



 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 1/64</p>
---	--	---

# Sous-Direction BALLONS








## SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT


	Nom et Sigle	Date et Visa
Rédigé par	Equipes DTN/QE/BA et DTN/QE/NEO	15/11/2022 
Validé par	DTN/QE/BA Nathalie GEAY-KAMINSKI	 Signature numérique de GEAY KAMINSKI Nathalie Date : 2022.11.28 10:18:42 +01'00'
Application Autorisée par	DOA/BL Vincent DUBOURG	23/11/2022 

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 2/64</p>
---	--	---

## VALIDATION


Cette validation concerne des sections spécifiques selon les chefs de service.

<p><b>DTN/QE/MP</b> <b>T. BATTAULT</b></p>	<p>Date et signature : 21/11/2022</p> 	<p><b>DTN/QE/SF</b> <b>P. ROBERT</b></p>	<p>Date et signature : 17/11/2022</p> 
<p><b>DTN/QE/NEO</b> <b>S. TEODOMANTE</b></p>	<p>Date et signature : 22/11/2022</p> 	<p><b>DTN/QE/CQ</b> <b>T. TORLOTING</b></p>	<p>Date et signature : 17/11/2022</p> 
<p><b>DOA/BL/NB</b> <b>F. MIRC</b></p>	<p>Date et signature : 22/11/2022</p> 	<p><b>DOA/BL/VP</b> <b>E. QUEVAREC</b></p>	<p>Date et signature : 22/11/2022</p> 
<p><b>DOA/BL/OP</b> <b>L. TESSARIOL</b></p>	<p>Date et signature : 23/11/2022</p> 		


 <p>CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p>SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p>Page 3/64</p>
--	--	--

## ANALYSE DOCUMENTAIRE


<b>Classe</b> (Confidentialité) :		<b>Code consultation</b> :	
<b>Mots clés d'auteur</b> : Spécification – Assurance Produit - Ballons			
<b>OBJET/TITRE</b> : SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT DE LA SOUS-DIRECTION BALLONS			
<b>Auteur(s)</b> : DTN/QE/BA et NEO – SCALIAN - DOA/BL			
<b>RESUME</b> : Le document regroupe par thème des exigences qui peuvent être applicables aux contractants de la Sous-Direction Ballons, suivant les activités concernées.			
<b>Commentaires d'auteur(s)</b> : Ce document a été présenté à la hiérarchie de DOA/BL.			
<b>Situation du document /</b> <b>Document(s) rattaché(s) :</b>		<b>Localisation physique du document</b> <b>(dépositaire) :</b>	
<b>Volume</b> :	<b>Nombre total pages</b> : 64 <b>dont pages liminaires</b> : <b>dont pages annexes</b> :	<b>Annexes</b> :	<b>Langue</b> : FR
<b>Gestion de configuration</b> : OUI			
<b>Contrat</b> :			
<b>Logiciel(s) hôte + réf. fichier(s)</b> :			

 <p><b>cnés</b> CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p align="center"><b>SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</b></p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p align="right">Page 4/64</p>
---	--	--

<b>HISTORIQUE DES MODIFICATIONS</b>		
Ed/Rev	Date	Chapitres ou pages modifiés / Raison / Nature de l'évolution
1	13/03/07	Edition originale
2	20/12/07	<p>Compléments de spécification pour prendre en compte la durée de vie et la maintenabilité des équipements bords à usages multiples.</p> <p>Nouvelles exigences :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- § 4.2.2.2 : EX.4W, EX.4X,</li> <li>- § 6.3 : EX.6C, EX-6D,</li> <li>- § 6.4 : EX.6E, EX.6F, EX.6G,</li> <li>- § 6.5 : EX.6H, EX.6I, EX.6J, EX.6K,</li> <li>- § 7.4 : EX.7H, EX.7I</li> </ul> <p>Exigence complétée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- § 4.2.2.2 : EX.4F</li> </ul> <p>§ 6.1 : Modification de commentaire</p>
2.1	26/07/10	<p align="center"><b>DM Ballons 1031</b></p> <p align="center">Ajout d'une liste de documents applicables</p> <p>Mise à jour des exigences relatives à la sûreté de fonctionnement (§ 5.1 à 5.3) et implication sur les exigences EX.8K et EX.8T</p> <p>Complément des exigences vis-à-vis des matériels, de leur fabrication et de leur contrôle aux §6 et §7</p> <p align="center">Mise à jour de la partie Logiciels au § 8</p> <p align="center">Précisions sur les exigences liées aux fournitures</p>
3	13/10/10	<p align="center">Modifications acceptées au travers de la DM Ballons 1021</p> <p>Ajout d'exigences supplémentaires et renumérotation complète suite à la réunion de présentation à DCT/BL du 13 septembre 2010</p> <p align="center">Mise à jour des documents applicables</p> <p align="center">Modification des exigences des logiciels critiques</p>
3.1	26/10/10	Correction du §5 de l'annexe 2 (DM 1021)
3.2	10/01/11	Ajout d'exigences logicielles aux § 8.2 et § 8.4.5 (DM 1181)


	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 5/64</p>
---	--	---

4.0	01/11/22	<p style="text-align: center;"><b>DM Ballons 11004</b></p> <p style="text-align: center;"><b>§2</b> : mise à jour des documents applicables et de référence</p> <p><b>§3 à §7</b> : modifications de la numérotation des exigences pour le §4 et modifications des exigences suivantes : 3D, 3E, 3G, 3H, 3J, 3L, 3O ; 4A, 4G, 4H, 4L, 4M, 4N, 4Q, 4R, 4S, 4U, 4AA, 4AF, 4AG, 4AH ; 5D, 5F ; 6D, 6E, 6H, 6I ; 7A, 7D, 7G, 7H, 7I, 7J</p> <p style="text-align: center;"><b>§3 à §7</b> : ajout de quelques exigences : 4B, 4C ; 6J ; 7C, 7L, 7M, 7N</p> <p><b>§8</b> : refonte du paragraphe pour introduire des exigences logicielles en lien avec la criticité des logiciels ; en particulier, modification de la numérotation des exigences.</p>


 <p>CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p>SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p>Page 6/64</p>
--	--	--

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>10</b>
<b>2. DOCUMENTS APPLICABLES ET DE REFERENCE .....</b>	<b>11</b>
1.1. DOCUMENTS APPLICABLES .....	11
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	11
<b>3. ASSURANCE PRODUIT .....</b>	<b>13</b>
3.1. ORGANISATION .....	13
3.2. FORMATION ET QUALIFICATION DU PERSONNEL .....	13
3.3. DROIT D'ACCES .....	13
3.4. AUDITS .....	13
3.5. PLAN AP ET MATRICE DE CONFORMITE .....	14
3.6. MAITRISE DES RISQUES .....	14
3.7. SYSTEME DE GESTION DES ANOMALIES .....	14
3.7.1. DEFINITIONS .....	14
3.7.2. PROCEDURE DE GESTION .....	15
3.7.3. INFORMATION DU CLIENT CNES .....	15
3.8. COMPTES-RENDUS SUR L'ETAT D'AVANCEMENT DE L'ASSURANCE PRODUIT .....	16
3.9. TRAÇABILITE .....	16
3.10. GESTION DE LA CONFIGURATION ET DE LA DOCUMENTATION .....	16
3.10.1. CONFIGURATION .....	16
3.10.2. DOCUMENTATION .....	17
<b>4. PROGRAMME ASSURANCE QUALITE .....</b>	<b>18</b>
4.1. EXIGENCES GENERALES .....	18
4.2. VERIFICATION ET JUSTIFICATION DE LA CONCEPTION ET DE LA DEFINITION .....	18
4.2.1. GENERALITES .....	18
4.2.2. PROCESSUS DE VERIFICATION ET QUALIFICATION .....	20
4.2.2.1. VERIFICATION .....	20
4.2.2.2. QUALIFICATION .....	20
4.2.3. MODIFICATIONS DE LA DEFINITION .....	21
4.3. APPROVISIONNEMENT .....	21
4.3.1. SELECTION DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT .....	21
4.3.2. DOCUMENTS D'APPROVISIONNEMENT .....	21
4.3.3. DROIT A L'EXPORT .....	22
4.3.4. CONTROLE A LA RECEPTION .....	22
4.4. FABRICATION ET INTEGRATION .....	22
4.4.1. PLANIFICATION ET CONTROLE DES ACTIVITES .....	22
4.4.2. POINT CLE D'APTITUDE A LA FABRICATION .....	23
4.4.3. MAITRISE DES PROCEDES .....	23
4.4.4. CONTROLE DES MATERIAUX ET DES COMPOSANTS .....	23
4.4.5. CONTROLES DES MOYENS DE FABRICATION ET D'INTEGRATION .....	24
4.4.6. CONTROLES .....	24


 <p><b>cnès</b> CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 7/64</p>
---	--	---

4.4.7. ENREGISTREMENTS RELATIFS A LA FABRICATION ET A L'INTEGRATION .....	24
4.5. ESSAIS.....	24
4.5.1. DOCUMENTATION.....	25
4.5.2. SURVEILLANCE DU DEROULEMENT DES ESSAIS .....	25
4.5.3. REVUES DES ESSAIS .....	25
4.6. METROLOGIE ET CALIBRATION .....	26
4.7. MANUTENTION, STOCKAGE ET TRANSPORT .....	26
4.8. RECETTE ET LIVRAISON .....	26
4.8.1. DOCUMENTATION.....	26
4.8.2. RECETTE DU PRODUIT .....	27
4.8.3. LIVRAISON .....	27
4.9. MAINTENANCE PREVENTIVE .....	27
5. SURETE DE FONCTIONNEMENT (FIABILITE, DISPONIBILITE, MAINTENABILITE ET SECURITE) .....	28
5.1. GENERALITES .....	28
5.2. REGLES DE CONCEPTION.....	28
5.3. ANALYSES DE RISQUES.....	29
6. ASSURANCE QUALITE COMPOSANTS EEE .....	31
6.1. GENERALITES .....	31
6.2. NOMENCLATURE DES COMPOSANTS .....	31
6.3. APPROVISIONNEMENT DES COMPOSANTS.....	31
6.4. ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS .....	32
6.5. MAINTENANCE, MAINTENABILITE.....	32
7. ASSURANCE QUALITE MATERIAUX, COMPOSANTS MECANQUES ET PROCEDES.....	34
7.1. RAPPEL DE DEFINITIONS .....	34
7.2. CONTROLE DES MATERIAUX.....	34
7.2.1. LISTE DES MATERIAUX.....	34
7.2.2. SELECTION DES MATERIAUX .....	35
7.2.3. APPROVISIONNEMENT DES MATERIAUX .....	35
7.3. CONTROLE DES COMPOSANTS MECANQUES .....	35
7.3.1. LISTE DES COMPOSANTS MECANQUES .....	35
7.3.2. SELECTION DES COMPOSANTS MECANQUES .....	36
7.3.3. APPROVISIONNEMENT DES COMPOSANTS MECANQUES .....	36
7.4. CONTROLE DES PROCEDES.....	36
7.4.1. LISTE DES PROCEDES.....	37
7.4.2. VALIDATION DES PROCEDES .....	38
8. ASSURANCE QUALITE LOGICIEL .....	39
8.1. IDENTIFICATION DES LOGICIELS A DEVELOPPEMENT CRITIQUE .....	39
8.2. ANALYSE DE SURETE DE FONCTIONNEMENT ET DE SECURITE DE NIVEAU LOGICIEL.....	40
8.3. EXIGENCES POUR LE DEVELOPPEMENT DES LOGICIELS.....	42
8.3.1. ASSURANCE QUALITE DU LOGICIEL.....	42
8.3.2. CYCLE DE DEVELOPPEMENT .....	44
8.3.3. SPECIFICATION TECHNIQUE DU LOGICIEL .....	45
8.3.4. CONCEPTION DU LOGICIEL .....	47
8.3.5. PHASE DE CODAGE, TEST UNITAIRE ET D'INTEGRATION DU LOGICIEL .....	48

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 8/64</p>
---	--	---

8.3.6. PHASE DE VALIDATION DU LOGICIEL .....	51
8.3.7. GESTION DE LA CONFIGURATION DU LOGICIEL.....	54
8.3.8. LOGICIELS REUTILISES .....	57
8.3.9. EXPLOITATION, MAINTENANCE .....	58
<b>ANNEXE 1 .....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXE 2 .....</b>	<b>61</b>




	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 9/64</p>
---	--	---

## GLOSSAIRE

AD	A définir
AIT	Assemblage, Intégration et Test
BT	Bilan Technique
BGAs	Ball Grid Array
BTO	Bilan Technique Opérations
CCM	Commission Centrale de Modification
CCTP	Cahier des Clauses Techniques Particulières
CRE	Commission de Revue des Essais
CTI	Commission de Traitement des FI
DDC	Dossier Descriptif de Configuration
DM	Demande de Modification
DR	Demande de Dérogation
EEE	Electrique – Electronique – Electromécanique
EMC	ElectroMagnetic Compatibility
ESD	ElectroStatic Discharge
FI	Fiche d'Incident
LS	Livret Suiveur
PI	Point d'Inspection
PV	Procès-Verbal
QT	Qualification Technique
QO	Qualification Opérationnelle
RAP	Responsable Assurance Produit
RAQ	Responsable Assurance Qualité
RCI	Registre de Contrôle Individuel
RNC	Référentiel de Normalisation du CNES
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
SDF	Sûreté De Fonctionnement
STB	Spécification Technique de Besoins

Le document [DR10] est un document exhaustif reprenant les termes et acronymes utilisés pour les projets de la sous-direction Ballons.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 10/64</p>
---	--	--

## 1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Ce document définit les exigences Assurance Produit applicables aux contractants/fournisseurs et partenaires travaillant sur les projets/affaires de la sous-direction Ballon du CNES.

Le document traite de l'ensemble des activités traditionnellement du ressort de l'Assurance Produit, à savoir :

- L'Assurance Qualité pendant les différentes phases d'un projet ou d'une affaire (conception, développement, fabrication, intégration, essais, recette, maintenance, ...),
- La Sûreté de Fonctionnement,
- La Qualité des composants EEE,
- La Qualité Matériaux, Composants mécaniques et Procédés,
- La Qualité Logiciel.


En fonction de la nature du produit, le client CNES sélectionne les exigences du document à prendre en compte par le Contractant/Fournisseur.

Lorsque l'exigence porte un numéro d'ordre et est encadrée, cela signifie que le CNES attend une réponse et une prestation du contractant.

Les autres exigences, notées sous forme de commentaires, font l'objet d'une attention du CNES, sans la nécessité d'une réponse formelle du contractant / fournisseur ou partenaires.

Le respect de ces exigences doit permettre de garantir que :

- les risques sont identifiés, évalués et maîtrisés,
- la traçabilité et le niveau de qualité du produit sont accessibles,
- le produit final est conforme aux spécifications et les non conformités sont connues et traitées.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 11/64</p>
---	--	--


## 2. DOCUMENTS APPLICABLES ET DE REFERENCE

### 1.1. DOCUMENTS APPLICABLES


- [DA1] "Règlement de sauvegarde vol de l'activité « Ballons » - volume 1 – Exigence de maîtrise des risques" RNC-CNES-R-ST-12-01 V4, 11 février 2013
- [DA2] "Règlement de sauvegarde vol de l'activité « Ballons » - volume 2 – Règles de conception et d'exploitation" RNC-CNES-R-ST-12-02 V2, 3 juin 2013
- [DA3] « Acceptability of printed boards » IPC-A-600 (Class 3)
- [DA4] «Requirements and acceptance for cable and wire harness assemblies» IPC/WHMA-A-620 (Class 3)
- [DA5] "Requirements for soldered Electrical and Electronic Assemblies" reference IPC J-STD-001E-2010
- [DA6] "PWB assembly soldering process guideline for electronic components" reference IPC-9502
- [DA7] "Acceptabilité des Assemblages électroniques" reference IPC-A-610 (classe 3)

### 1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE

- [DR1] "Guide de mise en œuvre des réglementations de Contrôle Export " référence CNES-SMC-P13-926
- [DR2] "Design rules for printed circuit boards" reference ECSS-Q-ST-70-12
- [DR3] "Procédure de traitement des incidents de la sous-direction Ballons" référence BL-SMC-PR-073
- [DR4] "Plan Assurance Produit – Sous-direction BALLONS" référence BL-PLAP-00-89-CNES
- [DR5] "High reliability assembly for surface mount and through hole connections", reference ECSS-Q-ST-70-61C
- [DR6] "Qualification and procurement of printed circuit boards », reference ECSS-Q-ST-70-60
- [DR7] ECSS Space Product Assurance –Materials, mechanical parts and processes - ECSS-Q-ST-70C Rev.2
- [DR8] ECSS Space Product Assurance – Materials, processes and their data selection - ECSS-Q-ST-70-71C Rev.1
- [DR9] ECSS Space project Management - Risk management RNC-ECSS-M-ST-80, V3, octobre 2008

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 12/64</p>
---	--	--

- [DR10] Glossaire et définitions de la sous-direction Ballons BL-LI-00-12751-CN, V2
- [DR11] Trame de plan d'assurance produit BL-SP-0-12684-CN, V1
- [DR12] Guide de qualification et de recette des équipements électroniques des systèmes aérostatiques BL-NT-00-11691-CN, V1
- [DR13] Guide sur les aspects généraux à la vérification par essai des équipements et éléments des systèmes aérostatiques BL-NT-00-12210-CN , V1
- [DR14] CNES Space Software Engineering Requirements - RNC-CNES-E-ST-40-110 - V1, 23/09/2021
- [DR15] CNES Space Software Quality Requirements - RNC-CNES-Q-ST-80-100 – V2, Septembre 2021
- [DR16] ECSS-Q-ST-30C version : C Rev.1 Dependability
- [DR17] ECSS-Q-ST-30-02 version C Failures modes, effects (and criticality) analysis
- [DR18] Note de synthèse des coefficients de sécurité multi-filières pour les analyses et essais mécaniques rigides et souples BL-NT-00-13932-CN, V1, 7 juin 2022

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 13/64</p>
---	--	--

### 3. ASSURANCE PRODUIT

#### 3.1. ORGANISATION

<b>EX.3A</b>	<p>Dans son organisation, le Contractant/Fournisseur désigne un Responsable Assurance Produit (RAP) qui est chargé de planifier et mettre en œuvre le programme Assurance Produit.</p>
--------------	--

*Remarque* : cette fonction "Responsable Assurance Produit" peut être cumulée avec d'autres fonctions, et s'assurer, si nécessaire, de l'appui d'experts Qualité (SDF, composants EEE, ...)

#### 3.2. FORMATION ET QUALIFICATION DU PERSONNEL

<b>EX.3B</b>	<p>Le RAP du contractant/fournisseur identifie les besoins en formation et qualification du personnel impliqué dans les activités susceptibles d'affecter la qualité.</p> <p>Les enregistrements des actions de formation/qualification doivent être disponibles dans le cadre d'audit effectué par le client CNES.</p>
--------------	---

#### 3.3. DROIT D'ACCES

<b>EX.3C</b>	<p>Le client CNES a le droit d'accès aux locaux du contractant/fournisseur pour participer à / ou réaliser des audits, des points d'inspection, des revues.</p>
--------------	---


<b>EX.3D</b>	<p>Le client CNES a accès à la documentation utilisée par le contractant/fournisseur. Les documents livrables ou uniquement consultables sont à distinguer et à justifier.</p>
--------------	--

#### 3.4. AUDITS

Le contractant/fournisseur peut procéder :

- à des audits de ses propres prestations afin de vérifier la mise en œuvre et l'efficacité des dispositions de son programme AP,
- à des audits exceptionnels dans le cas de défaillances ou de problèmes de mauvaise qualité,
- à des audits de ses propres fournisseurs. Le CNES est alors être informé de ce type d'audit et peut participer en tant qu'observateur.

<b>EX.3E</b>	<p>En cas de dysfonctionnements graves et persistants, le CNES peut procéder à des audits du contractant / fournisseur. Ces audits font l'objet d'un préavis d'un mois.</p>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 14/64</p>
---	--	--

### 3.5. PLAN AP ET MATRICE DE CONFORMITE

<b>EX.3F</b>	<p>Le contractant/fournisseur prépare un Plan AP (*) applicable à ses activités, répondant aux exigences de cette spécification, qui est livré au CNES pour acceptation avant mise en œuvre</p> <p>Le Plan AP comprend une "Matrice de Conformité" indiquant le degré de conformité du Plan à chaque exigence du client (Conforme, Partiellement Conforme, Non Conforme)</p>
--------------	--

(\*) : En fonction de la nature et de l'importance de ses prestations, le contractant/fournisseur peut proposer au CNES de limiter sa réponse à l'établissement d'une Matrice de Conformité. Cette matrice doit être suffisamment argumentée et est soumise à l'acceptation du CNES.

Le Plan Assurance Produit est disjoint d'un possible Plan de management ou du Plan de développement.

Une trame de plan Assurance Produit est disponible [DR11].

### 3.6. MAITRISE DES RISQUES

<b>EX.3G</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit mettre en place une démarche de maîtrise des risques, telle que décrite ci-après, pour tous les produits et prestations associées dont il a la charge.</p> <p>Un état d'avancement des risques et des actions associées est présenté au client CNES lors des réunions d'avancement et/ou lors de Points Clé / Revue.</p>
--------------	---


Cette démarche (voir DR9), qui s'applique à toutes les phases de vie du produit objet du contrat, consiste :

- à identifier les risques techniques, programmatiques et d'exploitation (incertitudes sur : les données de conception et d'interfaces, la SDF, la sécurité, des nouveaux produits, des nouveaux procédés, les fournisseurs, les approvisionnements, le calendrier, les ressources, ...),
- à évaluer leur degré de criticité vis-à-vis des objectifs techniques spécifiés,
- à définir des actions en réduction de risque,
- à s'assurer que les actions en réduction de risque sont effectivement appliquées et pertinentes.

### 3.7. SYSTEME DE GESTION DES ANOMALIES

#### 3.7.1. DEFINITIONS

- *Anomalie* = tout écart par rapport à une situation attendue
- *Anomalie Majeure* = anomalies qui peuvent avoir un impact sur les exigences du client dans les cas et périmètres suivants :
  - Sécurité et sauvegarde,
  - Exigences opérationnelles fonctionnelles et techniques,
  - Fiabilité, disponibilité et maintenance,
  - Durée de vie,
  - Interchangeabilité fonctionnelle ou opérationnelle,

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 15/64</p>
---	--	--

- Interface avec le matériel ou le logiciel,
- Modification ou déviation concernant les tests de qualification ou de recette,
- Équipements, sous -équipements proposés au rebut.
- *Anomalie mineure* = Anomalie non majeure
- *Action corrective* = Action permettant de corriger l'anomalie et de poursuivre l'activité (vocabulaire proposé par l'ISO9001 : *correctif* devient *curatif*)
- *Action préventive* = Action permettant d'éviter que l'anomalie ne se reproduise (vocabulaire proposé par l'ISO9001 : *préventif* devient *correctif*)
- *Demande de dérogation* : demande justifiée de ne pas répondre à une exigence technique ou qualité sur le produit réalisé.

Les documents [DR3] et [DR4] servent de référence pour la gestion des anomalies. L'usage dans la sous-direction Ballons est de parler d'incidents pour les anomalies. Ainsi l'acronyme FI désigne une Fiche d'Incident pour les fiches permettant de gérer les anomalies.

### 3.7.2. PROCEDURE DE GESTION


<b>EX.3H</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit mettre en œuvre un système de gestion des anomalies, applicable dès les premières phases de réalisation, et doit obligatoirement comprendre les étapes décrites ci-après.</p> <p>Ce système de gestion doit définir clairement les responsabilités et les autorités impliquées dans le processus de traitement des anomalies.</p>
--------------	--

Ce système doit comprendre les étapes suivantes :

- a - Etablissement du constat et détermination des actions immédiates (arrêt de l'activité en cours, isolement de l'élément concerné, ...),
- b - Enregistrement sur une fiche dédiée (Fiche d'anomalie) de l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension et au traitement de l'anomalie,
- c - Evaluation de la gravité des conséquences effectives et potentielles, de leur niveau de gravité et classement de l'anomalie "Majeure" ou "Mineure",
- d - Identification des causes de l'anomalie,
- e - Détermination des actions permettant d'étayer la décision (essai complémentaire, calcul, ...),
- f - Détermination d'actions correctives et préventives,
- g - Décision ("laisser en l'état", "dérogation", "réparation/correction", "rebut"),
- h - Suivi de l'exécution effective des actions et décisions.
- i - Suivi du statut ("ouvert"/"clos") des anomalies

### 3.7.3. INFORMATION DU CLIENT CNES

<b>EX.3I</b>	<p>Toute anomalie Majeure est soumise au CNES dans les meilleurs délais (moins de 48 heures). En fonction des difficultés rencontrées dans le traitement de l'anomalie, le CNES peut demander au contractant/fournisseur une réunion formelle destinée à dégager des actions et à proposer des décisions.</p>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 16/64</p>
---	--	--

<b>EX.3J</b>	Pour toute anomalie Majeure et demande de Dérogation, l'analyse et le traitement sont soumis à l'acceptation formelle du CNES.
--------------	--

NB : en cas d'anomalie Majeure, les actions intrusives sur le matériel (exemple : ouverture d'un boîtier électronique, mouvement de vis avec post-traitement nécessaire,...) sont à proscrire avant toute décision prise conjointement avec le CNES. La réparation d'une anomalie Majeure doit être discutée avec le CNES.

<b>EX.3K</b>	Les anomalies mineures sont disponibles pour examen par le CNES qui se réserve le droit de les reclasser majeures.
--------------	--

En accord avec le contractant/fournisseur, les anomalies (mineures et majeures) doivent être passées en revue régulièrement avec le CNES lors de commissions type CTI (Commissions de Traitements des Incidents).

### 3.8. COMPTES-RENDUS SUR L'ETAT D'AVANCEMENT DE L'ASSURANCE PRODUIT

<b>EX.3L</b>	A l'occasion des réunions d'avancement des projets ou affaires, le RAP du contractant/fournisseur présente l'état et l'avancement de ses activités : points clé de réalisation effectués et conclusions associées, état du traitement des risques et des points critiques, état des anomalies, difficultés rencontrées, état des actions, ...
--------------	---

### 3.9. TRAÇABILITE

<b>EX.3M</b>	Le contractant/fournisseur doit mettre en œuvre un système de traçabilité permettant l'identification et le suivi des données relatives aux constituants des fonctions critiques (voir §5) et aux produits durant les phases d'approvisionnement, de fabrication, d'essais, d'AIT et de maintenance.
--------------	--

On utilise les méthodes d'identification suivantes :

- Dates codes indiquant la date de fabrication, pour l'identification des éléments fabriqués selon un processus continu ou sujet à dégradation dans le temps,
- Numéros de lot, pour l'identification des éléments fabriqués par groupes homogènes et dans des conditions uniformes,
- Numéros de série, pour l'identification d'éléments individuels nécessitant la gestion de données spécifiques.

Les numéros d'identification sont inscrits dans la documentation.


### 3.10. GESTION DE LA CONFIGURATION ET DE LA DOCUMENTATION

#### 3.10.1. CONFIGURATION

La gestion de la configuration comprend la gestion de la description technique des produits appelée référentiel de configuration (spécifications, documents de définition et d'interface, certains documents de fabrication/réalisation) et la gestion de leurs modifications.

Cette gestion de la configuration démarre dès que la définition du produit est considérée comme figée par les deux parties (le client CNES et le contractant/fournisseur).



	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 17/64</p>
---	--	--

<b>EX.3N</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit mettre en œuvre un système de gestion de la configuration qui inclut notamment une procédure d'établissement du référentiel de configuration et de traitement des modifications associées.</p>
--------------	---

<b>EX.3O</b>	<p>Toute modification est soumise au CNES.</p> <p>Le RAP du contractant/fournisseur s'assure que la configuration figée de ses produits est identifiée, gérée et maîtrisée ; il garantira notamment que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La <b>configuration applicable</b> est définie avant un lancement en fabrication ; la documentation relative à la configuration applicable est correctement définie, identifiée et mise à jour de façon à refléter les modifications approuvées et les déviations accordées,</li> <li>• La documentation relative à la <b>configuration appliquée</b> est correctement définie, identifiée et mise à jour de façon à refléter les dérogations accordées et les anomalies clôturées.</li> </ul> <p>Les éléments livrés/à livrer sont conformes à la documentation relative à la configuration appliquée.</p>
--------------	--

### 3.10.2. DOCUMENTATION

<b>EX.3P</b>	<p>Le contractant/fournisseur présente son système de gestion de la documentation.</p> <p>Ce système doit comprendre notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- le mode d'identification,</li> <li>- la procédure d'évolution et de mise à jour,</li> <li>- les autorités d'approbation,</li> <li>- les conditions de validation,</li> <li>- les enregistrements,</li> <li>- la diffusion.</li> </ul> <p>Le CNES peut imposer un support et un format d'échange des documents.</p>
--------------	--

Le contractant/fournisseur liste les documents livrables et/ou consultables dans le plan de développement ou dans le Plan Assurance Produit. Les jalons de mise à jour des documents gérés en configuration sont indiqués.

## 4. PROGRAMME ASSURANCE QUALITE

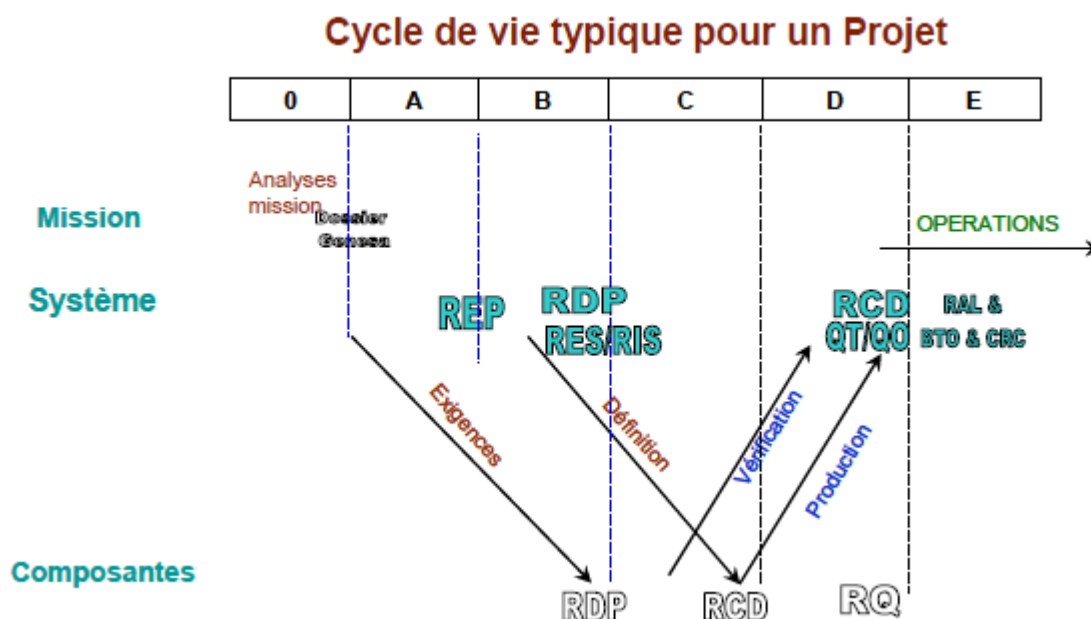
### 4.1. EXIGENCES GENERALES

Les activités d'Assurance Qualité concernent l'ensemble des phases de vie des produits :

- Vérification et justification de la conception et de la définition,
- Approvisionnement,
- Fabrication et Intégration,
- Essais, Qualification,
- Recette et livraison,
- Maintenance.

Ces activités sont décrites dans les paragraphes suivants et présentées dans le document [DR4].


Le cycle de développement est un cycle en V : c'est le schéma usuel, hormis pour les développements logiciels qui peuvent avoir un développement AGILE.



### 4.2. VERIFICATION ET JUSTIFICATION DE LA CONCEPTION ET DE LA DEFINITION

#### 4.2.1. GENERALITES

<b>EX.4A</b>	<p>Le RAP du contractant/fournisseur mène les actions permettant de garantir que les activités de conception et vérification décrites dans le Plan de Développement (ou à défaut une description de la politique des modèles prévus) sont effectuées correctement.</p> <p>L'application de ces règles est démontrée lors des jalons spécifiés par le client CNES.</p>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 19/64</p>
---	--	--

<p><b>EX.4B</b></p>	<p>Le RAP du contractant fournisseur doit s'assurer que les activités ci-dessous sont réalisées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidation des exigences techniques,</li> <li>• Identification et gestion des risques (voir §3.6),</li> <li>• Identification des éléments critiques (voir §6 et §7),</li> <li>• Activités particulières relatives à ces éléments : évaluation, qualification ....,</li> <li>• Validation du processus de vérification et de validation.</li> </ul>
---------------------	--

Il est notamment vérifié que :


- les exigences pour la conception, en lien avec les exigences pour l'exploitation, sont cohérentes, spécifiées, clairement exprimées et planifiées,
- la conception du fournisseur remplit les spécifications du client et les exigences non couvertes ou incomplètement couvertes à un instant donné sont gérées,
- les risques techniques sont identifiés et des dispositions sont prises pour les réduire,
- les éléments critiques (produit, technologie, ...) nécessitant des activités particulières d'évaluation/qualification sont identifiés en temps utile,
- Le processus de vérification et de qualification est adéquat.

A cette fin, les drafts du plan de développement et des exigences techniques et opérationnelles élaborés par le projet sont soumis au RAP contractant/fournisseur pour commentaires.

Le RAP contractant/fournisseur participe au processus de vérification de la conception au travers des revues, internes fournisseur et avec le CNES.

<p><b>EX.4C</b></p>	<p>Les documents DA1 et DA2 qui contiennent les exigences sauvegarde définies par le CNES sont applicables.</p>
---------------------	---

Selon le niveau du projet, les exigences de niveau Sauvegarde peuvent s'appliquer ou pas au contractant/fournisseur. Cela est défini en début de projet dans le CCTP.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 20/64</p>
---	--	--

## 4.2.2. PROCESSUS DE VERIFICATION ET QUALIFICATION

### 4.2.2.1. VERIFICATION

Le contractant/fournisseur vérifie le respect des exigences techniques et opérationnelles exprimées dans la Spécification Technique de Besoin du client CNES.

<b>EX.4D</b>	<p>Le contractant/fournisseur établit un document de type "Matrice de Vérification".</p> <p>Cette "Matrice de Vérification" comprend, pour chaque exigence de la STB, la méthode de démonstration retenue (essai, modélisation, calcul, analyse, ...).</p> <p>La Matrice est complétée au fur et à mesure de l'avancement des travaux et indique la référence des documents attestant de la conformité aux exigences (rapport d'essais, note de calcul, ...).</p>
--------------	---

### 4.2.2.2. QUALIFICATION

<b>EX.4E</b>	<p>Le contractant/fournisseur établit et soumet au CNES, pour acceptation, un Plan de Qualification listant les essais qu'il compte effectuer.</p> <p>Le Plan contient la référence des procédures d'essais détaillées, qui définissent notamment les critères de réussite.</p>
--------------	---

Le Plan de Qualification doit couvrir toutes les exigences fonctionnelles et d'environnement.

<b>EX.4F</b>	<p>Les essais de qualification doivent permettre de vérifier la tenue des exigences d'environnement spécifiées (thermique, basse pression, ESD/EMC, radiations, chocs) pour chaque type d'équipement produit.</p>
--------------	---

<b>EX.4G</b>	<p>Les essais de qualification sont réalisés sur un modèle conforme au Dossier de Définition géré en configuration.</p>
--------------	---


<b>EX.4H</b>	<p>Les modèles de vol sont issus du même processus de fabrication que les modèles de qualification (matériaux, procédé, atelier, société, qualification du personnel).</p>
--------------	--

Dans le cas d'un changement de fabricant, moyens de production, ... entre les modèles de qualification et les modèles de vol, une nouvelle qualification est requise.

Le RAP doit vérifier que les essais se déroulent conformément au Plan et aux procédures.

<b>EX.4I</b>	<p>Le contractant/fournisseur livre au CNES un rapport des essais de qualification.</p>
--------------	---

<b>EX.4J</b>	<p>Pour les produits "sur étagère" non développés spécifiquement pour les besoins du projet/affaire, une évaluation de leur capacité à satisfaire le besoin doit être effectuée.</p> <p>En particulier, chaque type de produit sur étagère doit être qualifié dans les conditions</p>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 21/64</p>
---	--	--

	d'environnement spécifiées pour le projet/affaire.
--	--

Conduite des essais : voir § 4.5

#### 4.2.3. MODIFICATIONS DE LA DEFINITION

Les modifications et non-conformités survenant après les essais de qualification font l'objet d'une analyse afin de juger de leur impact sur la qualification.

<b>EX.4K</b>	Toute modification de la définition après qualification doit être identifiée, documentée et analysée, puis soumise à l'acceptation du CNES (voir § 3.10.1).
--------------	---

#### 4.3. APPROVISIONNEMENT

Le terme approvisionnement couvre l'acquisition de produits et de services.


##### 4.3.1. SELECTION DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT

<b>EX.4L</b>	<p>Le contractant/fournisseur évalue les compétences de ses propres fournisseurs, dans le cadre du contrat avec le CNES.</p> <p>La capacité éprouvée et continue à fournir des produits du niveau de qualité demandé est le critère déterminant dans le choix.</p> <p>En cas d'incertitude sur les capacités d'un fournisseur, le contractant/fournisseur doit envisager :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un audit préventif</li> <li>- des essais d'évaluation/caractérisation du produit</li> </ul> <p>Le RAP du contractant/fournisseur participe à la sélection des sources d'approvisionnement.</p>
--------------	--

##### 4.3.2. DOCUMENTS D'APPROVISIONNEMENT

<b>EX.4M</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit rédiger des documents d'approvisionnement</p> <p>Ces documents doivent comporter les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un descriptif technique des produits ou services à fournir,</li> <li>- le détail des exigences applicables (marquage, conditionnement, documentation d'accompagnement, etc.),</li> <li>- les exigences d'assurance qualité à assurer (type d'inspection, enregistrements, comptes rendus, ...).</li> <li>- une analyse de la pérennité des produits/composants approvisionnés</li> </ul>
--------------	--

Le RAP du contractant/fournisseur examine et vérifie ces documents avant leur publication.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 22/64</p>
---	--	--

Le type et le degré de surveillance des sources d'approvisionnement sont à adapter en fonction de la nature de la fourniture : audits, revues (par exemple, Revue d'aptitude à la fabrication), inspection 1<sup>er</sup> article, points d'inspection obligatoire, ...

#### 4.3.3. DROIT A L'EXPORT

Dès le démarrage du projet, l'industriel doit vérifier que le produit final, mais aussi les composants, les équipements et les logiciels ne sont soumis à aucune licence d'exportation, c'est-à-dire libres de droits à l'exportation. Le document DR1 précise les cas où les composants, les équipements et les logiciels nécessitent une ou plusieurs licences.

<b>EX.4N</b>	L'industriel doit vérifier que les composants, les équipements et les logiciels sont libres de droits à l'exportation. Un certificat export sera fourni avec le produit.
--------------	--

#### 4.3.4. CONTROLE A LA RECEPTION

<b>EX.4O</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit s'assurer que toutes les fournitures livrées, y compris la documentation et les emballages, sont conformes aux exigences des documents d'approvisionnement.</p> <p>Des contrôles doivent être effectués suivant les procédures et instructions établies, afin de garantir que le niveau de qualité spécifié est respecté.</p> <p>Des enregistrements de contrôle à la réception sont rédigés de façon à garantir la traçabilité et la disponibilité de l'historique des données, et pour surveiller les évolutions de tendances des performances et de la qualité du fournisseur.</p>
--------------	--

Les activités de contrôle à la réception peuvent comprendre :


- la vérification du conditionnement et de l'état des capteurs d'environnement,
- le contrôle visuel des éléments livrés et la vérification de leur intégrité,
- la vérification de l'identification correcte,
- la constatation des contrôles et des essais exécutés par le fournisseur et la vérification de la documentation associée,
- l'identification de la durée de conservation des éléments à durée de vie limitée

Les exigences spécifiques d'approvisionnement des composants EEE, des matériaux et des composants mécaniques sont explicitées aux paragraphes 6 et 7.

### 4.4. FABRICATION ET INTEGRATION

#### 4.4.1. PLANIFICATION ET CONTROLE DES ACTIVITES

<b>EX.4P</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit planifier ses activités de Fabrication et Intégration Cette planification sera explicitée notamment pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'enchaînement des opérations,</li> <li>- les contrôles et les essais appliqués au produit,</li> </ul>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 23/64</p>
---	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- les Points d'Inspection Obligatoires,</li> <li>- les procédures à utiliser pour les différentes activités,</li> <li>- les fiches suiveuses traçant l'exécution effective des opérations.</li> </ul>
--	--

L'Assurance Qualité du contractant/fournisseur vérifiera la complétude des documents de fabrication et intégration.

#### 4.4.2. POINT CLE D'APTITUDE A LA FABRICATION

<p><b>EX.4Q</b></p>	<p>Avant tout lancement de fabrication d'un premier produit opérationnel ou redémarrage d'une production, le client CNES demande au contractant/fournisseur d'organiser un Point Clé d'Aptitude à la Fabrication, tel que définit ci-après.</p> <p>Le client CNES est invité à ce Point Clé.</p>
---------------------	--

Ce Point Clé doit permettre d'évaluer :

- l'état de la définition du produit et des exigences,
- l'état de la documentation de fabrication, d'assemblage, de contrôle et d'essai,
- l'état de validation des procédés de fabrication, notamment des procédés critiques,
- la transcription, dans les procédures de fabrication, d'assemblage, d'intégration, de contrôle et d'essai,
  - des dispositions adaptées de réduction des risques définies suite à l'évaluation des risques,
- la disponibilité des équipements de production, de mesure et de contrôle requis et l'état des étalonnages,
- la conformité des installations aux niveaux d'environnement (température, propreté, ...).


#### 4.4.3. MAITRISE DES PROCEDES

<p><b>EX.4R</b></p>	<p>Les Procédés de fabrication et d'intégration doivent être documentés (identifiés par une spécification et/ou une procédure) et le personnel chargé de l'exécution des procédés est formé et qualifié.</p>
---------------------	--

Les matériaux, équipements, logiciels et procédures nécessaires à l'exécution des procédés sont validés et contrôlés. Voir par ailleurs le paragraphe §7.4.

#### 4.4.4. CONTROLE DES MATERIAUX ET DES COMPOSANTS

<p><b>EX.4S</b></p>	<p>Le contractant/fournisseur doit s'assurer que seuls les éléments conformes sont utilisés et que ceux déclarés non conformes sont retirés des ateliers et des magasins.</p> <p>Les éléments à durée de vie limitée doivent être identifiés et marqués sur le matériel ou l'emballage, avec notamment la date limite d'utilisation.</p>
---------------------	--

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 24/64</p>
---	--	--

	<p>Les éléments sensibles (*) doivent être traités de façon à éviter toute dégradation.</p>
--	---

(\*) On entend par éléments sensibles, tous les éléments ayant des exigences spécifiques de conditions de stockage, de manipulation, de conditionnement, etc .....

Voir par ailleurs les paragraphes §7.2 et §7.3

#### 4.4.5. CONTROLES DES MOYENS DE FABRICATION ET D'INTEGRATION

<p><b>EX.4T</b></p>	<p>Concernant les moyens (outillages) de Fabrication et d'Intégration, le contractant/fournisseur doit garantir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- leur identification et leur maintenance,</li> <li>- leur conformité dimensionnelle et leur fonctionnement correct,</li> <li>- leur précision (à vérifier périodiquement),</li> <li>- leur validité après application d'une modification,</li> <li>- leur préservation de toute détérioration.</li> </ul> <p>Les enregistrements relatifs au contrôle des outillages sont conservés.</p>
---------------------	--

Une attention particulière est portée aux outillages de fabrication assistée par ordinateur (validation, contrôle en utilisation, maîtrise de la configuration des logiciels, ...).

#### 4.4.6. CONTROLES

<p><b>EX.4U</b></p>	<p>Le contractant/fournisseur doit définir des Points d'Inspection (PI) durant les phases de fabrication et d'intégration. Avant le démarrage des activités, une liste des PI est fournie au client CNES, qui déterminera ceux auxquels il souhaite assister.</p>
---------------------	---

Principaux critères de détermination des PI :

- l'exécution de procédés critiques,
- lorsque à l'étape suivante de fabrication, un contrôle n'est plus possible (inaccessibilité, ...),
- l'historique des défaillances antérieures d'un élément impose le besoin d'un contrôle.


#### 4.4.7. ENREGISTREMENTS RELATIFS A LA FABRICATION ET A L'INTEGRATION

<p><b>EX.4V</b></p>	<p>Des enregistrements relatifs à la fabrication et à l'intégration (y compris les PI) doivent être constitués et tenus à jour, de façon à fournir toutes les données nécessaires à la traçabilité.</p>
---------------------	---

### 4.5. ESSAIS

L'applicabilité de ces exigences et les responsabilités associées sont à préciser à l'établissement du contrat.



	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 25/64</p>
---	--	--

#### 4.5.1. DOCUMENTATION

<b>EX.4W</b>	<p>Pour chaque essai de recette ou de qualification, le contractant/fournisseur établit les documents suivants (conformes aux contenus explicités ci-après) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan d'essais ou Cahier de recette/qualification, à soumettre au CNES pour acceptation,</li> <li>- Rapports d'essais, à livrer au CNES.</li> </ul> <p>Les Procédures et Rapports d'essais sont examinés et approuvés par le RAP du contractant / fournisseur.</p>
--------------	--

Les plans d'essais ou Cahier de recette/qualification contiennent :

- L'objet des essais et l'identification des exigences à vérifier,
- Le séquençement et l'enchaînement des activités,
- Les documents applicables, et la configuration du produit,
- Les moyens et ressources nécessaires,
- Les conditions d'enregistrement des données,
- Les critères de réussite / d'échec.

Les rapports d'essai contiennent :

- Les écarts entre la procédure de référence et la procédure effectivement appliquée,
- Les enregistrements des données d'essai et leur évaluation,
- La traçabilité des moyens et ressources,
- Les anomalies détectées,
- Le récapitulatif des résultats avec une conclusion précise.

#### 4.5.2. SURVEILLANCE DU DEROULEMENT DES ESSAIS

<b>EX.4X</b>	<p>Le RAP du contractant/fournisseur prend les dispositions nécessaires pour s'assurer que les procédures d'essai sont suivies et que tout écart est convenablement documenté et traité.</p>
--------------	--

Le RAP évalue la nécessité d'assister aux essais considérés les plus critiques en termes de risque pour le produit ou le personnel.


#### 4.5.3. REVUES DES ESSAIS

<b>EX.4Y</b>	<p>Le contractant/fournisseur organise des réunions formelles (BT et CRE) avant et après les principaux essais. Le RAP du contractant est impérativement représenté dans ces réunions.</p>
--------------	--

<b>EX.4Z</b>	<p>Le client CNES est invité aux BT et aux CRE.</p> <p>Les conclusions de la CRE sont clairement indiquées dans le compte rendu.</p>
--------------	--

Le Bilan Technique (BT) avant essai est destiné principalement à vérifier que :

- la configuration du produit à tester est clairement identifiée et tracée,

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 26/64</p>
---	--	--

- les anomalies ou dérogations issues des PI et pouvant avoir des conséquences sur la tenue de l'essai sont traitées et closes,
- la procédure d'essai est validée par les autorités responsables,
- les moyens d'essai sont disponibles et prêts à remplir les fonctions assignées,
- les responsabilités pour la réalisation et les contrôles de l'essai sont établies,

A l'issue du BT, la décision de démarrer ou pas l'essai est prononcée formellement.

La Commission de Revue des Essais (CRE) organisée après essai est destinée principalement à faire le point sur le déroulement des essais :

- écarts éventuels entre la procédure prévue et la procédure jouée,
- bilan des anomalies survenues (sur le produit, le moyen d'essai, la procédure),
- bilan des résultats (acceptabilité par rapport aux prévisions).

#### 4.6. METROLOGIE ET CALIBRATION

<b>EX.4AA</b>	<p>Le contractant/fournisseur vérifie, calibre et entretient les appareils de mesure suivant ses procédures internes.</p> <p>Le RAP du contractant/fournisseur s'assure de la correcte application de ces procédures. En particulier, il effectue périodiquement et par sondage des vérifications sur les matériels situés au point d'emploi, afin de s'assurer notamment de la validité des étalonnages et marquages de conformité.</p>
---------------	--

#### 4.7. MANUTENTION, STOCKAGE ET TRANSPORT


<b>EX.4AB</b>	<p>Le contractant/fournisseur définit et documente les mesures appropriées pour éviter toute détérioration des produits lors de leur manutention, leur emballage, leur stockage et leur transport.</p> <p>Le RAP du contractant/fournisseur s'assure que les dispositions adéquates sont prises.</p>
---------------	--

#### 4.8. RECETTE ET LIVRAISON

<b>EX.4AC</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit mettre en place un processus de recette pour l'ensemble des éléments livrables, afin de garantir que la conformité de ces éléments est évaluée et documentée de façon exhaustive.</p>
---------------	--

##### 4.8.1. DOCUMENTATION

<b>EX.4AD</b>	<p>Le contractant/fournisseur livre tout produit matériel avec un Registre de Contrôle Individuel (RCI), qui contient l'ensemble des documents et enregistrements nécessaires aux activités ultérieures du produit, et notamment (les résultats d'essais de recette, les certificats de Conformité des différents constituants, les fiches d'anomalie et demandes de dérogation approuvées, les demandes de modification approuvées) et éventuellement une Fiche Suiveuse.</p> <p>Si le produit contient une substance répondant aux critères énoncés dans la réglementation</p>
---------------	--

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 27/64</p>
---	--	--

	<p>REACH (article 57 et 59), les informations suffisantes dont le contractant/fournisseur dispose pour permettre l'utilisation du dit produit en toute sécurité et comprenant, au moins, le nom de la substance concernée doivent être fournies au CNES dans la documentation lors de la livraison, conformément à l'article 33.</p>
--	--

Cette documentation concernant le positionnement par rapport au règlement REACH peut prendre la forme d'un formulaire complet, au sens des exigences du §7 EX.7A, EX.7D et EX.7I ou, si non applicable, peut être une simple déclaration du contractant/fournisseur.

<b>EX.4AE</b>	<p>Pour les produits "standard" ne comportant aucune modification par rapport à une définition "catalogue", un Certificat de Conformité suivant la norme NFL 00-015 et un descriptif technique sont fournis.</p>
---------------	--

Pour les Logiciels, voir paragraphe §8.

#### 4.8.2. RECETTE DU PRODUIT

<b>EX.4AF</b>	<p>L'acceptation du produit est conditionnée par la réalisation d'une recette usine et/ou une recette site. Les RAP du contractant/fournisseur et du CNES sont présents.</p>
---------------	--

Cette réunion d'acceptation traite notamment les points suivants :

- Etat de la configuration - RCI - Actions ouvertes - Manuel Utilisateur (ou procédure),
- Résultats d'inspection du matériel - Précautions particulières et recommandations diverses.

Le transfert de propriété du produit est conditionné par son acceptation par le client CNES lors de la recette finale.


#### 4.8.3. LIVRAISON

<b>EX.4AG</b>	<p>Le contractant/fournisseur doit prendre toutes les mesures permettant de garantir la protection des produits pendant la phase de transport.</p> <p>Il vérifie le bon marquage du produit et la présence de la documentation d'accompagnement (RCI, procédure de déballage, procédure de manutention, procédure de sécurité...).</p> <p>Le contractant/fournisseur doit également garantir que la préparation de la livraison des éléments et la livraison physique proprement dite sont effectuées de façon propre à éviter toute dégradation.</p>
---------------	---

#### 4.9. MAINTENANCE PREVENTIVE

<b>EX.4AH</b>	<p>Le contractant/fournisseur établit et fournit au CNES une Procédure de Maintenance. On trouvera a minima dans cette procédure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gammes de maintenance (liste des opérations à réaliser)</li> <li>• Fréquence/planification</li> <li>• Modes opératoires</li> </ul>
---------------	--

Des précisions sont apportées pour le logiciel dans le paragraphe §8.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 28/64</p>
---	--	--

## 5. SURETE DE FONCTIONNEMENT (FIABILITE, DISPONIBILITE, MAINTENABILITE ET SECURITE)

### 5.1. GENERALITES

L'activité Sûreté de Fonctionnement a pour objectif la maîtrise des risques pouvant affecter :

- les performances attendues du produit,
- les personnes et l'environnement (aspect sécurité/sauvegarde).

<b>EX.5A</b>	<p>Les analyses de sûreté de fonctionnement sont mises à jour selon l'évolution du produit.</p> <p>Les livrables sont attendus à chaque jalon de développement.</p>
<b>EX.5B</b>	<p>Certaines fonctions réalisées par le produit devront être tolérantes à la simple défaillance face à un événement à conséquence catastrophique (perte de vie humaine).</p> <p>Ces fonctions dites critiques seront soit définies par le CNES au démarrage du contrat, soit proposées au CNES par le fournisseur suivant son niveau de responsabilité.</p>

Note 1 : Le terme "défaillance" correspond soit à une panne matérielle, soit à une erreur du logiciel ou de l'opérateur.

Note 2 : Les éléments structuraux, pour lesquels la redondance physique n'est pas possible ne peuvent donc pas être conforme à l'exigence EX.5B. Ces éléments seront fiabilisés par l'intégration de marges de sécurité, de coefficients de sécurité, par des niveaux de développement ou de test suffisants ou encore grâce à des propriétés particulières (règle de conception sûre). Ces mesures en fiabilisation seront décrites par le fournisseur.


Note 3 : Le niveau de criticité des logiciels sera précisés par le CNES au démarrage du contrat, ou bien identifiés par le fournisseur suivant son niveau de responsabilité. Les différents niveaux sont définis en introduction dans le chapitre 8 et une précision est associée aux exigences logicielles pour indiquer l'applicabilité en fonction du niveau de criticité.

### 5.2. REGLES DE CONCEPTION

<b>EX.5C</b>	<p>Pour respecter le critère de tolérance à la défaillance, les dispositifs (matériel, logiciel) implantés doivent être ségrégués électriquement, mécaniquement et thermiquement afin de maîtriser le risque de propagation de panne de l'un vers l'autre.</p>
<b>EX.5D</b>	<p>Les marges de conception sur les circuits électriques assurant les fonctions critiques sont à appliquer. Voir annexe 2.</p>

Ces marges sont des adaptations de l'ECSS : ECSS-Q-ST-30-11, elles sont détaillées en Annexe 2

Pour les équipements mécaniques, un document de référence (DR18) existe. D'autres documents seront référencés si besoin dans les CCTP correspondants. Les exigences correspondantes se trouveront dans le CCTP ou la STB du projet.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 29/64</p>
---	--	--

<b>EX.5E</b>	<p>Le fonctionnement correct des fonctions critiques doit être démontré dans les pires cas environnementaux (température, pression, humidité, chocs, ESD, EMC) et en considérant les dérives paramétriques (baisse de tension d'alimentation, vieillissement de composants, ..)</p>
--------------	---

D'autres règles de conception sont par ailleurs spécifiées dans la STB.

### 5.3. ANALYSES DE RISQUES

La démarche d'Analyse de Risques doit être initiée dès la phase de conception et permet principalement :

- de s'assurer que le concept retenu pour réaliser les fonctions critiques ne comprend pas de point de défaillance unique,
- de vérifier que les moyens nécessaires de détection de défaillance, passivation et reconfiguration sont implantés et sont efficaces, en particulier que le logiciel réagit correctement à une défaillance du matériel.
- d'évaluer la probabilité d'occurrence des défaillances.

<b>EX.5F</b>	<p>Pour les produits entrant dans la réalisation d'une fonction critique, le contractant/fournisseur met en œuvre une démarche d'identification, de classification et de maîtrise des risques de son produit, basée sur le processus décrit ci-après.</p>
--------------	---

L'analyse de risques est basée sur une analyse fonctionnelle et comprend les étapes suivantes :

- **Identification des défaillances conduisant :**
  - à la perte d'une fonction du produit,
  - à la dégradation d'une fonction (performances non tenues par exemple),
  - à un fonctionnement intempestif,
  - à un risque de propagation hors du produit (court-circuit, surtension, ...).
- **Evaluation des défaillances**

Les défaillances sont classées en fonction de la gravité des conséquences, lesquelles sont plus ou moins sévères suivant la fonction impactée ou le risque de propagation de panne.


Une estimation de la probabilité d'occurrence est réalisée.
- **Actions/Recommandations en réduction de risques**

Les actions appropriées sont définies et implantées pour maintenir les risques dans des limites acceptables.


Ces Actions/Recommandations peuvent porter sur l'élimination des causes de défaillance, sur la réduction de la probabilité d'occurrence ou sur la réduction des effets de défaillance.
- **Vérification de la réduction des risques**

Des vérifications sont effectuées pour garantir que les risques identifiés ont été éliminés ou réduits jusqu'à un niveau acceptable.

<b>EX.5G</b>	<p>Le contractant/fournisseur établit un document "Analyse de Sûreté de fonctionnement" synthétisant ses travaux. Ce document est soumis au client CNES dès la phase préliminaire de conception puis périodiquement en fonction de ses évolutions. Suivant le niveau de responsabilité du fournisseur, il peut s'agir d'une analyse de risques, d'une AMDEC, d'arbres de défaillances, complétés par une analyse de fiabilité.</p> <p>Le type et le format des analyses seront définis au démarrage du contrat.</p>
--------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 30/64</p>
---	--	--

Un point sur cette analyse, et plus particulièrement sur la prise en compte effective des actions et/ou recommandations en réduction des risques, est effectué à l'occasion des réunions d'avancement projet et/ou lors des Points Clé Revue.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 31/64</p>
---	--	--

## 6. ASSURANCE QUALITE COMPOSANTS EEE

### 6.1. GENERALITES

Ce chapitre présente les exigences pour l'utilisation et la mise en œuvre des composants EEE (Electriques, Electroniques, Electromécaniques).

Les exigences applicables aux composants des équipements bords à usage multiples sont explicités en tant que telles ; elles prennent en compte les contraintes particulières de ces équipements en phase de conception, en fabrication et en maintenance.

Dans les autres cas (produit à durée de vie courte ne nécessitant pas le choix de composant Haute Fiabilité), les exigences sont allégées compte tenue de la singularité des produits mis en vol par la sous-direction Ballon du CNES.

Les documents DR2, DR5 et DR6 précise les règles de conception pour les circuits intégrés et les règles de qualification de ces équipements.

Les documents DR12 et DR13 sont des guides pour une aide à la qualification des composants électroniques.

### 6.2. NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

<b>EX.6A</b>	Lors de la phase de conception, le contractant/fournisseur établit la nomenclature des composants EEE qu'il compte utiliser. Cette nomenclature est transmise au client CNES.
--------------	---

Cette nomenclature indique a minima les références fabricants (en particulier les numéros de lots et les numéros de série le cas échéant) et le statut par rapport aux règlements en vigueur, RoHS et REACH).

Cette liste doit être mise à jour au cours de l'évolution du projet.

Les composants sensibles aux radiations (MOS, C-MOS, ...) des équipements critiques spécifiquement développés seront choisis de préférence dans une liste de composants qualifiés pour l'environnement radiatif des aérostats ou des satellites. Sinon, une qualification par test ou par analyse sera réalisée.

### 6.3. APPROVISIONNEMENT DES COMPOSANTS

<b>EX.6B</b>	Les composants EEE ne doivent pas être utilisés en dehors de leurs spécifications (ex : gamme de température).
--------------	--


L'exigence EX.5D est également vérifiée.

<b>EX.6C</b>	Le contractant/fournisseur effectuera ses approvisionnements auprès d'un distributeur agréé par le fabricant.
--------------	---

Cette exigence permet de se prémunir des contrefaçons.

Il n'y a pas d'exigence particulière concernant les essais d'acceptation.

Le contractant/fournisseur tient à la disposition du client CNES les Certificats de Conformité source (du fabricant) des composants.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 32/64</p>
---	--	--

Les contrôles à réception doivent être faits selon l'exigence EX.4M (cf §4.3.4).

#### 6.4. ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS

Le contractant/fournisseur doit démontrer son savoir-faire pour le report des composants.

<b>EX.6D</b>	<p>Des rapports d'essais thermomécaniques (ou déverminage), compatibles des contraintes des missions Ballons montrant la qualification des procédés, devront être présentés au CNES pour acceptation.</p> <p>Dans la négative, des essais complémentaires pourront être demandés.</p>
--------------	---

Le report de composants englobe les aspects suivants ;

- le procédé de report, et la méthode de préparation des composants avant report,
- les règles de stockage et de manutention,
- les règles de conception des assemblages (aspect thermique, ...),
- le critère d'inspection visuelle,
- la protection éventuelle des assemblages.

Nota : les exigences et contrôle de procédés sont spécifiés paragraphe 7.

<b>EX.6E</b>	<p>Le CNES applique la directive RoHS dans les activités Ballons, et traitera par dérogation les matériels ou systèmes ne pouvant satisfaire à cette directive.</p>
--------------	---

<b>EX.6F</b>	<p>Les circuits imprimés sont nettoyés après brasage pour enlever les résidus de flux et autres sources de pollution.</p>
--------------	---

<b>EX.6G</b>	<p>Les circuits imprimés sont vernis avant intégration.</p>
--------------	---


#### 6.5. MAINTENANCE, MAINTENABILITE

<b>EX.6H</b>	<p>L'industriel en charge de la maintenance et de la production récurrente assure une veille de ses circuits d'approvisionnement afin de garantir l'approvisionnement des composants sur la durée de vie des équipements.</p> <p>Un bilan de criticité d'approvisionnement est fourni au CNES par le fournisseur à la demande.</p>
--------------	--

<b>EX.6I</b>	<p>Dans le cas des équipements à usage multiple, les connecteurs doivent conserver leur performance sur la durée de vie spécifiée de l'équipement.</p>
--------------	--

On entend par « usage multiple » les équipement utilisés sur plusieurs vols au cours de plusieurs années. Typiquement pour une durée de vie de 10 ans, le nombre de connexion est estimé à 500.




	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 33/64</p>
---	--	--

<p><b>EX.6J</b></p>	<p>La classe IP des connecteurs sera précisée dans le dossier de définition. Elle est définie en fonction de l'environnement de l'équipement durant son cycle de vie</p>
---------------------	--

Dans le choix des composants électroniques doivent être prises en compte leurs caractéristiques de fiabilité : ce niveau de fiabilité rentre en compte dans l'analyse de fiabilité listée en EX.5G.

<p><b>EX.6K</b></p>	<p>Les fusibles à fil sont prohibés sur les équipements bord.</p>
---------------------	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 34/64</p>
---	--	--

## 7. ASSURANCE QUALITE MATERIAUX, COMPOSANTS MECANQUES ET PROCEDES

### 7.1. RAPPEL DE DEFINITIONS

- **Matériau**  
Tout élément brut, semi-fini ou fini (gazeux, liquide ou solide) à partir duquel est entreprise une transformation en un élément fonctionnel du produit à réaliser.  
*Nota* : Les produits d'étanchéité, colles, résines, adhésifs divers entrent dans cette catégorie.
- **Composant mécanique**  
Ensemble de plusieurs composants ayant une fonction mécanique, optique, thermique ou électromécanique ne pouvant être désassemblé sans destruction irréversible de l'utilisation prévue.  
*Exemple* : Roulements, rotules
- **Procédé**  
Ensemble d'une ou plusieurs opérations liées pendant lesquels les constituants élémentaires du produit sont assemblés ou transformés.

### 7.2. CONTROLE DES MATERIAUX

Les documents de référence relatifs à cette partie sont les documents [DR7] et [DR8].


#### 7.2.1. LISTE DES MATERIAUX

<b>EX.7A</b>	<p>Lors de la phase de conception, le contractant/fournisseur établit la liste des matériaux qu'il envisage d'utiliser. Cette liste est transmise au client CNES, et comprend les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- désignation normalisée ou/et identification commerciale,</li> <li>- nature chimique,</li> <li>-Fiche de Données de Sécurité relative à la mise en œuvre du matériau,</li> <li>-statut vis-à-vis des règlements en vigueur, REACH et RoHS,</li> <li>- données d'approvisionnement (exigences vers le fournisseur, nom du fournisseur ou fabricant),</li> <li>- paramètres particuliers pour la mise en œuvre du matériau,</li> <li>- performances/caractéristiques significatives (tenue à l'environnement, compatibilités avec matériaux en interface, ...).</li> </ul> <p>La version définitive de la liste est figée avant le lancement des phases d'approvisionnement et de fabrication.</p>
--------------	---

Cette liste ou nomenclature, qui fait partie intégrante de la définition, est vérifiée par le RAP du contractant/fournisseur.

Un modèle de déclaration REACH est disponible auprès du CNES si besoin.

En cas d'évolution suite à maintenance ou suite à des réparations, il est nécessaire de fournir la liste des matériaux à jour (le CNES doit avoir en permanence des listes « As built »). Si l'évolution de cette liste induit une modification par rapport à la réglementation REACH, un nouveau statut doit être fourni.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 35/64</p>
---	--	--

### 7.2.2. SELECTION DES MATERIAUX

Les critères techniques de sélection à prendre en compte sont fonction essentiellement des conditions d'environnement de la mission spécifiées par le client CNES.

On privilégie l'utilisation de matériaux utilisés avec succès pour des applications similaires en termes de contraintes d'environnement.

<b>EX.7B</b>	Pour les matériaux dont la compatibilité avec les contraintes spécifiées n'est pas démontrée, le contractant/fournisseur doit entreprendre un programme de validation ou de qualification.
--------------	--

### 7.2.3. APPROVISIONNEMENT DES MATERIAUX

<b>EX.7C</b>	<p>Chaque matériau est régi par une spécification d'approvisionnement ou une norme (cf. remarque ci-après).</p> <p>Le RAP du contractant/fournisseur doit prévoir des contrôles en réception.</p> <p>Il veille par ailleurs à l'application des conditions de stockage spécifiées et au respect des dates de péremption marquées sur les matériaux.</p>
--------------	---


Cette spécification/norme définit notamment :

- les exigences techniques particulières ou supplémentaires par rapport à la STB,
- les conditions de livraison et la documentation associée (Certificat de Conformité, Certificat matière ...),
- des exigences d'identification (nature et contenu du marquage, ...),
- des exigences de traçabilité (numéros de lots...),
- des exigences relatives au stockage, sécurité, à la durée de vie ...
- les critères de succès associés aux essais de recette

## 7.3. CONTROLE DES COMPOSANTS MECANIQUES

### 7.3.1. LISTE DES COMPOSANTS MECANIQUES

<b>EX.7D</b>	<p>Lors de la phase de conception, le contractant/fournisseur établit la liste des composants mécaniques qu'il envisage d'utiliser. Cette liste est transmise au client CNES, et comprend les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- référence du composant, définition des matériaux le constituant et des traitements appliqués, nombre de pièces et fabricant,</li> <li>- référence de la spécification technique ou de la norme,</li> <li>- référence de la spécification d'approvisionnement.</li> <li>- performances/caractéristiques significatives (tenue à l'environnement, compatibilités avec les matériaux en interface, ...).</li> <li>- statut vis-à-vis des règlements en vigueur, REACH et RoHS,</li> </ul>
--------------	--

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 36/64</p>
---	--	--

	<p>La version définitive de la liste est figée avant le lancement des phases d'approvisionnement.</p>
--	---

Cette liste ou nomenclature, qui fait partie intégrante de la définition, est vérifiée par le RAP du contractant/fournisseur.

Un modèle de déclaration REACH est disponible auprès du CNES si besoin.

En cas d'évolution suite à maintenance ou suite à des réparations, il est nécessaire de fournir la liste des composants mécaniques à jour (le CNES doit avoir en permanence des listes « As built »). Si l'évolution de cette liste induit une modification par rapport à la réglementation REACH, un nouveau statut doit être fourni.

### 7.3.2. SELECTION DES COMPOSANTS MECANIQUES

Les critères techniques de sélection à prendre en compte sont fonction des conditions d'environnement de la mission et des performances spécifiées.

On privilégie la sélection de composants utilisés avec succès pour des applications similaires en termes de contraintes d'environnement et de contraintes d'utilisation.

<b>EX.7E</b>	<p>Pour les composants mécaniques non validés ou jugés critiques pour le fonctionnement du produit, le contractant/fournisseur doit entreprendre un programme de validation ou qualification.</p>
--------------	---

### 7.3.3. APPROVISIONNEMENT DES COMPOSANTS MECANIQUES

<b>EX.7F</b>	<p>Chaque composant mécanique est régi par une spécification d'approvisionnement ou une norme (cf. remarque ci-après).</p> <p>Le RAP du contractant/fournisseur doit prévoir des contrôles en réception.</p> <p>Il veille par ailleurs à l'application des conditions de stockage spécifiées et au respect des dates de péremption marquées sur les composants mécaniques.</p>
--------------	--

#### Remarque :


Cette spécification d'approvisionnement /norme définit notamment :

- les exigences techniques particulières ou supplémentaires par rapport à la STB,
  - les conditions de livraison et la documentation associée (Certificat de Conformité, Certificat matière ...),
  - des exigences d'identification (nature et contenu du marquage, ...),
  - des exigences de traçabilité (numéros de lots...),
- des exigences relatives au stockage, sécurité, à la durée de vie ...

### 7.4. CONTROLE DES PROCEDES

A titre indicatif, rappel des principaux groupes de procédés, tel que définis dans les normes ECSS-ST-Q-70:

Collage, fabrication de composites, application de peintures, nettoyages, soudure/brasure mécanique et électronique, traitement de surface, traitement thermique, marquages, ...

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 37/64</p>
---	--	--

<b>EX.7G</b>	<p>Le contrôle de la production et de la maintenance des équipements électroniques des fonctions critiques est effectué selon les cas en application des règles de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la norme IPC-A-610 classe 3 [DA7],</li> <li>- les normes IPC J-STD-001E-2010 [DA5] et IPC-9502 [DA6] en classe 3.</li> <li>- les normes IPC-A-600 classe 3 [DA3] et IPC-A-620 classe 3 [DA4]</li> </ul> <p>à l'exception des exigences non compatibles avec celles de la norme RoHS, ainsi que pour les conditions d'essais thermomécaniques qui sont particulières à Ballons et seront détaillées dans les CCTP spécifiques.</p>
--------------	---

<b>EX.7H</b>	<p>Un contrôle technologique par inspection visuelle sous grossissement x40, et par radiographie X en cas d'utilisation de boîtiers de type BGA, est effectué en fin de fabrication sur chaque circuit imprimé.</p> <p>Ce point-clé client est positionné avant l'étape de vernissage, client qui en sera prévenu.</p>
--------------	--

#### 7.4.1. LISTE DES PROCÉDES

<b>EX.7I</b>	<p>Le contractant/fournisseur établit la liste des procédés qu'il envisage d'utiliser.</p> <p>Avant toute application, cette liste qui comprend les indications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nom du procédé,</li> <li>- référence de la procédure,</li> <li>- nom de la société qui réalise le procédé (le contractant/fournisseur ou son sous-traitant),</li> <li>- criticité (*) du procédé,</li> <li>- état de validation,</li> <li>- statut vis-à-vis des règlements en vigueur, REACH et RoHS,</li> </ul> <p>est transmise au client CNES.</p>
--------------	---


(\*) L'évaluation de la criticité fait appel aux critères suivants :

- risque d'affectation des performances ou fonctions du produit en cas de défaut dans le procédé,
- impossibilité d'évaluer la qualité du procédé par simple examen du produit fini,
- problèmes rencontrés précédemment avec le procédé.

Cette liste est vérifiée par le RAP du contractant/fournisseur et validée avec le RAP CNES.


Un modèle de déclaration REACH est disponible auprès du CNES si besoin.

En cas d'évolution suite à maintenance ou suite à des réparations, il est nécessaire de fournir la liste des procédés à jour (le CNES doit avoir en permanence des listes « As built »). Si l'évolution de cette liste induit une modification par rapport à la réglementation REACH, un nouveau statut doit être fourni.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 38/64</p>
---	--	--

#### 7.4.2. VALIDATION DES PROCÉDES

<b>EX.7J</b>	Pour les procédés non validés, le contractant/fournisseur doit entreprendre des travaux d'évaluation/qualification avant toute utilisation de ce procédé dans la réalisation de produits de vol.
<b>EX.7K</b>	Le RAP du contractant/fournisseur surveille les travaux de validation des procédés. Il s'assure de la tenue des Points d'Inspection Obligatoire, tels que définis au § 4.4.6.
<b>EX.7L</b>	Tout arrêt prolongé de fabrication, toute modification importante des moyens et des procédures utilisés, ou tout transfert de production vers une autre entité peut invalider partiellement ou totalement la validation initiale d'un procédé. Le procédé doit faire l'objet d'une revalidation.
<b>EX.7M</b>	Chaque opérateur doit être entraîné et qualifié pour tous les procédés qu'il réalise. Les enregistrements associés doivent être consultables.
<b>EX.7N</b>	Chaque contrôleur doit être formé et qualifié pour tous les procédés qu'il contrôle. Les enregistrements associés doivent être consultables.

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 39/64</p>
---	--	--

## 8. ASSURANCE QUALITE LOGICIEL

Les exigences ci-dessous sont cohérentes des références [DR14] et [DR15], qui décrivent les exigences logicielles synthétiques.

### 8.1. IDENTIFICATION DES LOGICIELS A DEVELOPPEMENT CRITIQUE

Le niveau de criticité d'un logiciel s'appuie sur les document de référence [DR16] ECSS-Q-ST-30C et [DR17] ECSS-Q-ST-30-02C qui définissent 4 niveaux A, B, C et D auquel s'ajoute un dernier niveau NOS pour les logiciels non opérationnels.


Ces niveaux de criticité se basent sur la sévérité des conséquences qu'une panne de logiciel pourrait occasionner.

Dans le cadre des développements Ballon, seuls les niveaux B, C, D et NOS sont traités, la catégorie A étant réservée aux logiciels dont la défaillance peut amener à un événement catastrophique (elle reste ici mentionnée pour information).

Niveau de criticité	Sévérité	Définition
<b>A</b>	Catastrophique	Logiciel dont la panne peut occasionner des blessures sérieuses voire la perte de vies humaines, la perte d'un système de vol habité, la destruction d'infrastructures de lancement, la perte d'un système et de graves problèmes environnementaux.
<b>B</b>	Critique	Logiciel dont la panne peut occasionner la perte d'une mission sans menace pour la vie, des dégâts majeurs sur l'environnement, des biens publics ou privés, des dégâts majeurs aux systèmes de vol et d'interface et des dégâts majeurs sur les infrastructures au sol.
<b>C</b>	Majeure	Logiciel dont la panne peut occasionner une dégradation majeure de la mission.
<b>D</b>	Mineure ou négligeable	Logiciel dont la panne peut occasionner une dégradation mineure de la mission voire d'autres effets mineurs ou négligeables.
<b>NOS</b>	Négligeable	Le logiciel n'est pas utilisé dans un contexte opérationnel et n'implique par la même aucune conséquence grave.

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 critique du 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

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 40/64</p>
---	--	--

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, si dernier ne présente aucun mode de défaillance qui puisse contribuer à un événement catastrophique, il ne doit 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,
  - la logique de vote ou de basculement doit être identifiée comme logiciel à développement critique si cette logique est assurée par un logiciel.
- 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 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.

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

<b>EX.8A</b>	Les analyses SdF doivent 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 sur l'architecture du système complet	B,C,D
--------------	---	-------

Remarque : L'analyse SDF est requise pour les systèmes mettant en œuvre des fonctions critiques de sauvegarde.


<b>EX.8B</b>	La défaillance d'un logiciel non critique ne doit pas provoquer la défaillance d'un logiciel à développement critique.	B,C,D
--------------	--	-------

## 8.2. ANALYSE DE SURETE DE FONCTIONNEMENT ET DE SECURITE DE NIVEAU LOGICIEL

A partir des résultats des analyses de niveau système, le fournisseur peut réaliser une analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel afin de déterminer la criticité de chaque composant logiciel.

Cette analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel n'est pas obligatoire.



	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 41/64</p>
---	--	--

Dans le cas où cette analyse n'est pas réalisée, le fournisseur considère que tous les composants logiciels appartiennent à la même classe de criticité, en accord avec celle du produit logiciel, issue des analyses de niveau système.

Les exigences de cette partie ne sont applicables que si le fournisseur décide de réaliser une analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel afin de déterminer la criticité de chaque composant.

<b>EX.8C</b>	Le fournisseur doit identifier et décrire les méthodes et les techniques d'analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel qu'il souhaite utiliser.	B,C,D
--------------	---	-------

<b>EX.8D</b>	Les méthodes et les techniques d'analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel proposées par le fournisseur sont soumises à l'acceptation du CNES.	B,C,D
--------------	--	-------

<b>EX.8E</b>	Le fournisseur doit démontrer la non propagation de panne entre composants logiciel de criticité différente.	B,C,D
--------------	--	-------


Remarque : Application à tout logiciel qui s'interface avec un logiciel de niveau B, et ce, quel que soit son niveau de criticité (C ou D par exemple).

<b>EX.8F</b>	Le fournisseur doit mettre à jour l'analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel à chaque jalon afin de confirmer la criticité des composants logiciel.	B,C,D
--------------	--	-------

<b>EX.8G</b>	Le fournisseur doit fournir l'arbre de défaillance du logiciel, initié par les événements redoutés issus de l'analyse de sûreté de fonctionnement.	B
--------------	--	---

<b>EX.8H</b>	Les résultats de l'analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel sont soumis à l'acceptation du CNES.	B
--------------	---	---

<b>EX.8I</b>	Le fournisseur doit rendre compte de l'avancement de la mise en œuvre et de la vérification des recommandations issues de l'analyse de sûreté de fonctionnement et de sécurité de niveau logiciel.	B,C,D
--------------	--	-------

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 42/64</p>
---	--	--

### 8.3. EXIGENCES POUR LE DEVELOPPEMENT DES LOGICIELS

Les exigences de ce chapitre sont applicables aux logiciels à développement critique et non critique.

Il est à noter que dans le cadre des développements Ballons, la Spécification Technique du Logiciel est portée par la Spécification Technique de Besoin décrite par le CNES.

Ainsi, la Spécification Technique du Logiciel ne figure pas comme un livrable attendu par le CNES dans les exigences suivantes.

#### 8.3.1. ASSURANCE QUALITE DU LOGICIEL


<b>EX.8J</b>	<p>L'entité responsable du développement doit définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'organisation et les responsabilités de (ou des) l'équipe de développement,</li> <li>• La gestion des équipes et leur suivi,</li> <li>• La gestion des interfaces avec les autres entités et le CNES,</li> <li>• Le reporting auprès du CNES (minutes, rapports, rapports d'avancement, ...).</li> </ul>	B,C,D
--------------	--	-------

<b>EX.8K</b>	<p>Les dispositions prises en réponse aux exigences de ce paragraphe doivent être décrites au sein d'un plan de développement logiciel dont le contenu devra comprendre les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La stratégie de développement (Cycle en V, itératif, Agile, ...),</li> <li>• Les standards, techniques et méthodes d'ingénierie,</li> <li>• Les environnements de développements logiciels et de test,</li> <li>• La stratégie d'intégration,</li> <li>• La stratégie de test,</li> <li>• Les éventuelles hypothèses et contraintes,</li> <li>• Les Dépendances avec un autre fournisseur,</li> <li>• La stratégie de réutilisation de logiciels,</li> <li>• Le matériel et les moyens humains,</li> <li>• L'organisation et les responsabilités,</li> <li>• Le processus de suivi des activités et des actions,</li> <li>• La liste des livrables (Matériel, logiciel et documentation),</li> <li>• La liste des jalons</li> <li>• Le planning</li> </ul>	B,C,D
--------------	--	-------

<b>EX.8L</b>	<p>Le plan de développement du logiciel présente un chapitre relatif à l'assurance qualité logiciel.</p> <p>Remarque : s'il existe déjà un plan AP (voir § 3.5) et un plan de développement de plus haut niveau (niveau projet), les aspects relatifs au logiciel peuvent être intégrés à ces documents. Dans ce cas, il n'y a pas de plan spécifique au logiciel.</p>	B,C,D
--------------	--	-------

Remarque : s'il existe déjà un plan AP (voir § 3.5) et un plan de développement de plus haut niveau (niveau projet), les aspects relatifs au logiciel peuvent être intégrés à ces documents. Dans ce cas, il n'y a pas de plan spécifique au logiciel.

<b>EX.8M</b>	<p>Le plan de développement du logiciel doit être livré avant le début des activités qu'il décrit.</p>	B,C,D
--------------	--	-------

 <p>CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p>SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p>Page 43/64</p>
--	--	---

	Il sera soumis à l'acceptation du CNES.	
--	---	--

<b>EX.8N</b>	Des standards de modélisation doivent être définis et appliqués pour les outils de génération automatiques de code par l'entité responsable du développement.	C
--------------	---	---


Justification applicabilité : Pas de code automatique sur les logiciels de niveau B. Pas de standard demandé pour le niveau D.

<b>EX.8O</b>	Un bilan qualité doit être rédigé et mis à jour à chaque jalon.	B,C
--------------	---	-----

<b>EX.8P</b>	<p>Le bilan qualité doit être adapté aux phases de développement qu'il couvre et doit comprendre / présenter des aspects quantitatifs et qualitatifs.</p> <p>Le contrôle qualité du code doit être porté au plus tôt, au démarrage de la phase de codage, afin d'assurer la conformité et la fiabilité du code ainsi que l'application des plans (Plan Qualité, Plan de Développement, etc.)</p> <p>Ce rapport qualité peut intégrer les éléments suivant qui sont ensuite adaptés en fonction de la nature et la phase du projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Les résultats des mesures de complexité sur le code produit (métriques de code),</li> <li>· Le résultat de la vérification de l'application du standard de conception,</li> <li>· Le résultat de la vérification de l'application du standard de codage,</li> <li>· La couverture structurelle par les tests,</li> <li>· La couverture des exigences par validation ou vérification (inspection du code ou revue de conception),</li> <li>· Les marges de CPU,</li> <li>· Le pourcentage de mémoire alloué,</li> <li>· Les statuts des évolutions, anomalies et non-conformités au regard de la version du produit (résolution, criticité, limitations fonctionnelles, risques et dérogations/déviations associées),</li> <li>· La revue de la vérification et de la validation,</li> <li>· L'analyse de potentielles fuites mémoires dans le code,</li> <li>· L'état de l'analyse des risques,</li> <li>· Le statut de l'ensembles des actions projet et/ou des jalons/revues,</li> <li>· La conclusion sur la qualité du produit.</li> </ul>	B,C
--------------	---	-----

<b>EX.8Q</b>	<p>La traçabilité doit être documentée entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· spécification technique de besoin et éléments de conception (unité de compilation / fonction) pour le niveau B,</li> <li>· éléments de conception (fonction) et tests unitaires pour le niveau B,</li> <li>· spécification technique et tests de validation pour les niveaux B et C.</li> </ul>	B,C
--------------	---	-----

<b>EX.8R</b>	Les objectifs de qualité du code et de couverture des tests doivent être les mêmes pour le code généré automatiquement que pour le code manuel.	B,C
--------------	---	-----

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 44/64</p>
---	--	--

<b>EX.8S</b>	<p>L'environnement de production, les moyens et outils pour le contrôle qualité (contrôle statique) du code et des règles de codage doit être défini, son adéquation justifiée et il doit être mis en place avant le commencement du projet.</p> <p>Ces contrôles doivent être capables d'être intégrés dans le processus de codage afin que les violations soient corrigées par les développeurs.</p>	B,C
--------------	--	-----

Remarque : Le fournisseur peut s'appuyer sur une solution de type Usine Logicielle afin de déployer des outillages de contrôle et de monitoring de code (exemple : SonarQube) dans son processus de développement et d'intégration continue.

### 8.3.2. CYCLE DE DEVELOPPEMENT

<b>EX.8T</b>	<p>Le cycle de développement du logiciel doit être défini en tenant compte des caractéristiques techniques du logiciel et des contraintes de développement associées comme le choix des techniques employées et les risques inhérents au projet.</p>	B,C,D,NOS
--------------	--	-----------

<b>EX.8U</b>	<p>Après la phase d'analyse des besoins, le cycle de développement du logiciel doit comporter les phases suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· spécification,</li> <li>· conception,</li> <li>· codage - tests unitaires,</li> <li>· validation,</li> <li>· éventuellement recette.</li> </ul>	B,C,D
--------------	---	-------

Remarque : Les Tests Unitaires ne sont pas requis pour du niveau D.

<b>EX.8V</b>	<p>Dans le cas d'un cycle de développement itératif ou en spirale, les itérations doivent être décrites dans le plan de développement du logiciel selon les critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· objectifs,</li> <li>· activités prévues (qui peuvent reprendre tout ou partie des activités prévues dans les phases classiques du cycle de vie),</li> <li>· critères d'achèvement,</li> <li>· conditions de réalisation de l'itération.</li> </ul>	B,C,D
--------------	---	-------

#### Rappel :


Un cycle de développement itératif débute par la définition complète de la spécification technique du logiciel. À chaque version du logiciel, de nouvelles fonctionnalités sont mises en œuvre. On continue de la sorte jusqu'à ce que toutes les fonctionnalités demandées soient réalisées.

Chaque incrément peut utiliser un autre modèle (V, en cascade, etc.).

Dans un cycle de développement en spirale, le développement reprend les différentes étapes du cycle en V.

Par l'implémentation de versions successives, le cycle recommence en proposant un produit de plus en plus complet.

<b>EX.8W</b>	<p>Chaque phase doit se terminer par une réunion technique avec le CNES (jalon) pour examiner le travail effectué dans cette phase et le niveau de préparation de la phase</p>	B,C
--------------	--	-----

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 45/64</p>
---	--	--

	suivante.	
--	-----------	--

<b>EX.8X</b>	La documentation livrable lors des réunions techniques avec le CNES (jalon) doit être identifiée au sein du plan de développement.	B,C,D,NOS
--------------	--	-----------

### 8.3.3. SPECIFICATION TECHNIQUE DU LOGICIEL

<b>EX.8Y</b>	<p>Les activités de la phase de spécification doivent consister au minimum à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· identifier les besoins exprimés par le client à l'issue de son analyse de besoins puis les traduire en terme de fonctions à remplir par le logiciel, d'interfaces avec l'extérieur et entre elles,</li> <li>· analyser, en fonction des besoins à couvrir, les logiciels qui pourraient être réutilisés et évaluer les impacts de leur réutilisation sur le développement,</li> <li>· élaborer une version préliminaire du plan de validation.</li> </ul>	B,C,D
--------------	---	-------

<b>EX.8Z</b>	<p>Les activités de la phase de spécification doivent être complétées par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· des précisions sur les enchaînements de fonctions,</li> <li>· des précisions sur les contraintes (performances, priorités, encombrement mémoire).</li> </ul>	B,C
--------------	---	-----

<b>EX.8AA</b>	Les éléments en sortie de la phase de spécification doivent être documentés au sein d'une spécification technique de besoin.	B,C,D
---------------	--	-------


Remarque : A la charge du CNES en règle générale. Une phase de consolidation de la STB est réalisée entre le CNES et le fournisseur en phase amont.

<b>EX.8AB</b>	<p>Chaque exigence de la spécification technique de besoin doit être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Unitaire</li> <li>· Non ambiguë</li> <li>· Identifiée (au moyen d'un identificateur unique pour chaque exigence)</li> <li>· Vérifiable (par test ou analyse).</li> </ul>	B,C,D
---------------	--	-------


Remarque : A la charge du CNES en règle générale. Une phase de consolidation de la STB est réalisée entre le CNES et le fournisseur en phase amont.

<b>EX.8AC</b>	Dans le cas particulier d'un développement comprenant une IHM, la phase de spécification doit permettre d'élaborer une maquette de l'Interface Homme-Machine (le document [DR9] pourra servir d'entrée à la spécification))	C,D
---------------	---	-----

Justification de non applicabilité : Pas de développement d'une IHM sur un logiciel développé en niveau B.


	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 46/64</p>
---	--	--

<b>EX.8AD</b>	<p>Une analyse de l'interaction matériel / logiciel doit être réalisée et documentée de manière à spécifier le comportement du logiciel pour chaque mode de défaillance pertinent du matériel.</p>	B
---------------	--	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 47/64</p>
---	--	--

#### 8.3.4. CONCEPTION DU LOGICIEL

<b>EX.8AE</b>	<p>L'activité de conception doit consister au minimum à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· définir le découpage structurel de l'application en constituants logiciels puis à détailler chacun d'eux,</li> <li>· définir le flux de données et les interfaces.</li> </ul>	B,C,D
<b>EX.8AF</b>	<p>Les éléments en sortie de la phase de conception doivent être documentés au sein d'un dossier de conception du logiciel.</p>	B,C,D
<b>EX.8AG</b>	<p>L'activité de conception doit être complétée par des estimations relatives aux performances du logiciel (consommation mémoire, CPU, etc.).</p>	B,C
<b>EX.8AH</b>	<p>Les estimations relatives aux performances du logiciel doivent être documentées au sein d'un bilan de performance mis à jour tout au long du développement (estimations en phase de conception, puis mesures en phase de codage et de test).</p>	B,C
<b>EX.8AI</b>	<p>Le bilan de performance doit démontrer le respect des exigences de performance du logiciel.</p>	B,C
<b>EX.8AJ</b>	<p>La conception du logiciel doit faire apparaître dans des éléments de conception différenciés les fonctions que l'on souhaite réutiliser de façon à pouvoir les valider de manière indépendante.</p>	B,C,D
<b>EX.8AK</b>	<p>Un standard de conception doit être appliqué. Remarque : Ce standard peut être propre au fournisseur ou être issu du RNC.</p>	B,C
<b>EX.8AL</b>	<p>Le standard de conception doit être présenté au CNES au plus tard lors du jalon de spécification.</p>	B,C
<b>EX.8AM</b>	<p>La présence de code désactivé doit être justifiée.</p>	B,C

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 48/64</p>
---	--	--

### 8.3.5. PHASE DE CODAGE, TEST UNITAIRE ET D'INTEGRATION DU LOGICIEL

<b>EX.8AN</b>	Les constituants logiciels doivent être codés dans un langage de programmation évolué plutôt qu'en assembleur.	B,C
---------------	--	-----

Remarque : L'utilisation du langage assembleur devra être justifiée.

<b>EX.8AO</b>	Le même langage doit être utilisé pour la réalisation de l'ensemble du logiciel (à l'exception des scripts d'installation).	B
---------------	---	---

<b>EX.8AP</b>	Un standard de codage doit être appliqué.	B,C,D
---------------	---	-------

Remarque : Ce standard peut être propre au fournisseur ou être issu d'une taylorisation de ceux du RNC.

<b>EX.8AQ</b>	Le standard de codage doit être présenté au CNES au plus tard lors du jalon de conception.	B,C,D
---------------	--	-------

<b>EX.8AR</b>	<p>L'état de la dette technique et son évolution depuis le début du projet doit être mesurée :</p> <p>Pour le code produit en développement ou en maintenance, le ratio de dette technique doit être &lt; 5%</p> <p>Pour le code réutilisé, le ratio de dette technique introduit (sur le code modifié) doit être &lt; 5%</p>	B,C
---------------	---	-----

Remarque 1 : La solution SonarQube est acceptable

Remarque 2 : La dette technique est définie comme un effort de correction de toutes les violations / non-conformités logicielles telles que :

- Duplication de code
- Violation de règles de codage et bugs
- Commentaires insuffisants
- Couverture insuffisante par manque de tests
- Complexité trop importante du code

Remarque 3 : Par exemple, la définition de la dette technique donnée par "sonarsource" est la suivante : Il s'agit du ratio entre l'effort de correction du logiciel et l'effort pour le développer.

La formule de calcul de la dette technique est :

Effort de correction / Effort de développement

La formule peut-être redéfinie comme suit :


Effort de correction / (Effort pour développer 1 ligne de code \* Nombre de lignes de code)

Avec un effort de développement d'une ligne de code estimé à 0.06 jour.

Remarque 4 : Le fournisseur peut s'appuyer sur une solution de type Usine Logicielle afin de déployer des outillages de contrôle et de monitoring de code (exemple : SonarQube) dans son processus de développement et d'intégration continue. La dette technique est calculée au moyen de cette Usine Logicielle à l'aide des outils de contrôle.

<b>EX.8AS</b>	Les procédures et données de test doivent être tenues à jour pour chaque nouvelle version du logiciel et doivent inclure des tests de non-régression pour s'assurer que	B,C
---------------	---	-----



 <p>CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p>SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p>Page 49/64</p>
--	--	---

	<p>la nouvelle version fonctionne correctement.</p> <p>De même, le besoin de soumettre le logiciel à des tests de non-régression et des vérifications additionnelles doit être analysé après toute évolution matérielle de la plateforme ou toute évolution ou mise à jour des outils utilisés pour sa génération.</p>	
--	--	--

EX.8AT	<p>Pour les développements de code critiques (B), l'entité responsable du développement doit prendre en compte les contraintes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'architecture mise en place doit réduire le nombre de composants critiques,</li> <li>2. Les mesures pour assurer la sûreté et la sécurité des composants critiques doit être implémentée : FDIR, programmation défensive, couverture de code, suppression du code mort,</li> <li>3. L'exécution des tests unitaires TU, tests d'intégration TI et tests de validation TV doit être réalisée sur du code non instrumenté (cela implique implicitement que les tests doivent être joués deux fois)</li> <li>4. La suppression du code désactivé ou la démonstration qu'une activation accidentelle ne peut interférer avec les opérations du système,</li> <li>5. Pour le code configurable, l'entité responsable du développement doit tester le logiciel dans une configuration représentative et s'assurer qu'une configuration non voulue de peut pas être activée lors de l'exécution du code</li> </ol>	B
--------	---	---


EX.8AU	<p>Lorsque des outils de génération automatique de code sont sélectionnés (en dehors des outils de génération d'IHM), l'entité responsable du développement doit évaluer les aspects suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolution des outils comparativement aux outils utilisant le code généré en tant qu'entrée (il faut adapter l'utilisation des outils de génération en fonction des outils appelant le code généré),</li> <li>• Adaptation des outils afin de respecter les standards projet,</li> <li>• Métriques requises sur le code,</li> <li>• Vérification des composants logiciel contenant du code généré,</li> <li>• Gestion de configuration des outils, incluant le paramétrage,</li> <li>• Conformité avec les standards.</li> </ul> <p>Le code généré automatiquement doit être testé avec les mêmes objectifs que le code développé manuellement.</p> <p>Si cela est possible, le code généré automatiquement doit être vérifié et validé.</p>	C
--------	--	---

Justification de non applicabilité : pas de code automatique sur les logiciels de niveau B.

EX.8AV	<p>La stratégie de test unitaire et d'intégration du logiciel, les procédures et résultats correspondants doivent être renseignées dans un dossier de test du logiciel.</p>	B,C
--------	---	-----

EX.8AW	<p>La stratégie de test unitaire et d'intégration du logiciel doit être soumise à l'acceptation du CNES au plus tard lors du jalon de conception.</p>	B,C
--------	---	-----

EX.8AX	<p>Les procédures et résultats des tests unitaires et d'intégration doivent être décrits</p>	B
--------	--	---

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 50/64</p>
---	--	--

	dans le dossier de test du logiciel.	
--	--------------------------------------	--

Remarque : Tests Unitaires non formalisés pour dans le cadre de logiciels de niveau C et non requis pour les logiciels de niveau D.

EX.8AY

Les métriques de complexité suivantes doivent être mesurées pour chaque fonction du logiciel durant toute la phase de codage :

- Nombre cyclomatique,
- Nombre maximum d'imbrications,
- Nombre de lignes de code exécutables,
- Nombre d'imbrications,
- Taux de commentaress pour chaque fonction du logiciel durant toute la phase de codage.

Les seuils à respecter pour chacune de ces métriques sont les suivants :

Métriques par fonction/méthode suivant le niveau de criticité	B	C	D-NOS
Nombre Cyclomatique de Mc Cabe V(g)	≤ 10	≤ 15	≤ 25
Nombre Cyclomatique simplifié	≤ 10	≤ 12	≤ 20
Nombre de lignes de code	≤ 60	≤ 80	≤ 100
Nombre d'imbrication	≤ 5	≤ 6	≤ 7
Taux de commentaire	≥ 30%	≥ 20%	≥ 20%
Taux de duplication pour chaque module/composant	< 10%	< 10%	< 15%


B,C

<b>EX.8AZ</b>	Le standard de codage doit contenir des règles de nomenclature pour le nommage des unités de compilation, fonctions, paramètres, variables globales et variables locales.	B,C
---------------	---	-----

<b>EX.8BA</b>	Les spécifications des tests unitaires doivent être basées sur la spécification technique et le document de conception du logiciel.	B
---------------	---	---

<b>EX.8BB</b>	La couverture structurelle des tests doit être mesurée et documentée.	B,C
---------------	---	-----

Remarque : Seul un taux de couverture global est demandé pour le niveau C.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 51/64</p>
---	--	--

EX.8BC

L'objectif de couverture structurelle doit respecter les seuils suivants :

Couverture de code suivant le niveau de criticité	B	C	D	NOS
Couverture des déclarations (statement coverage)	100%	AM	0	NA
Couverture des décisions (decision coverage)	100%	AM	0	NA
Couverture du code source modifié (condition et décision)	AM	AM	0	NA

Si le pourcentage requis ne peut être atteint par l'exécution de tests, alors il doit l'être via analyse, inspection ou revue de conception sur l'ensemble du code non couvert.

Note

« AM » signifie que la valeur est Agréée avec le Client et Mesurée, « NA » signifie Non Applicable

B,C,D

<b>EX.8BD</b>	<p>Les tests doivent vérifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Les cas nominaux, non nominaux, les valeurs singulières pour les données d'entrée et toute valeur pouvant causer des erreurs dans les fonctions mathématiques de même que les valeurs utilisées dans les boucles, structures de type While, For ainsi que les tests de comparaison,</li> <li>. Tous les messages et cas d'erreur définis dans le document de conception,</li> <li>. L'accès aux variables globales telles que définies dans le document de conception,</li> <li>. Les valeurs aux limites (stress test) de ce qui est spécifié.</li> </ul>	B
---------------	---	---


<b>EX.8BE</b>	<p>Le code mort, non spécifié dans les spécifications techniques et documents de conception, doit être supprimé.</p>	B,C
---------------	--	-----

<b>EX.8BF</b>	<p>Dans le cas où le comportement du logiciel est paramétrable, les tests de validation doivent être exécutés dans des configurations représentatives de l'exploitation.</p>	B,C
---------------	--	-----

<b>EX.8BG</b>	<p>Les différentes configurations de test doivent être documentées et justifiées.</p>	B,C
---------------	---	-----

### 8.3.6. PHASE DE VALIDATION DU LOGICIEL

<b>EX.8BH</b>	<p>Les procédures et résultats de la phase de validation doivent être décrits dans un dossier de validation du logiciel.</p>	B,C,D
---------------	--	-------

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 52/64</p>
---	--	--

<b>EX.8BI</b>	Les essais de validation doivent couvrir toutes les exigences de la spécification technique de besoin.	B,C,D
---------------	--	-------

<b>EX.8BJ</b>	Le dossier de validation du logiciel doit contenir une matrice de vérification associant à chaque exigence de la spécification une référence de test ou d'analyse.	B,C,D
---------------	--	-------


<b>EX.8BK</b>	Les procédures d'analyse et les résultats associés doivent être documentés.	B,C,D
---------------	---	-------

Remarque : Les résultats de l'analyse peuvent être directement reportés dans la matrice de vérification.

<b>EX.8BL</b>	Les essais de validation doivent être réalisés sur un logiciel stable, dont la version est gérée en configuration.	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------

<b>EX.8BM</b>	<p>La phase de validation est encadrée par 2 réunions techniques avec le CNES (jalon). La première permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· d'identifier l'état de la configuration et de figer la version du logiciel correspondante,</li> <li>· de vérifier la complétude et la cohérence des procédures de validation.</li> </ul> <p>La seconde permet d'établir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· une synthèse des résultats de tests,</li> <li>· un état des anomalies et des modifications résiduelles,</li> </ul> <p>l'acceptation ou le refus de la fin de la phase de validation.</p>	B,C,D
---------------	--	-------

<b>EX.8BO</b>	<p>Les anomalies identifiées durant la phase de validation doivent être formellement gérées et doivent contenir au moins les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'identification des éléments logiciels impactés et leur version,</li> <li>• Le nom de la personne, de l'équipe ou du partenaire qui a identifié l'anomalie,</li> <li>• La description de l'anomalie,</li> <li>• Le contexte de détection (test, phase, environnement)</li> <li>• L'analyse des causes de l'anomalie,</li> <li>• La solution recommandée,</li> <li>• La décision finale,</li> <li>• Les possibles dépendances avec d'autres anomalies ou évolutions,</li> <li>• Le nom de la personne responsable de la surveillance et de la correction de l'anomalie,</li> <li>• La classification de l'anomalie (mineur, majeur, critique)</li> <li>• La version prenant en compte la correction</li> <li>• Les tests planifiés pour valider l'anomalie</li> <li>• Le résultat de la validation</li> </ul>	B,C,D
---------------	--	-------

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 53/64</p>
---	--	--

<b>EX.8BP</b>	Dans le cas où il existe une recette du logiciel, celle-ci doit s'appuyer sur un cahier de recette (éventuellement extrait du dossier de validation du logiciel).	B,C,D
---------------	---	-------

<b>EX.8BQ</b>	Dans le cas où il existe une recette du logiciel, celle-ci doit se terminer par une réunion technique avec le CNES (jalon) au cours de laquelle est prononcée, ou non, l'acceptation du logiciel développé.	B,C,D
---------------	---	-------

<b>EX.8BR</b>	Les essais de validation doivent être exécutés sur un logiciel complet sans modification par rapport au contexte opérationnel et sur un matériel cible représentatif des conditions d'exploitation.	B,C
---------------	---	-----


Remarque : la validation du logiciel doit être effectuée sur un exécutable généré avec toutes les options (compilation / exécution) prévues pour la version opérationnelle.

<b>EX.8BS</b>	<p>Le processus de validation doit être établi pour valider le logiciel produit, incluant les méthodes associées, les techniques, les outils et la stratégie de non régression. La validation doit définir la responsabilité et le programme, les procédures de contrôle, le contrôle de la conception et de la spécification pour chaque unité logicielle.</p> <p>. Dans le cas d'une criticité B : La validation doit être portée par des personnes qui n'ont pas pris part à la conception ou au codage du logiciel à valider,</p> <p>. Dans le cas d'une criticité C : La validation doit être portée par des personnes qui n'ont pas pris part au codage du logiciel à valider.</p>	B,C
---------------	--	-----

<b>EX.8BT</b>	Le niveau de validation des moyens de test associés aux logiciels à développement critique doit être documenté et justifié.	B
---------------	---	---

<b>EX.8BU</b>	Les parties de code mettant en œuvre des algorithmes scientifiques doivent être testées unitairement au moyen de vecteurs de test (entrées et sorties) fournis par l'entité en charge de la définition de ces algorithmes.	B,C
---------------	--	-----

<b>EX.8BV</b>	<p>Les vecteurs de test (entrées et sorties) utilisés pour la validation des codes mettant en œuvre des algorithmes scientifiques doivent couvrir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les cas nominaux,</li> <li>- les cas dégradés et d'erreur</li> <li>- les points singuliers.</li> </ul>	B,C
---------------	---	-----

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 54/64</p>
---	--	--

### 8.3.7. GESTION DE LA CONFIGURATION DU LOGICIEL

<b>EX.8BW</b>	La gestion de configuration du logiciel doit identifier, de manière unique selon les règles de nomenclature du projet, chaque élément à gérer.	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------

<b>EX.8BX</b>	Un membre de l'équipe projet doit être désigné pour assurer la fonction de gestion de la configuration du logiciel. .	B,C,D,NOS
---------------	---	-----------


<b>EX.8BY</b>	<p>Pour chaque version du logiciel, la gestion de configuration doit permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· d'identifier les documents avec leur référence et version</li> <li>· de figer et de sauvegarder sur un support identifié : <ul style="list-style-type: none"> <li>o le produit (sources, données, procédures de génération),</li> <li>o les jeux de tests de validation,</li> <li>o les éventuels moyens d'essai spécifiques associés (simulateur, données, ...)</li> </ul> </li> <li>· de connaître les références : <ul style="list-style-type: none"> <li>o du support de sauvegarde (CD ROM par exemple),</li> <li>o des faits techniques (anomalies, corrections, demandes de modification),</li> <li>o des logiciels de base (système d'exploitation, émulateur, moniteur temps réel, bibliothèques, compilateurs, éditeurs de liens, etc.),</li> <li>o des matériels,</li> <li>o des moyens d'essais</li> </ul> </li> </ul>	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------

<b>EX.8BZ</b>	La gestion de configuration doit permettre de restaurer toute version précédente du produit logiciel.	B,C,D,NOS
---------------	---	-----------

<b>EX.8CA</b>	<p>Le fournisseur doit établir pour chaque version un Dossier Descriptif de la Configuration (DDC), inclus dans la livraison du produit.</p> <p>Celui-ci contient au minimum les fichiers suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· ddc.txt identification de l'article</li> <li>· fa-couv.txt liste des FA couvertes</li> <li>· dm-couv.txt liste des DM couvertes</li> <li>· etat-fa.txt liste des FA ouvertes</li> <li>· ls-doc.txt liste des documents (CNES et fournisseur) associés au produit</li> <li>· ls-ref.txt liste des fichiers constituant le produit</li> </ul>	B,C,D,NOS
---------------	---	-----------

Remarque : Le CNES peut imposer une compatibilité avec ses outils de gestion en configuration.

<b>EX.8CB</b>	Le DDC doit être complété par une analyse des différences entre les codes source de la version livrée et de la version précédente	B,C
---------------	---	-----

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	Identification : BL-SPAP-00-88-CNES Edition : 4 Révision : 0 Date : 1 <sup>er</sup> novembre 2022 Page 55/64
---	--	---

<b>EX.8CD</b>	Les activités de gestion de la configuration du logiciel doivent reposer sur des outils.	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------


<b>EX.8CE</b>	<p>Les noms des fichiers et des répertoires informatiques ne doivent employer aucun des caractères suivants :</p> <p>* \ / [ ] : " ' ? @ = \$ *   \ ; " ' ? &lt; &gt; ` &amp; ^ ( ) { } ,  l'espace, les caractères accentués, ceux comportant des trémas et le "ç"  - + ~ (en début de nom seulement)</p>	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------

<b>EX.8CF</b>	Le format de livraison au CNES (arborescence de livraison, format des fichiers, etc.) et les caractéristiques de génération (chaîne de compilation, options, etc.) du logiciel doivent être décrits dans le plan de développement.	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------

Remarque : Pour les logiciels de type NOS, ces informations pourront être comprises directement dans le Manuel Utilisateur.

<b>EX.8CG</b>	<p>L'arborescence de livraison doit contenir au minimum les fichiers sources, les dépendances, les procédures de génération et le dossier descriptif de la configuration du logiciel.</p> <p>Le DDC, au format ASCII doit contenir :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'identification de l'article de configuration : <ul style="list-style-type: none"> <li>o Le nom du fournisseur responsable du contrat,</li> <li>o La version de l'article,</li> <li>o La version de référence (correspond à la version qui a servi de point de départ pour la version livrée),</li> <li>o Le nom de l'article,</li> <li>o Le niveau de confidentialité (défini avec le CNES),</li> <li>o La date de livraison.</li> </ul> </li> <li>• Le type de livraison : Complète / Partielle (patch),</li> <li>• Les composants externes requis et leurs versions (ex. BDS),</li> <li>• La liste des documents,</li> <li>• L'identification des modifications : <ul style="list-style-type: none"> <li>o La liste des fichiers sources modifiés/ajoutés/supprimés,</li> <li>o La liste de tous les fichiers sources,</li> <li>o Les évolutions implémentées en spécifiant le numéro de FT,</li> <li>o Les anomalies corrigées en spécifiant le numéro de FA,</li> <li>o Les anomalies ouvertes,</li> <li>o Les demandes de dérogations.</li> </ul> </li> <li>• La procédure de récupération du produit ainsi que le checksum de livraison,</li> <li>• L'environnement et les procédures de génération et d'installation.</li> </ul> <p>Chaque chapitre peut être décrit directement dans le DDC ou dans des fichiers .txt indépendants ou via référence à d'autres documents (par exemple dans le Manuel Utilisateur pour décrire la procédure d'installation).</p>	B,C,D,NOS
---------------	---	-----------

<b>EX.8CH</b>	La procédure de génération du produit doit être indépendante des moyens de gestion	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------


	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 56/64</p>
---	--	--

	de configuration du fournisseur.	
--	----------------------------------	--

<b>EX.8CI</b>	Le CNES doit pouvoir en particulier générer le logiciel, ou consulter ses sources ou sa documentation avec les moyens classiques du marché ou du matériel cible, donc sans avoir à disposer des moyens particuliers que le fournisseur aurait pu utiliser.	B,C,D,NOS
---------------	--	-----------


<b>EX.8CJ</b>	Le logiciel doit être généré sans option d'optimisation sauf justification soumise au projet CNES.	B,C
---------------	--	-----



 <p>CNES CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES</p>	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 57/64</p>
--	--	--


### 8.3.8. LOGICIELS RÉUTILISÉS

<b>EX.8CK</b>	<p>Le choix des logiciels existants réutilisés (produits du marché, logiciels libres, autres produits) doit tenir compte des éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· l'évaluation du produit par rapport aux besoins,</li> <li>· les conditions de recette, de garantie (démonstration de bon fonctionnement) de maintenance et de possibles évolutions,</li> <li>· les conditions de formation, d'installation et d'utilisation,</li> <li>· les contraintes de propriété industrielle et de licence (droit d'utilisation, de diffusion ou de modification, copyright, copyleft, contamination de licence),</li> </ul> <p>Les contraintes d'export,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Le niveau de documentation, traçabilité et couverture par les tests,</li> <li>· Les performances,</li> <li>· Les non-conformités et dérogations résiduelles• non-conformities and residual derogations,</li> <li>· La qualité du code,</li> <li>· L'identification et l'enregistrement par la gestion de configuration,</li> <li>· La durabilité et la validité des méthodes et outils utilisés dans le développement initial et ceux dont la réutilisation est envisagée.</li> </ul>	B,C,D
<b>EX.8CL</b>	<p>Préalablement à toute modification de logiciel réutilisé, le fournisseur doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· évaluer le taux de modifications,</li> <li>· analyser l'impact des modifications sur la documentation et les tests (test unitaire du constituant modifié, test fonctionnel mettant en jeu le constituant modifié, tests de non régression de validation de l'ensemble du logiciel).</li> </ul>	B,C,D
<b>EX.8CM</b>	<p>A l'issue de la première phase du développement (phase de spécification), la liste des logiciels candidats à la réutilisation doit être présentée ainsi que les résultats des analyses associées aux exigences <b>EX.8CK</b> et <b>EX.8CL</b>.</p>	B,C,D
<b>EX.8CN</b>	<p>La liste des logiciels candidats à la réutilisation doit être soumise à l'acceptation du CNES.</p>	B,C,D
<b>EX.8CO</b>	<p>Les logiciels réutilisés doivent être gérés en configuration.</p>	B,C,D
<p><b>Remarque</b> : Le mode de gestion (par référence ou en contenu) est à définir pour chaque logiciel réutilisé (en fonction de ces caractéristiques).</p>		
<b>EX.8CP</b>	<p>Des actions (analyse, inspection, tests) doivent être définies pour démontrer le respect de la vérification des logiciels réutilisés.</p>	B,C
<p><b>Remarque</b> : Ces actions consistent généralement en l'analyse de la couverture des tests existants afin de les compléter si nécessaire.</p>		

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 58/64</p>
---	--	--

### 8.3.9. EXPLOITATION, MAINTENANCE


<b>EX.8CQ</b>	En fin de développement, avant le début de la phase d'exploitation, un manuel d'installation et d'utilisation doit être rédigé.	B,C,D,NOS
<b>EX.8CR</b>	Les précédentes exigences définies pour le développement doivent rester applicables pour la phase de maintenance évolutive et corrective du logiciel.	B,C,D,NOS
<b>EX.8CS</b>	Les dispositions d'Assurance Qualité sont applicables en exploitation / maintenance, pour le processus de développement et de réalisation, et seront tracées dans un document livrable.	B,C,D

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 59/64</p>
---	--	--

## ANNEXE 1

Liste récapitulative des documents à livrer au CNES.

Réf. Exigence	DOCUMENTS	Géré en configuration
EX.3F	Plan AP et/ou Matrice de Conformité à la Spécification AP du client CNES	Oui
EX.4A	Plan de développement	Oui
EX.4D	Matrice de Vérification des exigences de la STB du CNES	Oui
EX.4E	Plan de Qualification	Oui
EX.4G	Dossier de Définition (DD), Dossiers de Justification (DJD), Dossier de Conception des Interfaces (DCI)	Oui
EX.4J	Rapport d'essais de qualification et de recette	Oui
EX.4N	Certificat d'export du produit	Non
EX.4U	Liste des Points d'Inspection	Oui
EX.4W	Plan d'essais ou Cahier de recette/qualification, rapports d'essais/recettes	Non
EX.4AD	PV de recette, Registre de Contrôle Individuel (RCI) ou Livret Suiveur	Non
EX.4AE	Certificat de Conformité de produit "standard" (y compris certificat matière)	Non
EX.4AH	Procédure de Maintenance	Oui
EX.5G	Analyse de sûreté de fonctionnement	Oui
EX.6A	Nomenclatures des composants EEE	Oui
EX.6D	Rapport d'essais des composants EEE	Non
EX.6H	Bilan de criticité des approvisionnements	Oui
EX.7A	Liste des Matériaux (avec certificat REACH et RoHS si besoin)	Oui
EX.7D	Liste des Composants mécaniques (avec certificat REACH et RoHS si besoin)	Oui
EX.7I	Liste des Procédés (avec certificat REACH et RoHS si besoin)	Oui
EX.8N	Spécification technique de besoin	Oui
EX.8A, EX.8C, EX.8F, EX.8G, EX.8AD	Dossier de sûreté de fonctionnement	Oui
EX.8K, EX.8L, EX.8M, EX.8X	Plan de développement logiciel	Oui
EX.8AF, EX.8AJ	Dossier de conception du logiciel	Oui
EX.8N, EX.8AK,	Standards (conception, codage, modélisation)	Non

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 60/64</p>
---	--	--

EX.8AL, EX.8AP, EX.8AQ, EX.8AZ		
EX.8L, EX.8CS	Plan d'Assurance Qualité Logiciel	Oui
EX.8BW, EX.8BY	Plan de Gestion de Configuration des logiciels	Oui
EX.8CK, EX.8CL, EX.8CM	Dossier des Logiciels Réutilisés	Oui
EX.8AV, EX.8AW, EX.8AX, EX.8BG	Dossier de test du logiciel	Oui
EX.8Y, EX.8BJ, EX.8BT	Dossier de validation du logiciel	Oui
EX.8BP	Cahier de recette du logiciel	Oui
EX.8AG, EX.8AH, EX.8AI	Bilan de performance	Oui
EX.8O, EX.8P	Bilan Qualité logiciel	Oui
EX.8CA, EX.8CB	Dossier descriptif de la configuration du logiciel	Oui
EX.8CQ	Manuel d'Installation	Oui
EX.8CQ	Manuel d'Utilisation	Oui

## ANNEXE 2

### Règles de Derating (marges) pour les composants électroniques

Les marges maximales indiquées par le fabricant ne doivent jamais être dépassées.

Pour certaines familles de composants, des exigences de marges supplémentaires sont à appliquer, comme détaillé ci-dessous:

- Capacités en Tantale solide ou non-solide :

Tension: marge de 60%

- Capacités en céramique :

Tension: marge de 60%

- Précision Résistance film fin:

Tension: marge de 80%

Puissance RMS: marge de 50% à 85°C, décroissante à 0% à 125°C (cas température).

- Fils et câbles – Rq : AWG : American Wire Gauge, unité de mesure taille du câble.

Parameters	Load ratio or limit														
Wire size (AWG)	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4
Max current for single wire Cu (A)	1.2	1.3	1.5	2.5	3.5	5	7.5	10	13	17	25	32	45	60	81
Max current for single wire Al (A)						4	6	8	10.4	13.6	18.4	25.6	36		

- Connecteurs de puissance RF (>1W): puissance : marge de 50%

- Effet multi facteur à considérer pour les connecteurs et les câbles, pour des applications >5W

- Transistors/ Transistors à effet de champ (FET):

Tension entre drain et source : marge de 80% ou le SSE correspondant à la plage de fonctionnement (celle qui est la plus basse)


Tension entre grille et source : marge de 75% ou le SSE correspondant à la plage opérationnelle sûre (celle qui est la plus basse)

Courant de fuite: marge de 75%

Dissipation de puissance: marge de 65%

Température de jonction (Tj): 110°C or Tjmax-40°C (celle qui est la plus basse)

-- Diodes RF/Microondes :

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 62/64</p>
---	--	--

Courant direct  $I_D$  : marge de 50% (non applicable aux diodes varicap – diode à capacité variable)

Tension de claquage : marge de 75% (non applicable aux diodes Gunn – diode haute fréquence, se comporte comme un condensateur avec la valeur qui varie en fonction de la tension inverse appliquée à ses bornes)

Puissance dissipée: marge de 65%

Température de jonction ( $T_j$ ): 110°C or  $T_{jmax}-40^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse)

- Transistors RF / transistor bipolaire:

Collecteur- émetteur en tension / collecteur basse-tension / émetteur - basse-tension: marge de 75%

Collecteur en courant : marge de 75%

Courant de base : marge de 75%

Dissipation de puissance: marge de 65%

Température de jonction ( $T_j$ ): 110°C or  $T_{jmax}-40^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse) pour Si et SiGe/ 115°C ou  $T_{jmax}-25^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse) pour GaAs et InP.

- Transistors RF / Transistors à effet de champ (FET) :

Tension entre drain et source / Tension entre grille et source / Tension entre grille et drain : marge de 75%

Courant de fuite : marge de 75%

Dissipation de puissance: marge de 80%

Température de jonction ( $T_j$ ): 110°C or  $T_{jmax}-40^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse) pour Si et SiGe/ 115°C ou  $T_{jmax}-25^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse) pour GaAs et InP.

- Diodes à faible émission (LED):

Courant direct  $I_D$  : valeur préconisée par le fabricant ou marge de 50% si non disponible

Tension de claquage : marge de 75%

Température de jonction ( $T_j$ ): 110°C or  $T_{jmax}-40^\circ\text{C}$  (celle qui est la plus basse)


- MMIC et Hybride (circuits intégrés monolithiques hyperfréquences):

Chaque cellule discrète ou composant doit être margé en accord avec les exigences de ce document pour la famille concernée.

Pour les MMIC, quand la donnée de fiabilité opérationnelle est disponible, le niveau de compression doit être margé à 2 dB avec le niveau de compression le plus élevé n'entraînant aucune dérive.

MMICs n'ayant aucune donnée compressée ne doivent pas être soumis à plus d'1 dB de compression.


- Matériel piezo-électrique: résonateur en cristal (oscillateurs)

	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 63/64</p>
---	--	--

Partie de la puissance dissipée dans le cristal (en mW): puissance de 25% margée par rapport au niveau de commandabilité (remplacé par le fabricant par un niveau de puissance minimum si ce n'est pas compatible)

- Fusibles (électriques ou mécaniques):

Pour les fusibles, le facteur de marge courant est de 50 % avec une marge additionnelle de 0,2 %/°C pour une augmentation de température du corps du fusible supérieure à 25 °C.

 CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES	<p style="text-align: center;">SPECIFICATION ASSURANCE PRODUIT</p>	<p>Identification : BL-SPAP-00-88-CNES</p> <p>Edition : 4 Révision : 0</p> <p>Date : 1<sup>er</sup> novembre 2022</p> <p style="text-align: right;">Page 64/64</p>
---	--	--

## DIFFUSION

NOM	SIGLE/SOCIETE	NB	NOM	SIGLE/SOCIETE	NB
DUBOURG Vincent	BL/D	1	TESSARIOL Laurent	BL/OB	1
VARGAS André	BL/DA	1	JOUHANNET Nathalie	BL/OB	1
BEZ Pascale	BL	1	BATAILLE Thierry	BL/OB	1
LOUVEL Stéphane	BL	1	BELLANGER Brice	BL/OB	1
SOSA-SESMA Sergio	BL	1	BERGOS Pierre	BL/OB	1
VACHER François	BL	1	BESSES Francis	BL/OB	1
VENEL Stéphanie	BL	1	BLON Frédéric	BL/OB	1
MIRC Frederi	BL/NB	1	BOTTIER Grégory	BL/OB	1
NICOLLE Eliane	BL/NB	1	CAZALET Mathieu	BL/OB	1
ALIAS Grégoire	BL/NB	1	CLEMENT Grégory	BL/OB	1
BAUSCH Denis	BL/NB	1	CRUZEL Serge	BL/OB	1
BRAY Nicolas	BL/NB	1	DOULIEZ Alain	BL/OB	1
COGHE Thomas	BL/NB	1	JURQUET Bastien	BL/OB	1
GALY Cyril	BL/NB	1	JUSTE Thibault	BL/OB	1
GUILBON René	BL/NB	1	LACOURTY Michel	BL/OB	1
HARMAND Fabien	BL/NB	1	LAVIGNE Gauthier	BL/OB	1
NICOT Jean-Marc	BL/NB	1	LUZE Patrick	BL/OB	1
PEUS Alain	BL/NB	1	SABLON Igor	BL/OB	1
REGNIER Bruno	BL/NB	1	THOUMIEUX Frédéric	BL/OB	1
RICHARD Julie	BL/NB	1	VERGNAUD Antoine	BL/OB	1
SOUBERCAZE-PUN Geoffroy	BL/NB	1			
VALDIVIA Jean-Noël	BL/NB	1			
VALERO Colette	BL/NB	1	QUEVAREC Erwan	BL/VP	1
ZENONE Isabelle	BL/NB	1	BEHAR Jean-Baptiste	BL/VP	1
BOAN Pierre	DTN/AVI/AV	1	CLAVERY Mathieu	BL/VP	1
BASQUIN Thomas	THALES pr DTN/AVI/CC	1	CONESSA Huguette	BL/VP	1
DAUBAN Gilles	SCALIAN pr DTN/QE/BA	1	COUSINET Rémi	BL/VP	1
ESTAQUE Philippe	DOA/SME/LOS	1	GUIGUE Pascale	BL/VP	1
POREZ-NADAL Florence	DTN/QE/BA	1	LECTEZ Anne -Sophie	BL/VP	1
HENAULT Frédéric	ALTEO INDUSTRIES pr MECANO I&D pr DTN/AVI/MT	1	LOSTAO Marta	BL/VP	1
JOLLY Antoine	DTN/AVI/AC	1	PLANES Mikael	BL/VP	1
PIQUEREAU Stéphane	CS pour DTN/TVO/LV	1	VIALANEIX Maylis	BL/VP	1
TERREROS Nicolas	THALES pr DTN/AVI/CC	1			
THAUVIN Emmanuelle	DOA/SME/LOS	1			
HOURTOLLE Catherine	DTN/TVO/LV	1			
CHEVRIER Charles-Antoine	DTN/DV/AS	1			
BES Arnaud	AKKA pr DTN/QE//IM	1			
DUPUY Christel	SCALIAN pr DTN/QE/NEO	1			
MARTINEZ Béatrice	SCALIAN pr DTN/QE/BA	1			
BONNIN Cédric	ASO pr DOA/BL/VP	1			
DELECROIX Thomas	ASO pr DOA/BL/NB	1			