ou, dans le cas de recherches concernant des perturbations d'origine solaire ou cosmique et impliquant un élément horaire critique, au moins 30 minutes avant l'heure estimée du début de l'opération.

Moyen(s) de conformité	<p><i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à ces exigences doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i></p> <p><i>En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre ces exigences, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i></p>
------------------------	---

5.2 Notification de lancement

Dès qu'un ballon libre non habité de catégorie « moyen » ou « lourd » est lancé, l'exploitant notifie à l'organisme approprié des services de la circulation aérienne les renseignements suivants :

- a) identification de vol du ballon ;
- b) site du lancement ;
- c) heure effective du lancement ;
- d) heure estimée à laquelle le ballon franchira l'altitude-pression de 18 000 m (60 000 ft) ou heure estimée à laquelle il atteindra le niveau de croisière, si celui-ci se situe à 18 000 m (60 000 ft) ou au-dessous, et position estimée à ce niveau ; et
- e) toute modification aux renseignements notifiés antérieurement selon les dispositions du § 5.1.2, alinéas g) et h).



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

5.3 Notification d'annulation

L'exploitant avise l'organisme approprié des services de la circulation aérienne aussitôt qu'il s'avère que le vol prévu d'un ballon libre non habité de catégorie « moyen » ou « lourd », notifié antérieurement selon les dispositions du § 5.1, a été annulé.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

6. Enregistrement de la position et comptes rendus

6.1 L'exploitant d'un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » évoluant à l'altitude-pression de 18 000 m (60 000 ft) ou au-dessous de cette altitude surveille la trajectoire de vol du ballon et communique les comptes rendus de la position du ballon qui sont exigés par les services de la circulation aérienne. L'exploitant enregistre la position du ballon toutes les deux heures, à moins que les services de la circulation aérienne n'exigent des comptes rendus de position plus fréquents.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

6.2 L'exploitant d'un ballon libre non habité de la catégorie « lourd » évoluant au-dessus de 18 000 m (60 000 ft) d'altitude-pression surveille la progression du vol du ballon et communique les comptes rendus de position du ballon exigés par les services de la circulation aérienne. L'exploitant enregistre la position du ballon toutes les 24 heures, à moins que les services de la circulation aérienne n'exigent des comptes rendus de position plus fréquents.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

6.3 Si une position ne peut être enregistrée conformément aux dispositions des § 6.1 et 6.2, l'exploitant en avise immédiatement l'organisme approprié des services de la circulation aérienne. Cette notification comprend la dernière position enregistrée. L'organisme approprié des services de la circulation aérienne est avisé dès la reprise de la poursuite du ballon.



Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

6.4 Une heure avant le début de la descente prévue d'un ballon libre non habité de la catégorie « lourd », l'exploitant communique à l'organisme approprié des services de la circulation aérienne les renseignements suivants concernant le ballon :

- a) position géographique ;
- b) niveau (altitude-pression) ;
- c) heure prévue de franchissement de l'altitude-pression de 18 000 m (60 000 ft), le cas échéant ;
- d) heure et emplacement prévus de l'impact au sol.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--

6.5 L'exploitant d'un ballon libre non habité de la catégorie « moyen » ou « lourd » avise l'organisme approprié des services de la circulation aérienne lorsque le vol aura pris fin.

Moyen(s) de conformité	<i>En phase de faisabilité/conception ou d'exploitation, le dispositif prévu pour répondre à cette exigence doit être présenté dans le Dossier de Soumission Sauvegarde. En phase d'exploitation, la procédure de gestion de vol, qui doit reprendre cette exigence, doit être présentée dans le Dossier de Soumission Sauvegarde.</i>
------------------------	--



ANNEXE II CONTRAINTES QUALITATIVES

Il s'agit des contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée nominale. Elles concernent tous les aérostats exceptés les AEC et les ballons captifs qui ne volent pas librement nominale.

Il faut rappeler que d'autres contraintes peuvent être applicables dans le cas d'un atterrissage à l'étranger.

Dans ce paragraphe, l'évitement d'un élément signifie que la [zone de retombée](#) à 3σ ne le contient pas.

Pour les BLD dont la zone de retombée ne peut pas véritablement être définie, une distance majorante doit être prise par rapport à l'élément. Dans certains cas, des mesures en diminution de risques sont acceptables (cf. § 5.5 Applicabilité aux BLD).

II.1. Prise en compte des villes

Etant donné que, aujourd'hui, des BD de densité de population comme LANDSCAN¹⁷ indiquent correctement la population dans les villes, la contrainte d'évitement des villes de la version précédente du Règlement est ramenée à l'application du [critère quantitatif](#)¹⁸.

II.2. Evitement des axes routiers

Les axes routiers doivent être évités au regard des risques induits, notamment sur les axes rapides. Ainsi, doivent être évités :

- pour tous les aérostats, les autoroutes ;

Note : les BLD sont exemptés, des mesures en diminution de risques peuvent toutefois être mise en place (dispositif d'alerte par exemple)

- pour les BSO, MIR et BPS, les autres axes routiers dont le flux excède 250 véhicules/heure¹⁹ ; les BPCL et BLD sont autorisés à atterrir sur ces axes routiers.

II.3. Evitement des zones d'activités

Pour tous les aérostats, exceptés les BPCL et BLD dont la probabilité de létalité est acceptable, les zones d'activités potentiellement hors des villes doivent être évitées telles que :

- les zones industrielles ;
- les zones commerciales ;

¹⁷ Une étude IGQ montre que LANDSCAN est une base de données fiable et pérenne sur la totalité de la surface terrestre. Sa résolution est de 1km2.

¹⁸ Pour le calcul du risque, le contour de la zone de retombée doit être déterminé en fonction de la densité locale de population, afin de comptabiliser tout risque non négligeable par rapport à 3.10^{-5} .

¹⁹ En considérant ce flux, le risque de faire au moins une victime en retombant sur la route est égal à 10.5, avec les hypothèses suivantes : au moins une victime = au moins un véhicule touché, surface létale = 50m2, retombée uniforme sur une zone de 100km2. Avec d'autres hypothèses justifiées et une démonstration, une autre valeur de flux peut être acceptée. Il est à noter que le jour où la zone de retombée sera bien plus petite, il sera envisageable d'éviter les axes routiers.



- les zones aéroportuaires²⁰.

II.4. Evitement des lieux de rassemblement de personnes temporaires

Pour tous les aérostats, exceptés les BPCL et BLD dont la probabilité de létalité est acceptable, les rassemblements de personnes déclarés, potentiellement hors des villes, doivent être évités tels que :

- les camps de loisir.

II.5. Evitement des sites industriels dangereux

Pour tous les aérostats, les sites industriels classifiés SEVESO doivent être évités.

Cette contrainte est AC pour les BPCL et BLD.

II.6. Evitement des zones interdites par la réglementation

Pour tous les aérostats, les zones interdites par la réglementation doivent être évités (zones urbaines, militaires, sensibles, naturelles protégées, etc.).

L'existence de ces zones est AC pour les BPCL et BLD.

II.7. Recommandations supplémentaires

En complément, il est recommandé :

- que soient évitées les lignes à haute tension lorsqu'un endommagement est jugé possible ;
- que soient évitées les voies de chemin de fer lorsqu'un déraillement est jugé possible.

²⁰ Considérées comme rassemblements de personnes ; leur approche est gérée également par l'application des règles de l'aviation civile.



ANNEXE III TERMINOLOGIE

Aéronef	Tout appareil capable de s'élever ou de circuler dans les airs (cf. [DA9]).
Aérostat	Tout aéronef dont la sustentation est principalement due à sa flottabilité dans l'air (cf. [DA9]).
Aérostat (décomposition)	<p>L'aérostat est constitué du Ballon et de la Chaîne de Vol (CDV) en considérant un plan de séparation au niveau du séparateur ou du Véhicule Porteur (VP) et de l'Ensemble Suspendu (ES) en considérant un plan de séparation au niveau du crochet.</p> <p>Ballon : ensemble des éléments de l'aérostat situés au dessus du plan de séparation du séparateur.</p> <p>Chaîne de vol : ensemble des éléments de l'aérostat situés sous le plan de séparation du séparateur y compris la NCU.</p> <p>VP : ensemble des éléments de l'aérostat situés au dessus du crochet, crochet compris.</p> <p>ES : ensemble des éléments de l'aérostat situés sous le crochet y compris la NCU.</p> <p>Remarque : des BAX peuvent être utilisés pour le lâcher.</p>
Autorité ATS compétente	Autorité appropriée désignée par l'État chargé de fournir les services de la circulation aérienne dans un espace aérien donné (cf. [DA9]).
Ballon libre non habité	Aérostat non entraîné par un organe moteur, non habité, en vol libre (cf. [DA9]).
Barrière de sécurité	<p>Fonction, matériel, logiciel, intervention humaine, etc., qui s'oppose à l'apparition ou au cheminement d'un événement redouté.</p> <p>Une barrière de sécurité peut être une propriété physique, une caractéristique intrinsèque de conception, un dispositif technologique, exceptionnellement une mesure basée sur une procédure.</p>
Calcul de risque	Calcul de la probabilité de faire au moins une victime parmi le public survolé.
Cas de simple défaillance Sauvegarde	<p>Défaillance d'une (ou plusieurs) première(s) barrière(s) de sécurité relative(s) à un (ou plusieurs) élément(s) critique(s).</p> <p>En cas de fonctions critiques dépendantes, la perte de la première barrière de sécurité d'une des fonctions critiques peut entraîner la perte de la première barrière de sécurité des autres.</p>
Cas dégradé Sauvegarde	Défaillance des deux barrières de sécurité relative à un élément critique ou défaillance d'un élément structural passif dimensionné mais non FS.
Cause commune de défaillance	Défaillance de plusieurs éléments provoquée par une seule et même cause (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).
Certification	Procédure par laquelle une tierce partie donne l'assurance écrite qu'un produit, un processus ou un service est conforme aux exigences spécifiées (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).



Composant logiciel	Partie d'un logiciel.
Conception sûre	Fiabilisation d'un équipement, d'un système ou d'un logiciel par l'application de marges ou de facteurs de sécurité, d'un niveau de qualité de développement ou de test jugé suffisant.
Contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée	Éléments qui ne doivent pas se présenter dans la zone de retombée nominale : - éléments listés dans le présent volume, - éléments supplémentaires éventuels déterminés par l'étude de danger Sauvegarde, - éléments supplémentaires potentiels dans le cas d'un atterrissage à l'étranger, - éléments permettant le cas échéant de respecter le critère quantitatif.
Critère quantitatif Sauvegarde	Probabilité maximale admissible égale à 3.10^{-5} de faire au moins une victime parmi le public survolé sur le vol complet. Critère supplémentaire potentiel dans le cas d'opérations à l'étranger.
Critère qualitatif Sauvegarde	Tolérance du système aérostatique à la simple défaillance vis-à-vis des événements catastrophiques. Critère dit « critère Fail Safe ».
Critères Sauvegarde relatifs à la zone de lâcher	La zone de lâcher doit être choisie conformément à l'alinéa 3.2 des Règles de l'air et être conforme aux exigences du pays concerné le cas échéant.
Critères Sauvegarde relatifs à la zone de retombée	Ensemble du critère quantitatif et des contraintes qualitatives relatives à la zone de retombée nominale.
Élément critique	Classification fonctionnelle. Élément du système aérostatique (matériel, logiciel ou procédure opérationnelle), dont la défaillance, sans considérer les barrières de sécurité, conduit à un événement catastrophique.
Équipement embarqué	Équipement à bord de l'aérostat.
Etude de danger Sauvegarde	Etude permettant d'établir l'ensemble des risques pour le public survolé et les aéronefs liés à l'exploitation du système aérostatique, la gravité de leurs conséquences et leur probabilité d'occurrence. Les causes de dysfonctionnement du système peuvent être non seulement internes au système mais aussi externes (erreur opérationnelle, environnement d'exploitation).
Événement catastrophique	Perte de vie humaine, immédiate ou différée.
Fail Safe	Tolérant à la simple défaillance vis-à-vis des événements catastrophiques. Pour un système, la défaillance unique d'un élément du système ne doit pas entraîner d'événement catastrophique.
Licence de station d'aéronef	La licence de station d'aéronef (LSA) atteste la conformité de la station d'émission radioélectrique d'un aéronef et de la station d'émission radioélectrique des engins



	de sauvetage embarqués au règlement relatif aux radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications (UIT).
Logiciel à développement critique	Logiciel nécessitant un niveau de développement élevé défini par les règles d'Assurance Produit (reprises dans le présent volume).
Matériau ductile	Matériau capable de se déformer plastiquement sans se rompre.
Matériau fragile	Matériau non ductile.
Matériau frangible	Matériau se décomposant en fragments sous l'effet d'une déformation.
Mode commun de défaillance	Défaillance de plusieurs éléments identiques résultant d'une cause commune unique. Il s'agit d'un cas particulier de cause commune de défaillance (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).
Objectif de mission	Il s'agit de l'ensemble des spécifications techniques qui découlent de l'objectif de mission scientifique.
Polygone d'atterrissage	Polygone sur lequel la probabilité de ne pas atteindre une zone sûre est estimée et conduit à un risque global inférieur au seuil de la Politique de sécurité. Il ne s'agit ni du « quadrilatère MTO » équivalent à une zone de retombée ni du « polygone de vol » qui n'a pas de sens Sauvegarde.
Probabilité de létalité	L'impact d'un élément de l'aérostat sur une personne provoque des blessures, classées en niveau de sévérité de AIS=0 à 6, avec une certaine probabilité compte-tenu de la position de la personne, de son orientation, etc. D'autre part, il est considéré que seules les blessures de niveau AIS≥4 peuvent entraîner le décès sous 30 jours (délai légal), avec les probabilités suivantes : 100% de décès en cas de blessure de niveau 6, 67% en cas de blessure de niveau 5 et 27% en cas de blessure de niveau 4. Ainsi la probabilité de létalité s'écrit : $P(\text{AIS}=6) + 0.67 \cdot P(\text{AIS}=5) + 0.27 \cdot P(\text{AIS}=4)$.
Public	Personnes non partie prenante des opérations.
Qualification (processus de)	Processus permettant de démontrer l'aptitude à satisfaire les exigences spécifiées. Le terme « qualifié » désigne l'état correspondant. La qualification peut concerner les personnes, les produits, les processus et les systèmes (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).
Risque global	Probabilité de faire au moins une victime parmi le public survolé sur le vol complet.
Sauvegarde Sol	Ensemble des dispositions concourant à maîtriser les risques vis-à-vis de la santé et de la sécurité du personnel liés aux opérations de préparation des vols des aérostats et de leur récupération.
Sauvegarde Vol	Ensemble des dispositions concourant à maîtriser les risques vis-à-vis du public survolé et des aéronefs liés aux vols des aérostats.
Segment Bord	Tous les éléments constitutifs de l'aérostat en vol.
Segment Sol	Tous les éléments constitutifs du système sol de suivi et de contrôle de l'aérostat.
Système Aérostatique	Ensemble comprenant le (ou les) aérostat(s), les moyens de lancement, le (ou les) centre(s) de contrôle et les procédures opérationnelles associées.



Victime	Personne qui a péri.
Validation	Confirmation par des preuves tangibles que les exigences pour une utilisation spécifique ou une application prévues ont été satisfaites. Le terme « validé » désigne le statut correspondant. Les conditions d'utilisation peuvent être réelles ou simulées (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).
Vérification	Confirmation par des preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites. Le terme « vérifié » désigne le statut correspondant (cf. § RNC-ECSS-S-ST-00-01).
Vol (décomposition)	Le vol d'un aérostat est la période entre le lâcher et l'atterrissage de tous ses éléments. Il se décompose en plusieurs phases : <ul style="list-style-type: none">- phase de montée ou d'ascension, après le lâcher,- phase de vol au plafond,- phase de descente lente éventuelle,- phase de retombée ou de descente après séparation, jusqu'à l'atterrissage.
Zone de retombée	Zone de retombée calculée ou tâche d'impact.
Zone de retombée sûre	Zone de retombée conforme aux critères Sauvegarde relatifs à la zone de retombée.
Zone sûre	Zone d'atterrissage sur laquelle toute zone de retombée est une zone de retombée sûre.



ANNEXE IV ABREVIATIONS

ADS-B	Automatic Dependent Surveillance-Broadcast
AIS	Abreviated Injury Scale
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance et étude de leur Effet et de leur Criticité
AP	Assurance Produit
ATS	Air Traffic Services
ATC	Air Traffic Control
AVURNAV	Avis Urgent aux Navigateurs
BAX	Ballon Auxiliaire
BLNH	Ballon Libre non Habité
BPCL	Ballon Pressurisé Couche Limite
BPS	Ballon Pressurisé Stratosphérique
BSO	Ballon Stratosphérique Ouvert
CDV	Chaîne de Vol
CPU	Central Processing Unit
CRC	Code de Redondance Cyclique
CS	Certification Specification (European Aviation Safety Agency)
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DMA	Direct Memory Access
DSS	Dossier de Soumission Sauvegarde
EASA	European Aviation Safety Agency
ECSS	European Cooperation for Space Standardization
ES	Ensemble Suspendu
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
ESD	ElectroStatic Discharge
FS	Fail Safe
LSA	Licence de Station d'Aéronef
MIR	Montgolfière Infrarouge
MTO	Météo
NCU	Nacelle Charge Utile
NEV	Nacelle Enveloppe
NOTAM	Notice To Air Men
NSO	Nacelle de Servitude Opérationnelle



NSTS	Safety Policy and Requirements for Payloads Using the Space Transportation System
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
PTU	Pression Température hUmidité
RNC	Référentiel Normatif du CNES
SDF	Sûreté de Fonctionnement
SIG	Système d'Information Géographique
SEU	Single Event Upset
SMC	Système de Management du CNES
SSR	Secondary Surveillance Radar
TM/TC	Télémesure/ Télécommande
UV	Ultra-Violet
VP	Véhicule Porteur



REFERENTIEL NORMATIF REALISE PAR :
Centre National d'Études Spatiales
Inspection Générale Direction de la Fonction Qualité
18 Avenue Edouard Belin
31401 TOULOUSE CEDEX 9
Tél. : 05 61 27 31 31 - Fax : 05 61 28 28 49

CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES

Siège social : 2 pl. Maurice Quentin 75039 Paris cedex 01 / Tel. (33) 01 44 76 75 00 / Fax : 01 44 46 76 76
RCS Paris B 775 665 912 / Siret : 775 665 912 00082 / Code APE 731Z