

REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	01/03/2016	Création	Edition originale. Création de l'étude de danger ELA4 Ariane 6 / Miguel MORERE
01/01	28/06/2016	Page 7 Pages 13, 14 et 15 Pages 17 et 32 Pages 18 et 19 Page 27 Pages 51, 52, 55 et 63	Prise en compte des commentaires de la DEAL <ul style="list-style-type: none"> • Ajout de la référence complète du [DR30] • Mise à jour du glossaire des sigles : rajout de MALT, ES, SDF, configuration PF, configuration MG, DAAR, DAAV, REI, EOGSE • Ajout du chlore dans l'inventaire des produits • Ajout des petits objets pyrotechniques et de leurs caractéristiques • Ajout des masses approximatives du lanceur A62 et A64 et précision concernant la barrière de sécurité que constitue la masse du lanceur vis-à-vis de l'envol incontrôlé • Précisions concernant la notion de « MMR » et de « MMR considérée comme une barrière ultime » / Miguel MORERE
01/02	31/10/2016	Page 9 Page 17 Page 19 Page 20 Page 42 Pages 53&54 Pages 61	Prise en compte des commentaires de la DEAL : <ul style="list-style-type: none"> • Rajout de la définition de l'interception sauvegarde au sens du REI • Suppression des groupes électrogènes embarqués dans le portique • Précision sur la division de risque des petits objets pyrotechnique du lanceur Ariane 6 • Ajout du corps central (LLPM et ULPM) dans le tableau répertoriant la liste des objets pyrotechniques • Ajout d'un « nota 2 » sur les effets d'intensité 4, s'ils débordent ou non du CSG • Rajout de la mention MMR ultime • Ajout de la définition du processus de soumission Sauvegarde /Miguel MORERE & Olivier OZIER-LAFONTAINE
			•

SOMMAIRE

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION.....	5
2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE.....	6
3. DÉFINITIONS – SIGLES.....	8
3.1. Définitions.....	8
3.2. Sigles.....	13
4. PRÉSENTATION DES INSTALLATIONS VISÉES PAR L'ÉTUDE DE DANGER.....	16
5. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER.....	17
5.1. Inventaire des produits dangereux.....	17
5.2. Inventaire des dangers liés aux produits.....	17
5.2.1. Potentiels de danger des objets pyrotechniques.....	17
5.2.1.1. Détonation.....	22
5.2.1.2. Eclatement pneumatique d'un chargement de propergol solide.....	25
5.2.1.3. Envol d'un étage à propergol solide ou du lanceur intégré.....	27
5.2.1.4. Combustion de propergol solide et effets toxiques.....	29
5.2.2. Potentiels de danger des substances et mélanges dangereux ne relevant pas de la classe 1 des marchandises dangereuses.....	30
5.2.3. Réduction des potentiels de dangers.....	33
5.3. Inventaire des dangers liés aux installations bord et sol.....	34
6. INVENTAIRE DES SOURCES D'AGRESSIONS ISSUES DE L'ENVIRONNEMENT.....	36
6.1. Sources d'agression issues de l'environnement naturel.....	36
6.1.1. Foudre.....	36
6.1.2. Vent.....	36
6.1.3. Séismes.....	36
6.2. Sources d'agression issues de l'environnement humain.....	37
6.2.1. Trafic aérien.....	37
6.2.2. Malveillance - Sabotage.....	38
6.2.3. Activités liées aux autres établissements du CSG.....	38
6.2.4. Activités liées au lancement des lanceurs Ariane 6, Ariane 5, Véga et Soyouz.....	39
6.2.5. Barrage hydro-électrique de Petit-Saut.....	39
7. ETUDE DE DANGER.....	40
7.1. Définition de l'accident majeur.....	40
7.2. Organisation de la sécurité d'exploitation des installations du CSG.....	40
7.2.1. Méthodologie d'analyse des risques.....	41
7.2.2. Généralités.....	41
7.2.3. Niveaux de gravité retenus.....	42
7.2.4. Éléments pour la détermination de la gravité des accidents.....	43
7.2.5. Niveaux de probabilité retenus.....	45
7.2.5.1. Probabilités propres d'accident pyrotechnique.....	46
7.2.5.2. Probabilités propres d'accident d'un système fluide sous pression.....	47
7.2.5.3. Probabilités propres d'accident d'un système mécanique.....	50
7.2.5.4. Probabilités propres d'accident d'un système électrique.....	51
7.2.6. Niveaux de cinétique.....	51
7.2.7. Règles de conformité d'implantation des installations.....	52
7.2.7.1. Risques à l'intérieur de l'ELA4 et sur les autres installations du CSG.....	52
7.2.7.2. Risques à l'extérieur de l'ELA4.....	53

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION

Le présent document constitue la partie 3.1 du volume 3 du dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE) de l'Ensemble de Lancement Ariane n°4 (ELA4) de l'établissement CNES/CSG situé sur le territoire du Centre Spatial Guyanais (CSG).

L'objet du volume 3.1 est de présenter les règles, méthodes et moyens liés à la sécurité et de portée générale s'appliquant à l'ELA4.

Certains chapitres de ce document sont associés à des notes techniques spécifiques, répertoriées dans le volume 0, et jointes au présent volume 3.1, ou renvoient aux autres volumes du dossier.

2. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- [DR1] : Décret n° 2013-973 du 29 octobre 2013 relatif à la prévention des risques particuliers auxquels les travailleurs sont exposés lors d'activités pyrotechniques – Articles R4462-1 à R4462-36 du Code du Travail
- [DR2] : Arrêté du 20 avril 2007 modifié fixant les règles relatives à l'évaluation des risques et à la prévention des accidents dans les établissements pyrotechniques
- [DR3] : Circulaire DPPR/SEI/IH-07-0111 du 20 avril 2007 relative à l'application de l'arrêté du 20 avril 2007 fixant les règles relatives à l'évaluation des risques et à la prévention des accidents dans les établissements pyrotechniques
- [DR4] : Code de l'environnement, Livre V, Titre 1^{er}
- [DR5] : Arrêté du 4 octobre 2010 modifié relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation – section III : dispositions relatives à la protection contre la foudre
- [DR6] : Arrêté du 26 mai 2014 relatif à la prévention des accidents majeurs dans les installations classées mentionnées à la section 9, chapitre V, titre I^{er} du livre V du code de l'environnement
- [DR7] : Loi n°2003-699 du 30 juillet 2003 modifiée relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages
- [DR8] : Arrêté du 29 septembre 2005 relatif à l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation
- [DR9] : Circulaire du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003.
- [DR10] : Décret n°92-158 du 20 février 1993 complétant le code du travail et fixant les prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure – Articles R237-1 à R237-28 du Code du Travail
- [DR11] : Rapport GEOTER GTR/CNES/0906-314 de septembre 2008 – Site de Kourou- Révision des mouvements sismiques pour l'ensemble de lancement ELA3 Bâtiments BIL – BAF – ZL3
- [DR12] : Arrêté du 29 mai 2009 modifié relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD »)
- [DR13] : Décret n°99-1046 du 13 décembre 1999 modifié relatif aux équipements sous pression
- [DR14] : Arrêté n°2010-1 du Président du Centre national d'études spatiales du 9 décembre 2010 portant réglementation de l'exploitation des installations du Centre spatial guyanais
- [DR15] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 1 – Généralités CSG-NT-SBX-316-CNES
- [DR16] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 2 – Dispersion – Toxicité CSG-NT-SBX-317-CNES
- [DR17] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 3 – Thermique CSG-NT-SBX-318-SEER
- [DR18] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 4 – Suppression CSG-NT-SBX-319-SEER
- [DR19] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 5 – Projection d'éclats CSG-NT-SBX-320-SEER

- [DR20] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 6 – Détermination des zones à risque d'anoxie. CSG-NT-SBX-6335-CNES
- [DR21] : Recueil des méthodes de la Sauvegarde. Volume 7 – Détermination des zones à atmosphère explosible. CSG-NT-SBX-6176-CNES
- [DR22] : Instruction relative à la mission de coordination des mesures de sûreté Coordination Environnement et Sauvegarde Sol – LOS-IC-RS-12611-CNES
- [DR23] : Plan de secours du CNES/CSG POI/PAM – CSG-ID-SBS-491-CNES
- [DR24] : Instruction réglementaire relative à la formation Sauvegarde du CSG – LOS-IR-RS-12612-CNES
- [DR25] : Déclaration, activation et libération des zones dangereuses maritimes et aériennes pour les lancements. ASV-IP-RV6-6045-CNES
- [DR26] : Plan Particulier d'Intervention du barrage de Petit-Saut
- [DR27] : Dossier médical des plans de secours du Centre Spatial Guyanais CG/SDP/PI/SM/06 n°130
- [DR28] : Loi n°2008-518 du 3 juin 2008 relative aux opérations spatiales
- [DR29] : Politique de Prévention des Accidents Majeurs et Système de Gestion de la Sécurité (SGS) de l'établissement CNES/CSG – CSG-ES-QR-8073-CNES
- [DR30] : Note du 16/11/07 relatif à la concentration à prendre en compte pour l'O2, le CO2, le N2 et les gaz inertes du chef du service de l'environnement industriel aux Chefs de Services de l'Environnement Industriel en DRIRE

[DR1]

[DR31] Définitions – sigles

2.1. Définitions

Accident majeur :

Evénement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, pour les intérêts visés au L.511-1 du code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des préparations dangereuses.

Atmosphère confinée :

Atmosphère dans laquelle le renouvellement de l'air peut être insuffisant pour permettre éventuellement à une personne d'y séjourner en sécurité.

Atmosphère explosible :

Une atmosphère explosible résulte d'un mélange avec l'air de substances inflammables sous forme de gaz, brouillards ou poussières dans des proportions telles qu'une température excessive, des arcs électriques, des étincelles ou toute autre source d'inflammation d'énergie suffisante produisent son explosion.

Barrière de sécurité :

Fonction, produit, matériel, logiciel, intervention humaine, etc., qui s'oppose à l'apparition ou au cheminement d'un événement préjudiciable à la sécurité.

Ce peut être :

- une propriété physique,
- une caractéristique intrinsèque de conception,
- un dispositif technologique,
- exceptionnellement une mesure réglementaire de procédure.

L'efficacité d'une barrière de sécurité est évaluée par sa fiabilité.

Centre Spatial Guyanais

L'appellation « Centre Spatial Guyanais » désigne l'ensemble du site spatial guyanais, sur l'emprise duquel sont mis en œuvre les moyens et les installations qui concourent à la préparation des sous-ensembles des lanceurs (Ariane, Soyuz et VEGA) et à la réalisation de leurs lancements. Cette définition est extraite de l'accord entre l'ESA et le gouvernement Français.

Coefficient de sécurité :

Rapport entre la limite admissible d'un paramètre caractérisant un système ou un élément et sa valeur maximale attendue en fonctionnement normal.

Coefficient de sécurité à rupture (Jr) :

Rapport entre la limite admissible à rupture d'un paramètre caractérisant un système ou un élément et sa valeur maximale attendue en fonctionnement normal.

Pour tout élément d'un système à fluide sous pression, c'est le rapport entre la pression admissible à rupture (la pression admissible à rupture est la pression relative de rupture calculée, validée lors des essais de qualification) et la pression maximale attendue en service (Pms).

Effet domino :

Interaction entre deux installations conduisant à la propagation des effets d'un événement accidentel initial d'une installation à une (des) autre(s) installation(s), et engendrant un événement accidentel sur cette (ces) installation(s).

Fonction de sécurité :

Fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir d'éléments techniques de sécurité, de procédures organisationnelles (activités humaines), ou plus généralement par la combinaison des deux.

Interception :

Interruption de la continuité du cheminement potentiel d'un événement redouté ou d'une fonction spécifiée dans un système à risque. La levée d'une interception est soumise à l'accord de l'entité de sauvegarde et est appelée "autorisation sauvegarde".

Leak Before Burst (LBB) :

Système sous pression à mode de défaillance non dangereux, qui lorsqu'il est utilisé dans le domaine de pression requis pour obtenir le caractère LBB, ne génère une zone dangereuse qu'en raison de la fuite possible du fluide contenu.

Limite de danger du CSG :

Limite géographique ne devant pas être atteinte par l'enveloppe des zones à effets dangereux liés aux scénarios d'accidents majeurs, au sol et en vol, du Centre Spatial Guyanais. Les effets considérés sont la surpression aérienne, le flux thermique, les projections d'éclats, la toxicité des gaz et aérosols.

A l'intérieur des terres, cette limite est circonscrite dans le périmètre du territoire du CSG.

Mesure de Maîtrise des Risques (ou barrière de sécurité) :

Ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité

Objectif de Sauvegarde :

Expression qualitative et quantitative du niveau de risque accepté, comprenant :

- la description des conséquences d'un événement redouté ou spécifié (gravité du risque),
- les règles qualitatives de prévention permettant d'éviter l'apparition ou le cheminement de cet événement,
- la probabilité d'occurrence de cet événement, estimée être la valeur maximum acceptable.

Opération à risque :

Opération mettant en œuvre un (des) produit(s) dangereux ou un (des) système(s) à risque, ou se déroulant dans une zone de danger.

Les opérations à risque sont classées en deux catégories en fonction de l'évolution de l'état du système au cours de leur déroulement :

- opération à risque en phase dynamique : opération à risque au cours de laquelle au moins un élément à risque du système supporte un changement d'état (mécanique, électrique, pneumatique, chimique, etc.) volontaire ou subi ;
- opération à risque en phase statique : opération à risque au cours de laquelle aucun élément à risque du système ne supporte de changement d'état.

Opération non interrompible :

Opération à risque ne pouvant être interrompue pour des raisons de sauvegarde. Le fait d'interrompre l'opération à risque ne constitue pas une remise en sécurité et/ou peut accroître le risque engendré, il est nécessaire de poursuivre l'opération jusqu'à atteindre un niveau de risque acceptable.

Panne avance :

Réalisation d'une fonction sans qu'elle soit désirée.

Panne retard :

Non réalisation d'une fonction lorsqu'elle est désirée.

Phénomène dangereux :

Libération d'énergie ou de substance produisant des effets susceptibles d'infliger un dommage à des cibles (ou éléments vulnérables) vivantes ou matérielles, sans préjuger de l'existence de ces dernières.

Plan Particulier d'Intervention

Le plan particulier d'intervention concerne l'organisation des secours en cas d'accident dont les conséquences débordent ou risquent de déborder largement le cadre du CSG ce en vue de la protection des personnes des biens et de l'environnement.

Plan d'Opération Interne

Le plan d'opération interne est établi en fonction de l'obligation qu'a un établissement présentant des risques, de prévoir l'organisation des secours en cas de sinistre. Il définit les réactions à avoir immédiatement après l'accident.

Plan d'Assistance Mutuelle

Le plan d'assistance mutuelle met en commun les moyens disponibles sur le CSG selon un accord qui lie les différents industriels. Il est mis en œuvre par des personnels du CNES / CSG.

Potentiel de danger

Système (naturel ou créé par l'homme) ou disposition adoptée et comportant un (ou plusieurs) " danger(s) " ; dans le domaine des risques technologiques, un "potentiel de danger" correspond à un ensemble technique nécessaire au fonctionnement du processus envisagé.

Pression maximale attendue en service (Pms) :

Pression relative maximale qu'une capacité, un organe ou un composant à fluide sous pression est susceptible de subir durant sa vie opérationnelle, dans le cadre de son environnement opérationnel.

Produit dangereux :

Produit susceptible de causer un dommage par ses propriétés intrinsèques (mécaniques, physiques, chimiques, biologiques, nucléaires, thermiques, etc.), ou par réaction avec le milieu environnant.

Cette notion inclut notamment toute les « substances et préparations dangereuses » telles que définies dans la réglementation de l'Union Européenne, ainsi que les gaz neutres liquéfiés réfrigérés (azote, hélium etc...) en tant que fluides cryotechniques, et les fluides chauds.

Ratissage :

Action de recherche et d'évacuation menée par les moyens de surveillance des zones terrestres, aériennes ou maritimes, destinée à s'assurer que des personnes non habilitées ne demeurent dans ces zones lorsqu'elles vont devenir dangereuses.

Risque :

Le risque d'un dommage aux personnes, aux biens et à l'environnement résulte de la combinaison de la probabilité d'occurrence du dommage et de sa gravité.

Sauvegarde au sol

Ensemble des dispositions :

- destinées à maîtriser les risques techniques issus des programmes, projets, ou activités, se déroulant au sol et concourant au vol d'un objet spatial, habité ou non,
- et relatives aux compléments et adaptations de la réglementation nationale en matière de sécurité du travail, nécessités par les particularités liées à ces programmes, projets, ou activités (acceptation de risques inhérents à ces programmes, projets, ou activités, spécificités eu égard au Code du Travail, écarts avec celui-ci, carences des textes, etc.).

Elle est techniquement associée à la sécurité du travail, le positionnement de l'interface pouvant être variable selon l'organisation adoptée en matière de sécurité.

Sauvegarde en vol

Ensemble des dispositions destinées à maîtriser les risques techniques durant le vol d'un objet spatial, habité ou non.

Ces dispositions ont pour objectif d'assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement, à la surface de la Terre, ou aux aéronefs en vol, ou aux objets spatiaux en vol, ou dans l'espace atmosphérique ou extra-atmosphérique, contre tout dommage pouvant résulter des évolutions en vol dudit objet.

Seuil des Effets Irréversibles (SEI) :

Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle des effets irréversibles peuvent apparaître au sein de la population exposée

Seuil des Effets Létaux (SEL) :

Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité au sein de la population exposée. La concentration létale CL1% (1% d'effets létaux) est retenue dans les études de danger.

Seuil des Effets Létaux Significatifs (SELS) :

Concentration, pour une durée d'exposition donnée, au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité au sein de la population exposée. La concentration létale CL5% (5% d'effets létaux) est retenue dans les études de danger.



Réf. : CSG-ES-S3S-17201-CNES

Ed/rev : 01/0210

Classe :

GP

Date : 01/033128/106/2016

Page : 12/80

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER
(DDAE) - ENSEMBLE DE LANCEMENT ARIANE N° 4 (ELA4) -
VOLUME 3.1 : ETUDE DE DANGER - GENERALITES ET
REGLES COMMUNES

Système à risque :

Système qui répond à l'un au moins des deux critères suivants :

- il contient un ou plusieurs produits dangereux,
- il est constitué d'un ou plusieurs éléments à risque.

Système de gestion de la Sécurité (SGS) :

Ensemble des dispositions mises en œuvre par l'exploitant au niveau de l'établissement relatives à l'organisation, aux fonctions, aux produits et aux ressources de tout ordre ayant pour objet la prévention et le traitement des accidents majeurs.

2.2. Sigles

AC	: A confirmer
ATEX	: Atmosphère Explosible
BAL	: Bâtiment d'Assemblage Lanceur
BAF	: Bâtiment d'Assemblage Final
BCS	: Bureau de Coordination Sauvegarde
BEAP	: Banc d'Essai des Accélérateurs à Poudre
BIL	: Bâtiment d'Intégration Lanceur
BIP	: Bâtiment d'Intégration Propulseur
BSA	: Boîtier de Sécurité d'Armement
BSE	: Barrière de Sécurité Electrique Bâtiment de Stockage des Etages
BSPP	: Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris
CC	: Corps Central
CCS	: Contrôle Commande Servitude
CDL3	: Centre de Lancement n°3
CISG	: Communauté Industrielle Spatiale de Guyane
CMCK	: Centre Médico-Chirurgical de Kourou
CS	: Composite Supérieur
CSG	: Centre Spatial Guyanais
CT	: Centre Technique
CU	: Charges Utiles
DAAR	: Dispositif accroche arrière (ESR au CC)
DAAV	: Dispositif accroche avant (ESR au CC)
Dc	: Diamètre critique
DIECCTE	: Direction des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi
DDAE	: Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
DOP	: Détonateur opto-pyrotechnique
EAP	: Etage d'Accélération à Poudre
ELA	: Ensemble de Lancement Ariane
ELVega	: Ensemble de Lancement Vega
EOGSE	: Electrical Optical ground support equipment

EPC	: Etage Principal Cryotechnique
EPCU	: Ensemble de Préparation des Charges Utiles
EPS	: Etage à Propergols Stockables
ES	: Electrostatique
ESP	: Equipement Sous Pression
ESR	: Equipped Solid Rocket – P120
EST	: Etude de Sécurité du Travail
FASO	: Fiche d'Activité et de Suivi Opérationnel
FDS	: Fiche de Données de Sécurité
FF	: Fusée de Freinage
GPT	: Ground Propellant Tank
HA	: Hall d'Assemblage
IAD	: Indice d'Aptitude à la Détonation
ICPE	: Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IFOC	: Initiateur Fonctionnant par Onde de Choc
IGFS	: Igniter Gas Feeding System
IPE	: Inspection de l'armement pour les Poudres et Explosifs
LDT	: Ligne De Transmission pyrotechnique
LFU	: Laser Firing Unit
LLPM	: Lower Liquid Propulsion Module
LMC	: Loaded Motor Case
LPS	: Liquid Propulsion System
MALT	: Mise à la Terre
MER	: Manche d'Evacuation Rapide
MG	: Mobile gantry (portique mobile)
MMH	: MonoMethylHydrazine
MMR	: Mesure de Maîtrise des Risques
MON	: Mixed Oxides of Nitrogen
OSB	: Barrière optique de sécurité
PAM	: Plan d'Assistance Mutuelle
PF	: Plateforme
POI	: Plan d'Opération Interne
PPAM	: Politique de Prévention des Accidents Majeurs
PPI	: Plan Particulier d'Intervention
PPRT	: Plan de Prévention des Risques Technologiques

P80	: 1 ^{er} étage du lanceur Vega
RACS	: Roll and Attitude Control System
REI	: Règlementation de l'Exploitation des installations du CSG
RMV	: Relais Multi-Voies
SDF	: Sûreté de fonctionnement
SEI	: Seuil des Effets Irréversibles
SEL	: Seuil des Effets Létaux
SELS	: Seuil des Effets Létaux Significatifs
SGS	: Système de Gestion de la Sécurité
SMUR	: Secours Mobile d'Urgence et de Réanimation
SRM	: Solid Rocket Motor
SSR	: Safety Snap Rings
TCD	: Transition Choc Détonation
TDD	: Transition Déflagration Détonation
TMD	: Transport de Marchandises Dangereuses
UDMH	: Unsymmetrical DiMethylHydrazine 1,1-diméthylhydrazine
ULPM	: Upper Liquid Propulsion Module
UPG	: Usine de Propergol de Guyane
VLI	: Vitesse Limite d'Impact
ZL3	: Zone de Lancement Ariane n°3
ZL4	: Zone de Lancement Ariane n°4
ZLV	: Zone de Lancement Vega
ZSE	: Zone de Stockage Ergols
ZSP	: Zone Support Pyrotechnique

4. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGER

4.1. Inventaire des produits dangereux

Parmi les produits dangereux stockés et mis en œuvre au sein de l'ELA4, on distingue principalement :

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 17 du document initial)

4.2. Inventaire des dangers liés aux produits

4.2.1. Potentiels de danger des objets pyrotechniques

Dans l'attente de la définition du propergol solide et des objets pyrotechniques du lanceur, il sera considéré en première approche que les caractéristiques de sécurité du propergol A6 sont similaires à celles du propergol A5, notamment vis-à-vis du classement en division de risque DR1.3b, de la détonabilité (diamètre critique, vitesse limite d'impact), de la non sensibilité aux décharges électrostatiques du propergol et des caractéristiques des produits de combustion.

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 17 à 26 du document initial)

Le tableau ci-après synthétise la division de risque ainsi que les principaux effets pyrotechniques des objets pyrotechniques dont les effets du fonctionnement intempestif débordent potentiellement de l'ELA4.

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 18 du document initial)

Objet pyrotechnique	Division en emballage de transport	Division hors emballage	Masse active	Effets principaux

Tableau: Objets pyrotechniques présents sur le lanceur Ariane 6 dont les effets du fonctionnement intempestif débordent potentiellement de l'ELA4

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 18 du document initial)

Il est rappelé ci-après les différents modes de décomposition d'un matériau pyrotechnique :

- la **combustion** (propagation **conductive**), lorsque la surface du matériau énergétique, non poreux, entre en réaction sous le double effet du rayonnement et de la conduction thermique de la chaleur engendrée par le matériau ayant déjà réagi. Il s'agit d'une combustion par couches parallèles dont la vitesse de propagation, dans le matériau non décomposé, est de l'ordre de **quelques millimètres par seconde**. Les produits de décomposition du matériau ont une vitesse opposée au front de combustion.
- la **déflagration** (propagation **convective**), lorsque le matériau énergétique poreux, pulvérulent ou endommagé entre en réaction sous l'effet de la chaleur apportée par le rayonnement, la conduction et la convection du matériau ayant déjà réagi. Dans ce cas, il n'y a plus de combustion par couches parallèles, la vitesse de propagation, dans le matériau non décomposé, va de **quelques millimètres à quelques milliers de mètres par seconde**. Cependant les produits de décomposition du matériau ont encore une vitesse opposée au front de combustion.
- la **détonation** (propagation par une **onde de choc**), lorsque la vitesse de propagation du front de décomposition du matériau énergétique est de **plusieurs milliers de mètres par secondes**. La détonation débute et se propage dans le matériau par une onde de choc supersonique. Au passage du front de l'onde, il y a complète décomposition du solide initial en gaz. Dans le cas d'une détonation, les produits de décomposition du matériau énergétique ont une vitesse dirigée dans le sens de propagation du front de réaction (contrairement aux cas de combustion ou de déflagration).

Il est à noter que sur les installations de l'ELA4, le propergol solide n'est jamais à nu. Tout risque de contact d'une matière incompatible avec celui-ci est exclu.

Les principaux résultats des essais de sécurité du propergol solides sont dressés dans le tableau ci-après.

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 22 du document initial)	Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 22 du document initial)
Propergol	
Classe et division de risque	
Classement au transport et groupe de compatibilité	
Température auto inflammation STANAG 4415	
Sensibilité au frottement STANAG 4487	
Sensibilité au choc STANAG 4489	
Sensibilité aux décharges capacitatives STANAG 4490 annexe B	
Vitesse de combustion à pression atmosphérique	

⁽¹⁾ Valeurs du P80 de VEGA, prises du fait de la similitude des formulations, en attendant les valeurs réelles des essais sur P120C

Tableau: Principales caractéristiques de sécurité du propergol solide

Détonation

Les mécanismes de mise en détonation et les effets qui en découlent sont au nombre de deux :

- par transition d'un choc mécanique intense (onde de choc avec une pression supérieure à quelques dizaines de kbar, éclats à grande vitesse supérieure à 900 m/s) à la détonation (TCD),
- par transition de la déflagration (combustion violente) à la détonation (TDD), ce phénomène peut concerner les matériaux poreux, fissurés ou divisés. Il est directement lié aux propriétés mécaniques et balistiques du matériau énergétique.

Pour le propergol solide, les paramètres importants permettant de quantifier le phénomène de TCD sont :

- le Diamètre critique (Dc), c'est le diamètre de sécurité caractérisé par la possibilité d'entretenir une onde de choc dans le matériau,
- l'aptitude à la détonation derrière barrière. Elle est déterminée par une épreuve de sécurité destinée au classement réglementaire des matériaux énergétiques, et consiste à déterminer le nombre de cartes d'acétate de cellulose empilées pour former une barrière, nécessaires pour interdire la transmission de la détonation entre une cartouche de 320 g d'explosif initiatrice et une cartouche confinée contenant le matériau pyrotechnique à tester. Le résultat est exprimé en Indice d'Aptitude à la Détonation (IAD) mesuré par le nombre de cartes. Un matériau énergétique est d'autant moins sensible que son IAD est faible.

Remarque : le test IAD est pratiqué en diamètre 40 mm. Pour être tout à fait pertinent, ce test devrait être pratiqué avec un diamètre supérieur au diamètre critique. Néanmoins, le retour d'expérience de SNPE fixe à 15 kbar la pression de choc nécessaire à la mise en détonation des propergols de type Butalane.

- l'équivalent TNT en effet de souffle, c'est le rapport des masses de TNT et de propergol qui produisent les mêmes effets aux mêmes distances.

et les paramètres importants permettant de quantifier le phénomène de TDD sont :

- la pression critique (Pc) de passage d'une combustion conductive à une combustion convective,
- la Vitesse Limite d'Impact (VLI) au-dessus de laquelle le propergol sollicité par une agression mécanique se fragmente de façon importante (friabilité) et la combustion ne s'effectue plus en couches parallèles mais conduit à la détonation du matériau fragmenté.

Le tableau suivant synthétise les valeurs de ces paramètres.

	IAD ⁽¹⁾	Dc ⁽¹⁾	Equivalent TNT en effet de souffle ⁽²⁾	VLI ⁽¹⁾
Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 23 du document initial)				

Valeurs du P80 de VEGA, prises du fait de la similitude des formulations, en attendant les valeurs réelles des essais sur P120C

⁽¹⁾ Valeurs SNPE pour la famille des Butalanes

Tableau: données propergol ESR

Il est rappelé les règles requises pour qu'un propergol solide puisse être classé en division de risque 1.3. Il faut que le propergol possède les caractéristiques suivantes (Règle SNPE) :

- le propergol doit être compact et sain (pas de porosités),
- IAD inférieur à 240 cartes,
- VLI supérieure à 150 m/s,
- Pc supérieure à 600 MPa,
- Vitesse de combustion à pression atmosphérique de quelques mm/s.

Vis-à-vis du mécanisme de transition choc-détonation pour laquelle l'énergie externe apportée par une onde de choc ou par des éclats rapides (éclats primaire) permet la détonation du produit, les formules de calcul des distances d'éloignement entre charges détonantes pour éviter leur explosion en masse sont les suivantes :

- pour une onde de choc : $0.5Q^{1/3}$
- pour des éclats rapides : $2.4Q^{1/3}$

avec Q : la masse équivalente TNT en kg.

Les seules charges potentiellement détonantes pouvant être rencontrées sur le CSG sont les objets pyrotechniques de division de risque DR1.3 comportant un chargement de propergol solide : ESR, EAP, P80, Zefiro, segment Ariane 5.

L'application de la 2^{ème} formule (cas majorant) installations fixes comportant ces charges détonantes donne les distances minimales d'éloignement requises entre une première charge détonante (ESR, EAP, P80, Zefiro, segment Ariane 5) et le lanceur Ariane 6 présent en ZL4.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après. Ils montrent que du fait de l'implantation géographique des installations, il ne peut y avoir explosion en masse entre une charge détonante présente dans une installation fixe du CSG et le lanceur Ariane 6 présent en ZL4, ou un ESR en transport.

Seul un acte de malveillance, exclu du champ de la présente étude de dangers, pourrait constituer une agression par onde de choc ou éclats rapides à une distance inférieure à la distance d'éloignement requise.

Installation comportant un SRM ou un segment Ariane	Charge détonante	Masse eq. TNT	Distance d'éloignement minimale requise	Distance de l'installation à la ZL4	Distance de l'installation à la voie de circulation des ESR (*)
Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 25 du document initial)					

(*) : sauf bâtiment de départ et bâtiment d'arrivée

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 25 du document initial)

Tableau: distance minimale d'éloignement entre charges détonantes

En conclusion :

- vis-à-vis du mécanisme TCD :
 - l'IAD de la Butalane Ariane 6 est inférieur à 1 carte,
 - bien que l'épaisseur de propergol soit supérieure au diamètre critique, il n'existe aucune source d'agression accidentelle par une onde de choc (pression de choc supérieure à 15 Kbar) ou par éclats rapides (éclats de dimension caractéristique supérieure au diamètre critique et vitesse de choc d'environ 1800 m/s) susceptible de faire transiter en détonation les chargements de propergol solide du lanceur Ariane 6,
- vis-à-vis du mécanisme TDD :
 - les chargements ne sont livrés à l'EL4 que s'ils présentent toutes les caractéristiques de sécurité requises et notamment si le chargement est sain (non poreux),
 - la VLI est supérieure à 150 m/s.

Il en résulte que tout phénomène dangereux de détonation à l'ELA4 d'un étage à propergol solide est écarté.

Cependant, pour un scénario d'envol incontrôlé d'un étage à propergol solide ou du lanceur intégré (voir §5.2.1.3), la détonation au sol d'un chargement de propergol, détonation partielle ou totale de la masse de propergol résiduelle, ne peut pas être écartée du fait de l'énergie importante à l'impact au sol à la retombée de l'étage et de l'endommagement éventuel du chargement.

4.2.1.1. Eclatement pneumatique d'un chargement de propergol solide

L'éclatement pneumatique correspond à la rupture mécanique de l'enveloppe d'un chargement sous l'effet d'une surpression générée par la combustion du propergol en milieu confiné.

L'éclatement pneumatique peut avoir lieu dans des conditions d'initiation du propergol très dégradées en dehors de la surface du canal du chargement, principalement par une agression externe mécanique ou thermique.

Dans ce cas, l'initiation du propergol requiert un niveau d'agression élevé (choc violent, chute du propulseur, incendie) induisant un endommagement important de la structure.

La combustion du propergol entraînera alors l'ouverture de la structure avec une combustion en tas et des projections limitées. La vitesse des projections éventuelles est aussi limitée d'une part en raison de la faible pression des gaz de combustion du fait du déconfinement lié à l'ouverture de la structure fragilisée, et d'autre part en raison d'une vitesse de combustion lente (combustion conductive en couches parallèles) compte tenu des propriétés balistiques et mécaniques du propergol : $V_{LI} > 150$ m/s et $P_c > 600$ MPa.

Il est à noter que dans le cas de l'ESR, la structure en composite carbone présente une tenue beaucoup plus faible qu'une structure métallique vis-à-vis de ce type d'agression externe mécanique (cisaillement, poinçonnement) ou thermique.

Par ailleurs, le fonctionnement intempestif des réglettes de destruction équipant ces étages conduirait aussi, en cas d'initiation du propergol, à une ouverture de celui-ci selon deux génératrices sans projection importante et avec une combustion en tas.

En effet, pour qu'un éclatement pneumatique puisse avoir lieu et crée une zone de danger par projection d'éclats, il est chronologiquement nécessaire d'initier d'abord le propergol pour obtenir une pression interne du chargement significative (une dizaine de bar au moins), puis de découper la structure par les réglettes de destruction.

Tout phénomène dangereux de type éclatement pneumatique au sol d'un ESR par une agression mécanique ou thermique, ne peut être écarté. Les effets redoutés sont dans ce cas principalement des effets thermiques et de surpression, avec des projections d'éclats inertes et de propergol limitées.

4.2.1.2. Envol d'un étage à propergol solide ou du lanceur intégré

En cas d'allumage d'un chargement de propergol par le canal central, à partir du moment où la poussée résiduelle résultant de l'éjection des gaz de combustion est supérieure au poids de l'objet intégré comprenant le chargement, il y a déplacement voire envol de l'objet.

On peut distinguer deux cas de figure :

- il existe une poussée et une contre poussée respectivement par le fond arrière et le fond avant : c'est le cas d'un SRM sans allumeur,
- il existe une poussée sans contre poussée : c'est le cas d'un SRM équipé de son allumeur.

Pour que le phénomène d'envol incontrôlé existe, il faut réunir les 3 conditions suivantes :

- les conditions d'allumage sont proches de celles d'un allumage nominal, c'est-à-dire soit par une agression conduisant à l'initiation de la chaîne pyrotechnique d'allumage, soit par une agression du canal du chargement par la tuyère,
- la poussée résultante doit être supérieure au poids de l'objet intégré et de ses outillages
- l'agression ne procure aucun endommagement de la structure, ou l'endommagement est tel qu'il ne conduit pas à un éclatement pneumatique.

A l'instar des étages P80 et Zefiro du lanceur Vega, le phénomène dangereux « envol incontrôlé d'un ESR » est maîtrisé par des anneaux de rupture, dits « safety snap rings » (SSR) équipant la liaison allumeur – fond avant. Ces SSR sont dimensionnés pour une rupture dans une plage spécifiée de pression. Leur rupture entraîne l'éjection de l'allumeur permettant ainsi un déconfinement du moteur sans envol incontrôlé. Ces SSR équipent les ESR.

Il est à noter que les anneaux SSR de l'ESR sont mis en place au moment de l'intégration de l'allumeur au bâtiment d'intégration des propulseurs (BIP), l'ESR est donc livré en ZL4 avec ses propres SSR.

Des études sont en cours afin d'analyser le risque d'envol incontrôlé d'un ESR muni de ces SSR, dans toutes les phases de vie de l'ESR (position ESR avec tuyère vers le bas ou vers le haut, position ESR avec tuyère horizontale).

L'objectif de ces études est de démontrer que quelle que soit la position (vol / anti-vol), le bilan des forces résultant de la rupture des SSR conduit à une force orientée vers le bas maintenant le propulseur au sol par un dimensionnement adapté des SSR.

Le dimensionnement et les tests de qualification des SSR des ESR seront réalisés de manière à démontrer une rupture du SSR à pression conforme à la spécification.

Lorsque les ESR sont raccordés au CC par les bielles DAAR et les boulons DAAV, ils forment avec le corps central un lanceur intégré A62 (avec 2 ESR) ou A64 (avec 4 ESR), en fonction de la version du lanceur Ariane 6.

En fonction de l'avancement de la campagne et de la chronologie, on distingue six cas pouvant conduire potentiellement à l'envol incontrôlé (soit d'un ESR, soit du lanceur intégré) suite à l'allumage d'un ESR ou de plusieurs ESR :

#	Phase	Configuration lanceur / ESR	Scénario	Moyens/phénomènes s'opposant à l'envol	Conclusion
1	Jusque J-1	ESR (avec SSR) intégré ou non au lanceur A62 ou A64	Allumage « nominal » d'un ESR par agression du canal ou de la chaîne d'allumage	Déconfinement du moteur par déclenchement du SSR	Envol exclu
2	J-1 J0	ESRs (sans SSR) intégrés au lanceur A62, avec CS hissé	Allumage « nominal » d'un ESR par agression du canal ou de la chaîne d'allumage	Non propagation de l'allumage au 2 ^{ème} ESR par conception de la table, du carneau et du déflecteur	Scénario possible
				<i>Poussée d'un ESR inférieure au poids total du lanceur intégré (*)</i>	
				Reprise de poussée par le lanceur via les attaches DAAR/DAAV	
3	J-1 J0	ESRs (sans SSR) intégrés au lanceur A64, avec CS hissé	Allumage « nominal » d'un ESR par agression du canal ou de la chaîne d'allumage	Non propagation de l'allumage aux autres ESR par conception de la table, du carneau et du déflecteur	Scénario possible
				<i>Poussée d'un ESR inférieure au poids total du lanceur intégré (*)</i>	
				Reprise de poussée par le lanceur via les attaches DAAR/DAAV	
4	Jusque J-1	ESRs (sans SSR) intégrés au lanceur A62 ou A64	Allumage « nominal » de tous les ESR par envoi d'une commande intempestive de mise à feu	LFU non raccordée empêchant la génération de l'ordre optique	Scénario possible
				Barrière de sécurité électrique (BSE) empêchant l'alimentation de puissance LFU	
5	J0 jusqu'à la séquence synchronisée (H0-7mn)	ESRs (sans SSR) intégrés au lanceur A62 ou A64	Allumage « nominal » de tous les ESR par envoi d'une commande intempestive de mise à feu	Barrière de sécurité électrique (BSE) empêchant l'alimentation de puissance LFU	Scénario possible
6	Séquence synchronisée (H0-7mn)	ESRs (sans SSR) intégrés au lanceur A62 ou A64	Allumage « nominal » de tous les ESR par envoi d'une commande intempestive de mise à feu		Scénario possible jusqu'au H0

Tableau: scénarios d'envol d'un ESR ou du lanceur intégré

(*) L'efficacité de cette barrière de sécurité vis-à-vis de l'envol incontrôlé ne peut pas être validée au stade actuel de l'avancement du projet Ariane 6. Cette hypothèse sera consolidée dans les révisions ultérieures de la présente étude.

Le cas 1 se rapporte au risque d'envol incontrôlé d'un étage à propergol solide (ESR) muni de son anneau de sécurité (SSR) ou d'un lanceur intégré dont les ESR sont encore munis de leur SSR. La présence des

SSR permet le déconfinement du moteur suite à l'allumage nominal d'un ou de plusieurs ESR. Ces SSR constituent un moyen de maîtrise des risques déterministe.

Les cas 2 à 6 se rapportent au risque d'envol incontrôlé du lanceur intégré dont les SSR des ESR ont été remplacés par les anneaux de vol.

L'hypothèse de la non-rupture des liaisons DAAR/DAAV est retenue pour les cas 2 et 3 et sera validée par étude. En effet, les attaches DAAR/DAAV sont conçues pour transmettre la poussée de l'ESR au lanceur.

Par conception de la table, des carneaux et du déflecteur, la propagation de l'allumage d'un ESR aux ESR voisins est écartée. Dans ces cas, la masse totale minimale du lanceur (estimée à 370 t pour l'Ariane 62 et à 690 t pour l'Ariane 64) est supérieure à la poussée d'un ESR, ce qui permet de considérer ces scénarios comme extrêmement peu probables.

Les cas 4 à 6 se rapportent à l'allumage nominal simultané de tous les ESR (4 ou 2, en fonction de la configuration du lanceur Ariane 6). La seule hypothèse retenue pour parvenir à un allumage nominale de tous les ESR est l'envoi intempestif d'une commande de mise à feu. Le cas 4 peut être écarté par le raccordement au plus tard de la « Laser Firing Unit » (LFU), qui empêche la génération d'un ordre optique suite à la réception d'une commande mise à feu. Après le raccordement de la LFU (cas 5), ce risque est maîtrisé par la présence des 2 barrières de sécurité électrique (BSE) qui isolent la batterie de puissance de la LFU et empêche toute génération de signal optique susceptible d'initier les détonateurs optopyrotechniques (DOP). L'armement des 2 BSE a lieu dans les dernières minutes de la chronologie de lancement, lors de la fin de la séquence synchronisée (cas 6).

En cas de défaillance de ces barrières, les conséquences potentielles les plus probables d'un envol incontrôlé sont des projections des fragments à l'impact au sol lors de la retombée des étages, avec des effets thermiques résultant de la combustion du propergol résiduel. Cependant, la détonation au sol partielle ou totale d'un chargement de propergol endommagé (fissuré) par les effets de l'agression ayant entraîné l'allumage et/ou par son environnement, ne peut être exclue. Les effets sont alors une surpression aérienne.

La mise en place de ces barrières robustes et passives limitent l'occurrence du phénomène dangereux d'envol incontrôlé à un niveau aussi faible que possible pendant toutes les phases de vie de production du d'un ESR et du lanceur (stockage, préparation, intégration et transport des ESR) jusqu'à la phase finale d'une campagne liée à la chronologie de lancement.

En effet, la finalité du lanceur étant de décoller, ce décollage n'est possible qu'après la levée successive de l'ensemble des barrières de sécurité conduisant au retrait des anneaux de sécurité au plus tard.

Après décollage, la neutralisation du lanceur est assurée par la Sauvegarde Vol par l'activation télécommandée, ou automatique selon le cas, de la destruction du lanceur

Combustion de propergol solide et effets toxiques

En cas de prise en feu accidentelle du propergol solide ou d'un lancement Ariane 6 (allumage des ESR), les gaz générés par la combustion sont constitués de gaz chlorhydrique (HCl) et sont donc à l'origine de l'émission d'un nuage toxique.

4.2.2. Potentiels de danger des substances et mélanges dangereux ne relevant pas de la classe 1 des marchandises dangereuses

Les dangers (classification et étiquetage) présentés par les substances et mélanges dangereux employés ne relevant pas de la classe 1 des marchandises dangereuses sont synthétisés dans le tableau ci-après, selon le règlement CLP. Ces données proviennent principalement des fiches de données de sécurité des produits.

L'azote et l'hélium sont des gaz inertes, ils présentent des dangers d'asphyxie par anoxie dans des zones confinées.

Produit	N° CAS	Mention de danger
Azote gazeux / liquide réfrigéré	7727-37-9	Mention d'avertissement : Attention
		<u>Dangers physiques</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H280 Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur ; Gaz sous pression : Gaz comprimés Gaz liquéfiés Gaz dissous ▪ H281 Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures, Gaz sous pression : gaz liquéfié réfrigéré ▪ Asphyxiant à forte concentration
		<u>Conseils de prudence</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Stockage</u> <ul style="list-style-type: none"> • P403 – Stocker dans un endroit bien ventilé.
Hélium	7440-59-7	Mention d'avertissement : Attention
		<u>Dangers physiques</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H280 Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur ; Gaz sous pression : Gaz comprimés Gaz liquéfiés Gaz dissous ▪ Asphyxiant à forte concentration
		<u>Conseils de prudence</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Stockage</u> <ul style="list-style-type: none"> • P403 – Stocker dans un endroit bien ventilé.
Hydrogène liquide réfrigéré	1333-74-0	Mention d'avertissement : Danger
		<u>Dangers physiques</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H220 Gaz très inflammable, Gaz inflammable catégorie 1 ▪ H281 Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures, Gaz sous pression : gaz liquéfié réfrigéré
		<u>Conseils de prudence</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P210 – Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. – Ne pas fumer. • P282 – Porter des gants isolants contre le froid/un équipement de protection du visage/ des yeux. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P336+P315 – Dégeler les parties gelées avec de l'eau tiède. Ne pas frotter les zones touchées. Consulter immédiatement un médecin. • P377 – Fuite de gaz enflammé : Ne pas éteindre si la fuite ne peut pas être arrêtée sans risque. • P381 – Éliminer toutes les sources d'ignition si cela est faisable sans danger. ▪ <u>Stockage</u> <ul style="list-style-type: none"> • P403 – Stocker dans un endroit bien ventilé.
Oxygène liquide réfrigéré	7782-44-7	Mention d'avertissement : Danger
		<u>Dangers physiques</u> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H270 Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant, Gaz comburant catégorie 1 ▪ H281 Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures, Gaz sous pression : gaz liquéfié réfrigéré

Produit	N° CAS	Mention de danger
		<p><u>Conseils de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P244 – Ni huile, ni graisse sur les robinets et raccords. • P220 – Tenir à l'écart des matières combustibles. • P282 – Porter des gants isolants contre le froid/un équipement de protection du visage/ des yeux. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P336+P315 – Dégeler les parties gelées avec de l'eau tiède. Ne pas frotter les zones touchées. Consulter immédiatement un médecin. • P370+P376 – En cas d'incendie : obturer la fuite si cela peut se faire sans danger. ▪ <u>Stockage</u> <ul style="list-style-type: none"> • P403 – Stocker dans un endroit bien ventilé
Péroxyde d'azote Dioxyde d'azote Tetraoxyde d'azote	10102-44-0 10544-72-6	<p>Mention d'avertissement : Danger</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H270 Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant, Gaz comburant catégorie 1 ▪ H280 Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur, Gaz sous pression – Gaz liquéfié <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H330 Mortel par inhalation ; Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 1 ▪ H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves ; Corrosion /irritation cutanée, catégorie 1B ▪ H318 Provoque des lésions oculaires graves Lésions oculaires graves /irritation oculaire, catégorie 1 ▪ EUH071 Corrosif pour les voies respiratoires <p><u>Mentions de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • Tenir à l'écart des matières combustibles. • Ne pas respirer les gaz, vapeurs. • Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/ du visage. • Ni huile, ni graisse sur les robinets et raccords. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • En cas d'incendie : obturer la fuite si cela peut se faire sans danger. • EN CAS D'INHALATION : transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer. Consulter immédiatement un médecin. • EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU : (ou les cheveux) enlever immédiatement les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/se doucher. Consulter immédiatement un médecin. • EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. Consulter immédiatement un médecin. ▪ <u>Stockage</u> <ul style="list-style-type: none"> • Garder sous clef. • Stocker dans un endroit bien ventilé.
		<p>Mention d'avertissement : Danger</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - H225 Liquide et vapeurs très inflammables ; Liquides inflammables, catégorie 2 <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H300 Mortel en cas d'ingestion ; Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 1 ▪ H311 Toxique par contact cutané ; Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3 ▪ H314 Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires ; Corrosion /irritation cutanée, catégories 1B ▪ H330 Mortel par inhalation ; Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 1 ▪ H351 Susceptible de provoquer le cancer ; Cancérogénicité, catégorie 2 <p><u>Dangers pour l'environnement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H411 Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme
Monométhylhydrazine	60-34-4	<p>Mention d'avertissement : Danger</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - H225 Liquide et vapeurs très inflammables ; Liquides inflammables, catégorie 2 <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H300 Mortel en cas d'ingestion ; Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 1 ▪ H311 Toxique par contact cutané ; Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3 ▪ H314 Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires ; Corrosion /irritation cutanée, catégories 1B ▪ H330 Mortel par inhalation ; Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 1 ▪ H351 Susceptible de provoquer le cancer ; Cancérogénicité, catégorie 2 <p><u>Dangers pour l'environnement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H411 Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme

Produit	N° CAS	Mention de danger
		<p><u>Mentions de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P260 Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols. • P264 Se laver ... soigneusement après manipulation • P273 Éviter le rejet dans l'environnement. • P280 Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage. • P284 Porter un équipement de protection respiratoire.
Hydrazine	302-01-02	<p>Mention d'avertissement : Danger</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H226 : Liquide et vapeurs inflammable ; Liquides inflammables, catégorie 3 <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H301 : Toxique en cas d'ingestion ; Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 3 ▪ H311 : Toxique par contact cutané ; Toxicité aiguë (par voie cutanée), catégorie 3 ▪ H314 : Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires ; Corrosion /irritation cutanée, catégories 1B ▪ H317 : Peut provoquer une allergie cutanée ; Sensibilisation cutanée, catégorie 1 ▪ H331 : Toxique par inhalation ; Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3 ▪ H350 : Peut provoquer le cancer ; Cancérogénicité, catégories 1B <p><u>Dangers pour l'environnement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H400 Très toxique pour les organismes aquatiques ; Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ▪ H410 Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets à long terme ; Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 1 <p><u>Mentions de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P201 : Se procurer les instructions avant utilisation. • P261 : Éviter de respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols. • P273 : Éviter le rejet dans l'environnement. • P280 : Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P301+P310 : EN CAS D'INGESTION : appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin. • P305+P351+P338 : EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer
Soude	1310-73-2	<p>Mention d'avertissement : Danger</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H290 Peut être corrosif pour les métaux. <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H314 Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves. <p><u>Conseils de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P280 Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P301 + P330 + P331 EN CAS D'INGESTION : rincer la bouche. NE PAS faire vomir. • P305 + P351 + P338 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. • P309 + P310 EN CAS d'exposition ou d'un malaise : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.
1,1,1,2-Tétrafluoroéthane (R 134a)	811-97-2	<p>Mention d'avertissement : Attention</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H280 Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur ; Gaz sous pression : Gaz comprimés Gaz liquéfiés Gaz dissous ▪ Asphyxiant à forte concentration <p><u>Dangers pour l'environnement</u> : Gaz à effet de serre fluorés relevant du protocole de Kyoto</p>

Produit	N° CAS	Mention de danger
		<p><u>Mentions de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stockage : P403 – Stocker dans un endroit bien ventilé
Propane	106-97-8	<p>Mention d'avertissement : danger, attention</p> <p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H220 Gaz extrêmement inflammable - Catégorie 1 ▪ H280 - Contient un gaz sous pression, peut exploser sous l'effet de la chaleur – Gaz liquéfié <p><u>Conseils de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • P102 Tenir hors de portée des enfants • P210 Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et de toute autre source d'inflammation. Ne pas fumer • P377 Fuite de gaz enflammée : Ne pas éteindre si la fuite ne peut pas être arrêtée sans danger • P381 Eliminer toutes les sources d'ignition si cela est faisable • P403 Stocker dans un endroit bien ventilé • P410 Protéger du rayonnement solaire
Hypochlorite de sodium	7681-52-9	<p><u>Dangers physiques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H290 Peut être corrosif pour les métaux <p><u>Dangers pour la santé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves ▪ H335: Peut irriter les voies respiratoires. <p><u>Dangers pour l'environnement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques <p><u>Conseils de prudence</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Prévention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P260 - Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols. • P280 Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage. ▪ <u>Intervention</u> <ul style="list-style-type: none"> • P301 + P330 + P331 EN CAS D'INGESTION : rincer la bouche. NE PAS faire vomir. • P304+P340 - EN CAS D'INHALATION: transporter la victime à l'extérieur et la maintenir au repos dans une position où elle peut confortablement respirer. • P305 + P351 + P338 EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer. • P309 + P310 EN CAS d'exposition ou d'un malaise : Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin.

4.2.3. Réduction des potentiels de dangers

La réduction des potentiels de dangers des substances et mélanges dangereuses et des objets pyrotechniques est assurée principalement par la mise en œuvre de la quantité limitée au besoin des opérations sur les installations de préparation, de stockage et de lancement.

Il est à noter que

- les stockages cryotechniques sont dimensionnés pour deux tentatives de lancement.
- le stockage de propane est permanent car les cuves sont alimentées par un ravitaillement des Antilles ou d'Europe. Afin de limiter la fréquence des opérations d'avitaillement (2max / an), la quantité de propane stockée couvre plusieurs lancements.
- Le plan d'opérations Ariane 6 est conçu de manière à réduire les potentiels de dangers par une « montée en puissance progressive » en matière de quantités et de nature des produits dangereux

Les équipements et les installations électriques exposent, d'une façon générale, le personnel aux dangers du courant électrique (électrocution, brûlure), et les installations au danger d'incendie ou d'explosion pour les zones à atmosphère explosible.

Les systèmes fluides sous pression pneumatique des installations sol présentent un danger d'éclatement et de projection des équipements sous pression, ainsi qu'une libération du fluide sous pression.

Les systèmes cryotechniques des zones de stockages présentent un risque pour les opérateurs de brûlure par le froid. Les systèmes cryotechniques sous pression présentent un danger d'éclatement et de projection des équipements sous pression, ainsi qu'une libération du fluide sous pression.

Les systèmes de manutention de levage, de transfert et de verticalisation présentent un danger de chute de la charge, de choc, de frottement entre la charge manipulée et son environnement (personnel, propulseur, installations).

Le travail en hauteur expose le personnel au danger de chute de grande hauteur, ainsi qu'au danger de chute des outillages sur les personnels, le lanceur et les installations.

5. INVENTAIRE DES SOURCES D'AGRESSIONS ISSUES DE L'ENVIRONNEMENT

5.1. Sources d'agression issues de l'environnement naturel

L'inventaire des sources d'agressions issues de l'environnement naturel fait l'objet d'une note spécifique répertoriée dans le volume 0 du dossier, et jointe au présent volume 3.1.

5.1.1. Foudre

La foudre est une source d'agression potentielle des objets pyrotechniques (ESR, lanceur intégré, etc.) et des systèmes contenant des substances ou mélanges dangereux (RSM, lanceur en chronologie, etc.).

Ces objets et systèmes à risques peuvent être agressés

- par coups de foudre directs ou indirects sur les installations sol qui les protègent (portique mobile, BAL, etc.),
- par coups de foudre directs ou indirects sur lesdits objets et systèmes pendant les phases de transfert où ils se trouvent à l'extérieur des installations protégées.

Afin de maîtriser ce risque, les installations de l'ELA4 sont conformes à la réglementation concernant la protection foudre. De plus, l'aire de lancement de la ZL4 est en permanence protégée par quatre mâts foudre, que le portique mobile soit en position avant ou arrière.

L'autorisation de débiter une opération de transfert d'un objet ou système à risques n'est donnée que suite à une prévision foudre favorable. Cette prévision est mise à jour pendant toute la durée de l'opération sur quart d'heure glissant.

5.1.2. Vent

En chronologie finale de lancement, lorsque le portique mobile est en position arrière, le lanceur est directement sujet au vent. Préalablement au début du retrait du portique mobile, les conditions de vent sont vérifiées. Les conditions actuelles de vent et une prévision des conditions futures de vent sont analysées afin d'autoriser le début de l'opération de retrait du portique mobile.

Séismes

La Guyane est classée en zone de sismicité « très faible » (niveau 1). Au sens des articles R.563-1 à R.563-8 du Code de l'Environnement, on entend par zone de sismicité « très faible », une zone pour laquelle il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les ouvrages dits à « risque normal ». Il est à noter cependant trois séismes récents ressentis en Guyane.

L'un a eu lieu le 8 juin 2006 avec une magnitude de 5.2 sur l'échelle de Richter. La secousse a été ressentie sur tout le littoral guyanais, l'épicentre étant situé à 50 km au Sud-Est de Cayenne. Le dernier second séisme a eu lieu le 29 novembre 2007 au nord de la Martinique avec une magnitude de 7.4 et a été ressenti à Kourou avec une magnitude comprise entre 4 et 4.5.

Enfin, deux séismes, de magnitudes 5.9 et 6.7 selon l'Observatoire Sismologique et Volcanologique de la Martinique (OVSM), sont survenus le jeudi 16 juillet 2015 au large de l'île de la Barbade, à 7h01 (heure locale) pour le premier, puis à 11h16 pour le second. Le premier de ces deux séismes a été faiblement ressenti sur l'ensemble de la Martinique, alors que, plus puissant, le second a été ressenti plus nettement en Martinique ainsi qu'en Guadeloupe, et jusqu'en Guyane au Centre Spatial Guyanais à Kourou. L'ampleur des secousses était cependant faible et aucun de ces deux séismes n'a causé de dégâts.

Le contrôle de l'ensemble des installations du Centre Spatial Guyanais après ces trois séismes n'a révélé aucun dommage sur celles-ci : aucune fissuration, aucun déplacement ou chute d'éléments, notamment les ponts roulants.

L'ELA a fait l'objet d'une étude de l'aléa sismique conduite par GEOTER qui concluait à caler une accélération maximale à 0.052 g pour les sites fondés sur sol mou, et à conserver une accélération maximale à conserver à 0.05 g pour les sites fondés au rocher [DR11].

Cette évaluation de l'aléa sismique a permis de vérifier la tenue des installations de l'ELS au séisme. Elle sera aussi appliquée également aux installations de l'ELA4.

Toutefois, les zones des effets létaux débordants identifiées au schéma directeur du CSG ne concernent que des zones sans occupation humaine permanente telles que définies à l'article 10 de l'arrêté ministériel du 4 octobre 2010 (section 2). En effet, elles ne comportent :

- Aucun établissement recevant du public
- Aucun lieu d'habitation
- Aucun local de travail permanent
- Aucune voie routière d'un trafic supérieur à 5000 véhicules par jour,

Par conséquent, les dispositions relatives aux règles parasismiques de la section II de l'arrêté du 04 octobre 2010 ne seront pas applicables aux nouvelles installations de l'ELA 4.

En conclusion, les agressions issues de l'environnement naturel ne peuvent être écartées, mais elles sont maîtrisées par des dispositifs de protection et des dispositions constructives, et le respect de la réglementation et des règles de l'art.

5.2. Sources d'agression issues de l'environnement humain

5.2.1. Trafic aérien

Le CSG est compris dans une zone aérienne à l'intérieur de laquelle la circulation aérienne est interdite en permanence à tous les aéronefs ne concourant pas à la mission du CSG ou à sa protection. Cette zone est appelée SOP3.

L'organisme gestionnaire de cette zone est le Centre de Contrôle Militaire Toucan-Radar implanté sur le site Bélair. Les règles de circulation aérienne sont fixées par arrêté préfectoral.

La zone SOP3 comporte plusieurs zones d'exclusion zones strictement interdites de survol. Ces zones d'exclusion sont définies par des volumes au-dessus des sites suivants :

- Ensemble de Lancement Soyuz
- Diane,
- Ensembles de Lancement Ariane (ELA3, ELA4, ELVega) – Zone Propulseurs – Diamant,
- Ensemble de Préparation des Charges Utiles S5,
- Centre Technique – Pariacabo,
- Montagne des Pères.

Le risque de chute d'aéronefs dans ces zones est donc écarté.

Un lancement Ariane 5, Ariane 6, Soyouz ou Véga est susceptible de générer un risque pour la navigation aérienne par la présence du nuage de combustion du propergol. Pour protéger les usagers aériens, tout lancement fait l'objet au préalable d'une demande d'activation d'une zone réglementée temporaire adressée aux correspondants suivants [DR25] :

- District aéronautique de la Guyane,
- Direction Régionale de l'Aviation Civile (à Fort de France),
- Bureau Régional d'Information Aéronautique de Rochambeau,
- Commandement de l'Armée de l'Air,
- Centre de Contrôle Militaire Toucan-Radar.

5.2.2. Malveillance - Sabotage

Partie du dossier occultée pour des raisons de sûreté (p 38 du document initial)

Le risque d'actes de malveillance et de sabotage ne peut être écarté, mais il est maîtrisé par la mise en place des mesures de protection du CSG sus citées. Il est rappelé que ce type de risque est exclu du champ d'une étude de danger.

5.2.3. Activités liées aux autres établissements du CSG

Les activités de préparation de lancement et de lancement génèrent des sources d'agression liées au stockage, au transport et à la mise en œuvre de substances et préparation dangereuses, et sont donc à l'origine de zones dangereuses.

La conformité d'implantation des installations de l'ELA4 considérées comme sièges exposants vis-à-vis des installations environnantes est analysée dans l'étude de danger. Cette analyse montre que l'implantation de ces installations est conforme aux exigences de la réglementation pyrotechnique. La méthodologie d'analyse est présentée au paragraphe §7.3.6 du présent document.

Par ailleurs, une analyse complémentaire est menée dans l'étude de danger en se référant aux seuils réglementaires relatifs aux effets dominos de l'arrêté PCIG [DR8] (se reporter au paragraphe §7.4.1), et au recensement des phénomènes dangereux liés aux activités des autres établissements du CSG et des transports de marchandises dangereuses non conformes à l'arrêté TMD [DR12], pouvant potentiellement être source d'agression des installations de l'ELA4.

Cette analyse montre que les effets de ces phénomènes dangereux n'impactent pas les installations de l'ELA4.

En conclusion, tout risque d'un effet domino sur l'ELA4, induit par un accident externe lié à une activité d'un autre établissement du CSG, est écarté.

Activités liées au lancement des lanceurs Ariane 6, Ariane 5, Véga et Soyouz

Vis à vis des effets d'une explosion du lanceur durant les premiers instants après le décollage, qu'elle soit accidentelle ou sur ordre de la sauvegarde vol, il est défini une zone à risque au lancement (ZRL), une zone à risque toxique au lancement (ZRTL) et une zone protégée (ZP).

Toutes les installations se trouvant à l'intérieur de la zone à risque au lancement (ZRL), notamment l'ELA4, sont exposées potentiellement aux effets d'une telle explosion, à savoir, les effets de surpression aérienne, les effets thermiques, les projections de débris du lanceur, et les effets toxiques liés aux ergols imbrûlés du lanceur et des charges utiles ainsi que les produits de combustion du propergol solide.

Toutes les installations se trouvant à l'intérieur de la zone à risque toxique au lancement (ZRTL) sont exposées potentiellement aux effets toxiques liés aux ergols imbrûlés du lanceur et des charges utiles ainsi que les produits de combustion du propergol solide.

Toute la zone à risque au lancement (ZRL), notamment l'ELA4, est ratisée et évacuée lors de la chronologie de lancement. En fin de chronologie, le personnel présent au Centre de Lancement est confiné dans la partie renforcée en béton armé du bâtiment et conçue pour résister à la retombée des débris lanceur.

5.2.4. Barrage hydro-électrique de Petit-Saut

Le barrage hydro-électrique de Petit-Saut est construit sur le fleuve Sinnamary à environ :

- 40 km en amont de l'agglomération de Sinnamary,
- 45 km de Kourou,
- 35 km de l'ELA4.

En cas de rupture de l'ouvrage hydro-électrique, le Plan Particulier d'Intervention du barrage de Petit-Saut [DR26] définit les zones touchées par l'onde de submersion. D'après [DR26], seul le territoire de la commune de Sinnamary est impacté en cas de rupture du barrage.

L'ELA4 étant situé sur la commune de Kourou à plus de 3 km de la limite de la commune de Sinnamary, tout risque d'un effet domino sur les installations de l'ELA4 induit par une rupture du barrage de Petit-Saut est écarté.

Etude De Danger

5.3. Définition de l'accident majeur

L'**accident majeur** est défini par l'arrêté du 26 mai 2014 modifié en application de la Directive dite « SEVESO III » [DR6], cette définition est reprise ci-après :

Evénement tel qu'une émission, un incendie ou une explosion d'importance majeure résultant de développements incontrôlés survenus au cours de l'exploitation, entraînant, pour les intérêts visés au L. 511-1 du code de l'environnement, des conséquences graves, immédiates ou différées, et faisant intervenir une ou plusieurs substances ou des mélanges dangereux.

Remarque : La définition utilisée se limite aux intérêts visés au L511-1 du code de l'environnement, à l'exclusion des dommages internes à l'établissement, qui peuvent également être importants et qui relèvent du code du travail pour ce qui est des conséquences sur les personnes à l'intérieur de l'établissement.

Autrement dit, sera qualifié d'accident majeur tout accident survenant dans les installations de l'ELA4 dont les effets potentiels sortent des limites de l'ELA4.

5.4. Organisation de la sécurité d'exploitation des installations du CSG

Le Centre Spatial Guyanais constitue une plateforme industrielle sur laquelle sont implantés les six sociétés industrielles de la Communauté Industrielle Spatiale de Guyane (CISG), CNES, ARIANESPACE, AIRBUS DEFENCE & SPACE, REGULUS, EUROPROPULSION, AIR LIQUIDE SPATIAL GUYANE, exploitant les établissements classés SEVESO III du CSG.

Cette plateforme présente une implantation et une organisation industrielle dédiées à une activité spatiale intégrée. L'organisation de la sécurité d'exploitation des installations du CSG est régie par une convention [DR22] signée par l'ensemble des exploitants précités.

L'organisation de la sécurité repose sur une coordination de la sécurité assurée par le CNES/CSG, elle s'appuie notamment sur le respect des critères fixés par le paragraphe 2 de la fiche n°1 annexée à la circulaire [DR9] relatif à la détermination de la gravité des accidents pour le cas particulier des entreprises voisines ou des sous-traitants, à savoir :

- cohérence des plans d'opération interne (POI) des établissements du CSG et gestion des moyens communs de secours et d'intervention par le CNES/CSG,
- existence d'un dispositif commun d'alerte et de communication géré par le Bureau de Coordination Sauvegarde (BCS) du CNES/CSG,
- information mutuelle sur les risques présentés par chaque établissement et sur toute modification des installations, des études de danger et des plans d'urgence, par une cellule de coordination où sont représentés les exploitants du CSG,
- articulation cohérente des POI des établissements par le plan d'assistance mutuelle (PAM) mis en œuvre par le CNES/CSG et par le relais de ces POI par le POI du CNES/CSG en cas de conséquences potentiellement débordantes de l'établissement sinistré,
- communication des retours d'expérience respectifs au sein de la cellule de coordination et par l'organisation de réunion de coordination des directeurs de chaque établissement,
- organisation régulière d'exercice commun POI et PAM.

5.4.1. Méthodologie d'analyse des risques

5.4.2. Généralités

L'étude de danger repose sur :

- le recensement des matières et objets dangereux et de leur potentiel de danger,
- le recensement des dangers présentés par les matériels équipant les propulseurs et les installations sol de préparation, d'intégration, de stockage, de transport.
- le recensement des dangers liés à l'environnement naturel,
- le recensement des dangers liés à l'environnement humain de l'ELA4 et du CSG,
- l'accidentologie interne et externe,
- l'analyse de risque des opérations de préparation, d'intégration, de stockage et de transport des étages à propergol solide, des divers objets pyrotechniques les équipant, du corps central (ergols cryotechniques) et du composite supérieur (ergols stockables U et N),
- l'évaluation des zones de danger des phénomènes dangereux,
- le recensement des barrières de sécurité de prévention et de protection d'ordre technique et organisationnel.

L'analyse de risque employée dans le cadre de la présente étude de danger est basée sur une méthode de sûreté de fonctionnement.

limites de l'ELA4. Les niveaux 1 à 3 correspondent aux accidents du travail exposant le personnel de l'établissement.

Niveau Intensité	Effets sur les personnes	Effets sur les installations
1	Sans effet	Sans effet ou négligeable
2	Blessures <u>légères</u> des <u>personnels de l'ELA4</u>	Effets (nuage toxique, pollution, surpression aérienne, flux thermique) <u>limités à l'atelier</u>
3	Blessures <u>graves ou létales</u> des opérateurs, <u>personnels de l'ELA4</u>	Effets (nuage toxique, pollution, surpression aérienne, flux thermique) <u>contenus dans les limites de l'ELA4</u>
4	Blessures légères, graves à mortelles pour <u>personnes extérieures à l'ELA4</u>	Effets (nuage toxique, pollution, surpression aérienne, flux thermique) <u>dépassant les limites de l'ELA4</u>

Tableau 1: définition de l'échelle d'intensité des effets d'accident

Nota 1: Vis-à-vis des personnels de l'établissement, est pris en compte le personnel de l'établissement ou assimilé (entreprises extérieures travaillant sur le site et toute personne autorisée sur le site même à titre temporaire).

Nota 2: pour chaque opération dont les conséquences en cas d'accident sont d'intensité niveau 4, il est précisé si les effets débordent ou non de l'emprise foncière du CSG puisqu'un des objectifs est d'éliminer ou, a minima, de limiter les effets sur les populations.

Dès lors qu'un accident majeur est identifié par l'ARPI (intensité 4), il est appliqué l'échelle de gravité des accidents majeurs définie dans l'arrêté en référence [DR8], et reprise ci-après.

Niveau de gravité des conséquences	zone délimitée par le seuil des effets létaux significatifs	zone délimitée par le seuil des effets létaux	zone délimitée par le seuil des effets irréversibles pour la santé humaine
DÉSASTREUX	Plus de 10 personnes exposées (1)	plus de 100 personnes exposées	plus de 1000 personnes exposées
CATASTROPHIQUE	Moins de 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes exposées	entre 100 et 1000 personnes exposées
IMPORTANT	au plus 1 personne exposée	entre 1 et 10 personnes exposées	entre 10 et 100 personnes exposées
SÉRIEUX	aucune personne exposée	au plus 1 personne exposée	moins de 10 personnes exposées
MODÉRÉ	pas de zone de létalité en dehors de l'établissement		présence humaine exposée à des effets irréversibles inférieure à une personne

(1) personne exposée : en tenant compte le cas échéant des mesures constructives visant à protéger les personnes contre certains effets et la possibilité de mise à l'abri des personnes en cas d'occurrence d'un phénomène dangereux si la cinétique de ce dernier et la propagation de ses effets le permettent.

Tableau 2: définition de l'échelle de gravité des accidents majeurs

5.4.4. Eléments pour la détermination de la gravité des accidents

Pour chaque accident majeur identifié, le nombre de personnes tiers exposées doit être déterminé.

Les tiers au sens du Code de l'Environnement correspondent aux intérêts visés à l'article L.511-1.

L'organisation de la sécurité repose sur une coordination de la sécurité assurée par le CNES/CSG régie par l'instruction de coordination [DR22]. Elle s'appuie notamment sur le respect des critères fixés par le paragraphe 2 de la fiche n°1 annexée à la circulaire [DR9] relatif à la détermination de la gravité des accidents pour le cas particulier des entreprises voisines ou des sous-traitants (se reporter au paragraphe §7.2).

Le respect de ces critères permet d'exclure dans l'évaluation du niveau de gravité des conséquences de l'accident les personnes suivantes :

- les personnels des entreprises extérieures (sous-traitants) travaillant sur l'ELA4,
- les personnels des autres établissements industriels cosignataires de la convention de sécurité du CSG.

Ainsi, seules les personnes extérieures au CSG circulant sur les tronçons de la Route de l'Espace ouverts au public et seuls les biens extérieurs au CSG sont pris en compte comme tiers dans l'évaluation du niveau de gravité.

5.4.5. Niveaux de probabilité retenus

S'agissant d'installations pyrotechniques soumises à une réglementation spécifique définissant une échelle de probabilité d'accident pyrotechnique [DR2], et à la réglementation des ICPE définissant une échelle de probabilité d'accident majeur [DR8], l'échelle de probabilité retenue est la suivante conformément aux dispositions de l'arrêté [DR2] relatives à la concordance de ces 2 échelles.

Cette échelle de probabilité comporte 5 niveaux, chacun d'entre eux correspondant à une fréquence annuelle d'accident. Elle est présentée ci-dessous.

Echelle de probabilité de la réglementation ICPE

Classe de probabilité	E	D	C	B	A
Qualitative (les définitions entre guillemets ne sont valables que si le nombre d'installations et le retour d'expérience sont suffisants)	« événement possible mais extrêmement peu probable » <i>n'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années installations ...</i>	« événement très improbable » : <i>s'est déjà produit dans ce secteur d'activité mais à fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité.</i>	« événement improbable » <i>un événement similaire déjà rencontré dans le secteur d'activité ou dans ce type d'organisation au niveau mondial, sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une garantie de réduction significative de sa probabilité.</i>	« événement probable » : <i>s'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'installation</i>	« événement courant » <i>s'est produit sur le site considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'installation, malgré d'éventuelles mesures correctives</i>
Quantitative (par unité et par an)	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻³	< 10 ⁻²	

Echelle de probabilité de la réglementation pyrotechnique

Classe de probabilité	P0	P1	P2	P3	P4	P5
Qualitative	Accident extrêmement peu probable	Accident très improbable	Accident improbable	Accident probable	Accident courant	Accident très courant

Concordance entre les 2 échelles de probabilité

Classe de probabilité	E/P0	D/P1	C/P2	B/P3	A/P4	A/P5
Qualitative	Accident extrêmement peu probable	Accident très improbable	Accident improbable	Accident probable	Accident courant	Accident très courant
Quantitative (par an)	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻⁴	< 10 ⁻³	< 10 ⁻²	< 10 ⁻¹	≥ 10 ⁻¹

Tableau 3: définition de l'échelle de probabilité d'accident

5.4.5.2. Probabilités propres d'accident d'un système fluide sous pression

Par analogie avec les définitions de la réglementation pyrotechnique, la probabilité annuelle P_i d'un accident lié à un système ergol est estimée selon que l'éventualité d'un tel accident se révèle extrêmement peu probable (P0), très improbable (P1), improbable (P2), probable (P3), courant (P4) ou très courant (P5).

D'une manière générale, on distingue :

- les systèmes à fluides dangereux,
- les systèmes à fluides inertes,
- les systèmes à air.

Ces systèmes sont généralement composés d'équipements sous pression.

Les fluides dangereux visés sont les ergols lanceurs et charges utiles.

Les fluides inertes visés sont notamment l'azote et l'hélium. Si ces derniers ne sont pas qualifiés de dangereux à l'état gazeux, l'effet d'anoxie lié au fluide et au système dans lequel il se trouve (atmosphère confinée) doit cependant être pris en compte pour déterminer la probabilité de dommages aux personnes liée aux opérations mettant en œuvre ces fluides et aux opérations se déroulant en présence de systèmes à fluides inertes.

Pour les systèmes fluides, l'accident redouté consiste en la perte de confinement du système conduisant à une libération plus ou moins violente du fluide sous forme liquide et/ou gazeuse. On distingue trois scénarios :

1. la fuite ou l'épandage sans éclatement du système fluide,
2. l'épandage massif avec éclatement du système fluide,
3. la fuite ou l'épandage avec rupture mais sans éclatement pour les systèmes fluides LBB.

Aux effets liés à l'éclatement de la structure du système considéré (projection d'éclats et surpression), s'ajoutent les effets liés aux dangers du fluide libéré.

Sauf dans les cas accidentels où le système considéré est soumis à une agression externe (mécanique, thermique, chimique), il est admis que le risque d'accident par éclatement de la structure du système considéré, est suffisamment faible pour être écarté dans les trois cas suivants :

- phases statiques et dynamiques des systèmes fluides sous pression conformes aux exigences de la réglementation française relative aux équipements sous pression des moyens sol (ESP) [DR13],
- stockage et manutention d'un fluide en emballage (bouteille, cadre de bouteilles, fût à pression...) ou en citerne agréés au transport des marchandises dangereuses (TMD) [DR12],
- phases statiques avec un coefficient de sécurité $J \geq 3$, et dynamiques avec un coefficient de sécurité $J \geq 4$, des systèmes fluides pressurisés non soumis à la réglementation française (systèmes pressurisés du lanceur et des charges utiles), mais conformes à la Directive européenne 97/23 ou à une norme reconnue par le service Sauvegarde (par exemple MIL-STD 1522, A5-SG-1-X-10). La conformité est prononcée par rapport aux spécifications relatives à la sauvegarde des personnes.

Seul le risque de fuite ou d'épandage sans éclatement est retenu pour ces trois cas.

La phase dynamique comprend notamment les opérations suivantes : transfert fluide, assainissement, pressurisation, dépressurisation, prélèvement.

Le tableau ci-après précise de manière générique et par degré de probabilité propre d'accident P_i considéré, les types d'opérations conduisant à la perte de confinement des systèmes fluides.

Probabilité propre	Evènement redouté	Opérations / Systèmes fluides
P1 très improbable	1 Fuite sans éclatement	Stockage dormant et manutention d'un fluide en emballage ou citerne agréés au TMD.
	1 Fuite sans éclatement	Phase statique** des systèmes fluides (indépendamment de la pression)
	2 Eclatement, 3 rupture LBB 2 Eclatement, 3 rupture LBB	<i>Syst. Pressurisés conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde</i> 2≤J<3 : Phase statique ** 3≤J<4 : Phase dynamique
	2 Eclatement 2 Eclatement	<i>Syst. Pressurisés non conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde***</i> J≥3 : Phase statique ** J≥4 : Phase dynamique
P2 improbable	1 Fuite sans éclatement	Phase dynamique des systèmes fluides (indépendamment de la pression)
	2 Eclatement 2 Eclatement	Phase dynamique : mise en froid des lignes fluides cryotechniques, mouillage des lignes ergols sensibles à la décomposition catalytique (N ₂ H ₄). Transport* et manutention d'un fluide en emballage ou citerne non agréés au TMD.
	2 Eclatement, 3 rupture LBB 2 Eclatement, 3 rupture LBB	<i>Syst. Pressurisés conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde</i> 1.5≤J<2 : Phase statique ** 2≤J<3 : Phase dynamique
	2 Eclatement 2 Eclatement	<i>Syst. Pressurisés non conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde***</i> 2≤J<3 : Phase statique ** 3≤J<4 : Phase dynamique
P3 probable	2 Eclatement, 3 rupture LBB 2 Eclatement, 3 rupture LBB	<i>Syst. Pressurisés conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde</i> 1.25≤J<1.5 : Phase statique** 1.5≤J<2 : Phase dynamique
	2 Eclatement 2 Eclatement	<i>Syst. Pressurisés non conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde***</i> 1.5≤J<2 : Phase statique** 2≤J<3 : Phase dynamique
P4 courant	2 Eclatement, 3 rupture LBB	<i>Syst. Pressurisés conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde</i> 1.25≤J<1.5 : Phase dynamique
	2 Eclatement 2 Eclatement	<i>Syst. Pressurisés non conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde***</i> 1.25≤J<1.5 : Phase statique ** 1.5≤J<2 : Phase dynamique
P5 très courant	2 Eclatement	<i>Syst. Pressurisés non conformes à une norme reconnue par la Sauvegarde***</i> 1.25≤J<1.5 : Phase dynamique

* le transport visé ici concerne uniquement le transport sur les voies de circulation interne de l'établissement

** les fluides visés ici ne concernent pas les ergols cryotechniques

*** tous les systèmes sous pression non soumis à la réglementation française sont supposés être conformes aux exigences minimales du Règlement de Sauvegarde

J est le coefficient de sécurité tel que défini au chapitre 3.1.

Tableau 5: Opérations fluides correspondant au degré de probabilité considéré

5.4.5.3. Probabilités propres d'accident d'un système mécanique

Par analogie avec les définitions de la réglementation pyrotechnique, la probabilité annuelle P_i d'un accident lié à un système mécanique est estimée selon que l'éventualité d'un tel accident se révèle extrêmement peu probable (P0), très improbable (P1), improbable (P2), probable (P3), courant (P4) ou très courant (P5).

Pour les systèmes mécaniques, l'accident redouté consiste en une libération intempestive d'une énergie potentielle et/ou cinétique pouvant conduire à une agression mécanique par choc de personne(s) ou d'un (de) système(s) dangereux.

Il est à noter que d'une manière générale le dimensionnement, la sécurisation et le contrôle périodique (souvent réglementaire) des systèmes mécaniques, sont tels que la probabilité de défaillance structurale ou de fonctionnement intempestif de ces systèmes est extrêmement faible (P1). Pour les systèmes mécaniques pilotés par un (des) opérateur(s), la prise en compte de l'erreur humaine détermine la probabilité d'accident de l'opération mécanique. S'agissant de personnel formé, habilité et qualifié n'opérant qu'à partir de procédures écrites, l'occurrence de l'erreur humaine est considérée comme étant très faible (P2).

Le tableau ci-après précise de manière générique les types d'opérations mécaniques correspondant au degré de probabilité propre d'accident P_i considéré.

Probabilité propre P_i	Opérations
D/P1 très improbable	Opération mécanique sur un système sécurisé limitant le risque d'une erreur humaine
C/P2 improbable	Manutention d'une charge lourde au pont roulant : érection d'étages. Manutention d'objets lourds au palan sur plate-forme : pose ou dépose d'équipements lanceurs. Manutention manuelle d'objets : pose ou dépose d'équipements lanceurs, d'outillages ou d'accessoires. Manœuvre de plates-formes. Déplacement de charges lourdes sur système à coussin d'air.
B/P3 probable	Aucune opération mécanique de probabilité P3 n'est déroulée dans l'ELA4.
A/P4 courant	Aucune opération mécanique de probabilité P4 n'est déroulée dans l'ELA4.
A/P5 très courant	Aucune opération mécanique de probabilité P5 n'est déroulée dans l'ELA4.

Tableau 6: Opérations mécaniques correspondant au degré de probabilité considéré

5.4.5.4. Probabilités propres d'accident d'un système électrique

Par analogie avec les définitions de la réglementation pyrotechnique, la probabilité annuelle P_i d'un accident lié à un système électrique est estimée selon que l'éventualité d'un tel accident se révèle extrêmement rare (P1), très rare (P2), rare (P3), assez fréquente (P4) ou fréquente (P5).

Pour les systèmes électriques, l'accident redouté consiste en une libération intempestive d'une énergie électrique et/ou une activation intempestive d'un système électrique à risque.

Le tableau ci-après précise de manière générique les types d'opérations électriques correspondant au degré de probabilité propre d'accident P_i considéré.

Probabilité propre P_i	Opérations
D/P1 très improbable	Systèmes à risque sous tension en absence d'opérations électriques.
C/P2 improbable	Raccordement batterie et pile. Raccordement alimentation sol de substitution. Opérations de charge et de décharge batterie. Contrôle électrique de raccordement. Contrôle radiofréquence. Envoi d'un ordre électrique sur un système à risque par un banc de contrôle commande.
B/P3 probable	Aucune opération électrique de probabilité P3 n'est déroulée dans l'ELA4.
A/P4 courant	Aucune opération électrique de probabilité P4 n'est déroulée dans l'ELA4.
A/P5 très courant	Aucune opération électrique de probabilité P5 n'est déroulée dans l'ELA4.

Tableau 7: Opérations électriques correspondant au degré de probabilité considéré

5.4.6. Niveaux de cinétique

Outre les aspects gravité et probabilité, l'arrêté PCIG [DR8] détermine des règles d'évaluation de la cinétique. Le niveau de cinétique est à déterminer pour les accidents majeurs uniquement. On entend par cinétique, le délai entre l'instant initial de l'évènement redouté (colonne 6 de l'ARPI « nature de l'accident ») et l'instant final de l'accident majeur (colonne 8 de l'ARPI « désignation des effets de l'accident »).

A partir des deux niveaux définis dans l'arrêté PCIG (rapide et lente), il est proposé une échelle de cinétique comprenant 5 niveaux.

Niveau	Désignation	Echelle d'appréciation
1	Instantanée	< quelques secondes
2	Très rapide	Entre quelques secondes et 10 min
3	Rapide	Entre 10 min et 30 min
4	Moyennement rapide	Entre 30 min et 3 heures
5	Lente	Au-delà de 3 heures

5.4.7.1. Risques à l'extérieur de l'ELA4

L'implantation d'une nouvelle installation pyrotechnique de SEVESO seuil haut est subordonnée au respect du nombre maximal de personnes tiers exposées dans chaque zone d'effets pyrotechniques (hors effets toxiques), pour chacune des cases de la grille définie dans la circulaire [DR9] en application de l'article 17 de l'arrêté en référence [DR2], et reprise ci-après.

Zones d'effets	Probabilité d'accident pyrotechnique					
	P0 / E	P1 / D	P2 / C	P3 / B	P4 / A	P5
Z1 et Z2	0 personne	0 personne	0 personne	0	0	Pas de zone d'effets hors de l'établissement
Z3	< 100 personnes	< 20 personnes	< 10 personnes	≤ 1 personne	0	Pas de zone d'effets hors de l'établissement
Z4	< 1000 personnes	< 100 personnes	< 100 personnes	< 10 personnes	≤ 1 personne	Pas de zone d'effets hors de l'établissement
Z5	Pas de restriction	≤ 2000 personnes	≤ 500 personnes	≤ 200 personnes	≤ 100 personnes	Pas de zone d'effets hors de l'établissement

Tableau 9: grille de conformité d'implantation des installations pyrotechniques (risques extérieurs)

Par ailleurs, en application de l'article 18 de l'arrêté en référence [DR2], un tableau de synthèse est dressé pour chaque phénomène dangereux et chaque type d'effet du phénomène dangereux comme suit :

Installation :		
Phénomène dangereux :	Zone d'effets	Nombre de personnes exposées à l'extérieur de l'établissement
Gravité :	Z1	
Probabilité d'occurrence :	Z2	
Cinétique :	Z3	
Quantité de matière active :	Z4	
Effet redouté :	Z5	

Tableau 10: tableau de synthèse des risques à l'extérieur de l'ELA4 à établir pour chaque phénomène dangereux et chaque type d'effet

Remarque : Les phénomènes dangereux du type « envol incontrôlé d'un lanceur » ne peuvent pas être analysés selon les critères d'appréciation des risques exposés dans les grilles présentées ci-dessus en application des articles 17 et 18 de l'arrêté en référence [DR2].

5.4.8. Identification des MMR considérées comme barrière ultime

Une fois les accidents majeurs identifiés, l'identification des MMR considérées comme barrière ultime s'appuie sur la criticité Cr fonction du couple (intensité, probabilité) déterminée par l'ARPI :

- pour une criticité Cr dont le niveau d'intensité est égal à 1, 2, ou 3 : seront considérés MMR, les moyens de maîtrise dont l'absence conduit à un accident majeur : criticité résultante Cr' dont le niveau d'intensité est égal à 4.

- pour une criticité dont le niveau d'intensité égale à 4 : seront considérés MMR, les moyens de maîtrise dont la défaillance conduit à un accident majeur inacceptable : zone « NON » de la grille MMR (se reporter au §7.9 définissant la grille MMR).

5.5. Niveau de confiance des MMR considérées comme barrière ultime

Pour tout MMR identifiée par l'ARPI comme une barrière ultime, il est procédé à l'analyse de son niveau de confiance (NC) selon la méthodologie développée par SME Environnement. Le niveau de confiance déterminé permet de calculer le facteur de réduction de risque 10^{-NC} (se reporter au paragraphe §7.5).

Pour une barrière technique de sécurité (barrière ne nécessitant pas d'action humaine lors de son utilisation), le niveau de confiance est attribué en fonction de son efficacité vis-à-vis de la fonction de sécurité qu'elle doit assurer.

La méthode employée consiste à évaluer le niveau de confiance :

- à partir de la probabilité de fonctionnement à la demande (PFD) : $PFD=1-10^{-NC}$ si celle-ci est connue ou est disponible dans une base de donnée de référence,
- à partir d'une cotation sous forme d'une note sur 90 obtenue sur la base de logigrammes.

Note obtenue	0 à 39	40 à 59	60 à 75	76 à 90
Niveau de confiance	0	1	2	3
Facteur de réduction de risque	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

Tableau 11: niveau de confiance d'un MMR

5.6. Zones d'effets dangereux

5.6.1. Définition des zones d'effets

Les matières et objets de la classe 1 stockés et mis en œuvre sont à l'origine de zones dangereuses dont il faut distinguer les cinq catégories indiquées ci-après, classées selon la gravité des dangers qu'elles présentent pour les personnes et les biens. Ce classement est celui défini par la réglementation relative à la sécurité pyrotechnique [DR2]. Cette définition des zones dangereuses est étendue aux objets non pyrotechniques dont les effets en cas d'accident sont similaires à ceux d'un accident pyrotechnique (effets thermiques, de surpression, de projection d'éclats).

Pour les installations classées figurant sur la liste prévue au IV de l'article L. 515-8 du code de l'environnement, la délimitation des différentes « zones de dangers pour la vie humaine » mentionnées à l'article L. 515-16 du code de l'environnement correspond aux seuils d'effets de référence suivants :

- les seuils des effets irréversibles (SEI) délimitent la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- les seuils des effets létaux (SEL) délimitent la « zone des dangers graves pour la vie humaine » ;
- les seuils des effets létaux significatifs (SELS) délimitent la « zone des dangers très graves pour la vie humaine ».

Pour chaque zone, le seuil correspondant à la réglementation pyrotechnique [DR2] défini par l'arrêté PCIG [DR8] est identifié.

Désignation de la zone	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Réglementation pyrotechnique : conséquences sur l'homme	Extrêmement graves (blessures mortelles dans plus de 50% des cas)	Très graves	Graves	Significatifs	Effets indirects par bris de vitre
Réglementation pyrotechnique : dégâts prévisibles aux biens	Extrêmement graves	Importants (seuil des effets dominos)	Graves	Légers	Destructions significatives de vitres
Arrêté PCIG : conséquences sur l'homme		Très graves (SELS)	Graves (SEL)	Significatifs (SEI)	
Arrêté PCIG : dégâts prévisibles aux biens	Très graves	Importants (seuil des effets dominos)	Graves	Légers	Destructions significatives de vitres

Tableau 12: définition des zones d'effets de la réglementation relative à la sécurité pyrotechniques et mise en correspondance avec les seuils de l'arrêté PCIG

Pour les effets à cinétique rapide (effets thermiques, effets de surpression et effets de projection d'éclats), les zones d'effets sont libellées Zi (Z1 à Z5).

Pour les effets à cinétique plus lente (effets toxiques, effets de sous-oxygénation, effets de suroxygénation), les zones d'effets sont libellées SEI, SEL, et SELS.

Les seuils des effets de surpression sont donnés par l'arrêté PCIG [DR8] pour les dégâts sur les biens et pour les conséquences sur l'homme. Un seuil supplémentaire Z1 des conséquences sur l'homme est identifié par la réglementation pyrotechnique [DR2].

Désignation de la zone	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Conséquence sur l'homme	430 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar
Dégâts prévisibles aux biens	300 mbar	200 mbar	140 mbar	50 mbar	20 mbar

Tableau 13: définition des zones d'effets de surpression

Les seuils des effets thermiques sont donnés par l'arrêté PCIG [DR8] pour les dégâts sur les biens et pour les conséquences sur l'homme.

Désignation de la zone	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Conséquence sur l'homme	16 kW/m ² ou 2600 (kW/m ²) ^{4/3}	8 kW/m ² ou 1800 (kW/m ²) ^{4/3}	5 kW/m ² ou 1000 (kW/m ²) ^{4/3}	3 kW/m ² ou 600 (kW/m ²) ^{4/3}	-
Dégâts prévisibles aux biens	16 kW/m ²	8 kW/m ²	5 kW/m ²	-	-

Tableau 14: définition des zones d'effets thermiques

L'arrêté PCIG [DR8] ne précise pas de seuil pour les effets de projection.

Les seuils retenus pour les différentes zones d'effets de projection ont été déterminés à partir de différents travaux menés notamment par la DGA – Essais de missiles, concepteur et utilisateur du code CRONOS. Ces seuils sont reconnus par l'IPE, autorité française en matière de sécurité pyrotechnique. Ils tiennent compte de la Probabilité Conditionnelle de Létalité (PCL) associée aux projections. Cette notion caractérise la probabilité d'atteinte d'une cible par une ou des projections d'énergie suffisamment importante pour être létale en cas d'occurrence du phénomène dangereux.

Le seuil des effets irréversibles retenu dans cette note est le seuil historique des 1% d'atteinte pour un éclat de 79 Joules, ramené par la suite à une létalité de 30% soit 0,3%.

Concernant les effets sur les structures, par cohérence avec les autres types d'effets, le seuil des effets dominos est retenu équivalent au SELS.

donnés dans la circulaire [DR3] ne sont pas adaptés car ils relatent un objet de masse déterminée (par exemple). Il est donc retenu, les seuils énoncés dans ladite circulaire soit abrogée par l'arrêté [DR8].

Désignation de la zone	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Conséquence sur l'homme	50 % de PCL	5 % de PCL	1 % de PCL	0,3 % de PCL	Limite des projections d'éclats

Tableau 15: définition des zones d'effets de projection en cas d'accident pyrotechnique

Pour les effets de projection non liés à un accident pyrotechnique, seule la limite des projections d'éclats est retenue.

Les seuils des effets toxiques sont donnés par l'arrêté PCIG [DR8] pour les conséquences sur l'homme. Les valeurs physiques des seuils par substance ou mélange dangereux sont reprises dans les notes de calcul des effets, annexées au présent document.

Exposition de 1 à 60 minutes	Type d'effets constatés	Concentration d'exposition
	Létaux	SELS (CL 5%)
		SEL (CL 1%)
Irréversibles	SEI	

Tableau 16: définition des seuils des zones des effets toxiques pour l'homme par inhalation

Pour les effets de suroxygénation, la note [DR30] définit les seuils SELS, SEL et SEI. Ces concentrations en oxygène se traduisent par un risque accru de départ de feu puisqu'un enrichissement de l'atmosphère en oxygène favorisera une combustion. A partir d'un certain seuil de suroxygénation, un incendie ne pourra plus être enrayeré.

Désignation de la zone	-	SELS	SEL	SEI	-
Teneur en oxygène	-	42 %	37 %	25 %	-

Tableau 17: définition des zones d'effets de suroxygénation

Pour les effets de sous-oxygénation, la note [DR30] définit les seuils SELS, SEL et SEI. Des atmosphères sous-oxygénées entraînent des dommages graves sur les personnes et peuvent conduire à la mort par asphyxie.

Désignation de la zone	-	SELS	SEL	SEI	-
Teneur en oxygène	-	11 %	11 %	18 %	-

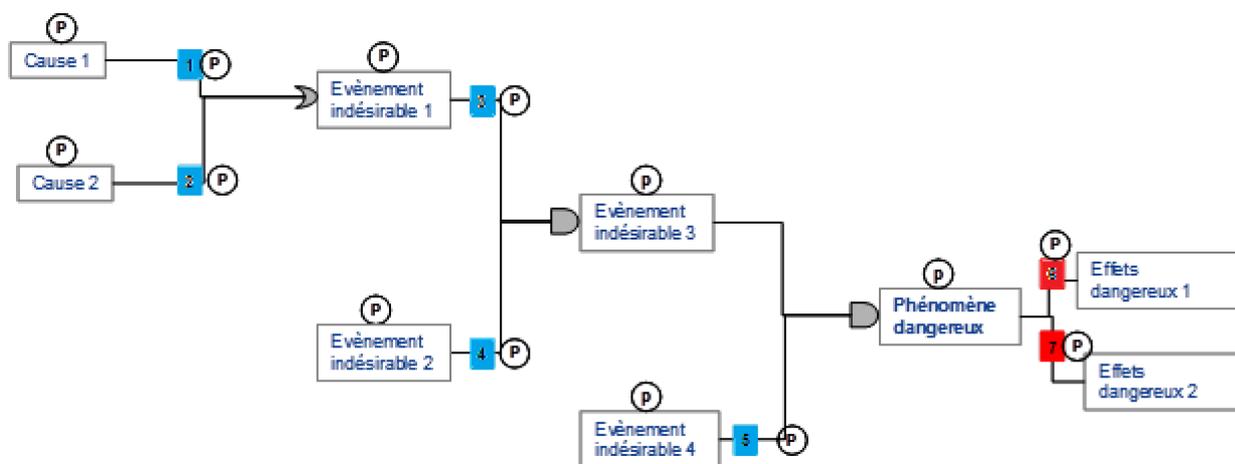
Tableau 18: définition des zones d'effets d'anoxie

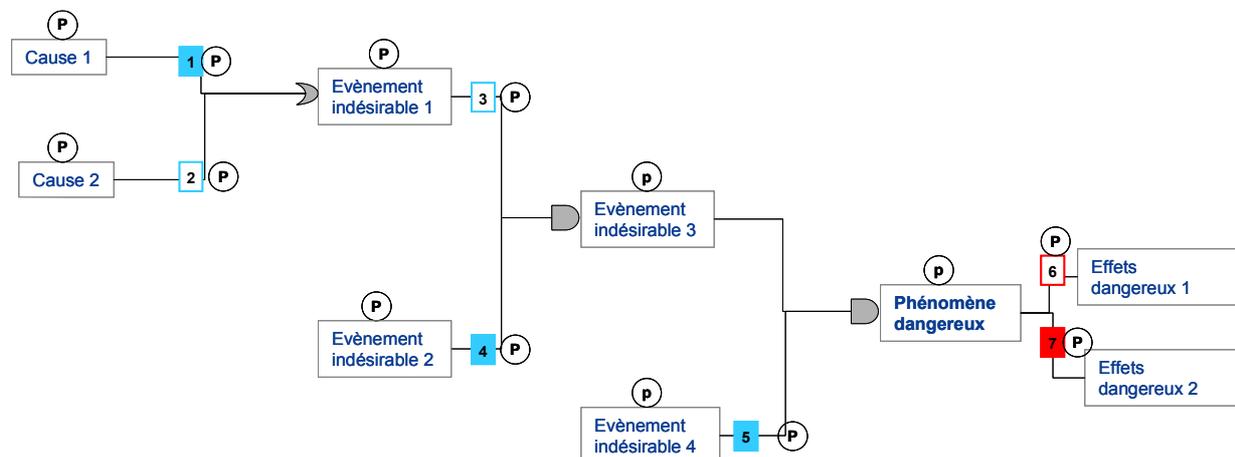
L'arbre de défaillances représente l'ensemble des événements indésirables aboutissant, directement ou par combinaison, à l'événement accidentel redouté, il s'attache donc à identifier les causes de l'événement accidentel redouté.

Chaque événement indésirable correspond à une défaillance globale d'un système.

L'arbre d'évènements s'attache à représenter les conséquences de l'événement accidentel redouté.

Le principe de la méthode employée est présenté graphiquement ci-après.





 : Porte «ET»
  : Porte «OU»
  : Probabilité de l'évènement
 : Porte «ET»
  : Porte «OU»
  : Probabilité de l'évènement

 : Barrière de prévention
  : EIPS de prévention
 : Barrière de protection
  : EIPS de protection
 : MMR de prévention
  : MMR de protection

Cette représentation d'un scénario d'accident, permet aussi de déterminer la probabilité du phénomène dangereux à partir de la probabilité des causes et du niveau de confiance (NC) des moyens de maîtrise selon une approche semi-quantitative basée sur le retour d'expérience de l'exploitant. La méthode est la suivante : il est fait la somme des indices de confiance des moyens de maîtrises (voir paragraphe §7.3.8 relatif à la fiabilité des MMR), puis la probabilité de la cause est pondérée par le facteur $10^{-\sum NC}$.

Autrement dit, un moyen de maîtrise ayant un niveau de confiance NC égal à 0, 1, 2 ou 3 permet une réduction de la probabilité de la cause respectivement d'un facteur 1, 10, 100 ou 1000.

5.8. Accidentologie

L'accidentologie fait l'objet de deux notes spécifiques répertoriées dans le volume 0 du dossier, et jointes au présent volume 3.1. L'une est dédiée à l'accidentologie des systèmes pyrotechniques lanceur, l'autre est dédiée aux systèmes ergols stockables et cryotechniques lanceur.

5.9. Etude foudre

Conformément aux dispositions relatives à la protection contre la foudre de l'arrêté relatif aux ICPE [DR5], les installations de l'ELA4 comportent une analyse du risque foudre évaluant le niveau de protection requis et la nécessité d'une protection contre les effets directs et indirects de la foudre.

Cette analyse foudre est répertoriée dans le volume 0 du dossier, et jointe au dossier.

Etude des zones à atmosphère explosible

Seules la ZL4 et la zone de stockage hydrogène comportent des zones à atmosphère explosible du fait de l'emploi d'ergols combustibles U, de propane et d'hydrogène.

Les zones à atmosphère explosible et la catégorie ATEX des équipements présents dans ces zones ATEX sont présentées dans le volume 3.2.

5.10. Critères d'appréciation des risques d'accident majeur

La synthèse des accidents majeurs est présentée dans la grille d'appréciation des risques générés par les installations de l'ELA4, dite « grille MMR », de la circulaire [DR9] pour les installations pyrotechniques.

Cette grille délimite trois zones de risque accidentel :

- une zone de risque élevé, figurée par le mot « NON »,
- une zone de risque intermédiaire, figurée par le sigle « MMR » (mesures de maîtrise des risques), dans laquelle une démarche d'amélioration continue est particulièrement pertinente, en vue d'atteindre, dans des conditions économiquement acceptables, un niveau de risque aussi bas que possible, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement de l'installation,
- une zone de risque moindre, qui ne comporte ni « NON » ni « MMR ».

Gravité des conséquences sur les personnes exposées au risque	Probabilité d'occurrence				
	E	D	C	B	A
Désastreux	NON	NON	NON	NON	NON
Catastrophique	MMR (nota 2)	NON (nota 1)	NON	NON	NON
Important	MMR (nota 2)	MMR (nota 2)	MMR (nota 2)	NON	NON
Sérieux			MMR (nota 2)	MMR (nota 2)	NON
Modéré					MMR (nota 3)

Nota 1 : cas MMR si le nombre de personnes exposées en Z1Z2 est compris dans l'intervalle]1, 3[ou si le nombre de personnes exposées en Z3 est compris dans l'intervalle [10, 20]

Nota 2 : cas NON en cas de présence de personnes exposées à l'intérieur de la Z1Z2 pour les installations nouvelles

Nota 3 : cas NON en cas d'accident de classe de probabilité P5

Tableau 19 : grille d'appréciation des risques

Remarque : la circulaire [DR9] ne vise pas le cas particulier d'un ensemble de lancement. Par voie de conséquence, les phénomènes dangereux du type envol incontrôlé d'un lanceur ou d'un étage propulsif ne peuvent pas être analysés selon les critères d'appréciation des risques exposés dans la grille MMR présentée ci-dessus.

Le service Sauvegarde exerce son action au travers d'une coordination, d'une surveillance et d'interventions.

Cette fonction de coordination des activités à risque sur le CSG ne se substitue pas aux fonctions de sauvegarde propres à chaque établissement. Elle a pour objectif d'assurer un fonctionnement cohérent et sûr entre les installations, matériels et activités des différentes entreprises présentes sur le CSG, afin de maintenir le niveau de sécurité requis, tout en minimisant les contraintes opérationnelles aux interfaces.

La fonction de sauvegarde de l'ELA4 est confiée au service Sauvegarde et Environnement du CNES/CSG :

- pour assurer le suivi permanent et en temps réel des opérations dangereuses déroulées sur les ELA, vérifier que les règles de sauvegarde sont bien adaptées et bien appliquées, et analyser sous l'angle sauvegarde les procédures opérationnelles. Ces tâches sont dévolues à l'ISLA et à l'ASLA.
- pour assurer un support hygiène et sécurité du travail, cette tâche est dévolue à l'IST.

Les représentants de la Sauvegarde peuvent intervenir auprès des opérateurs ou du responsable d'opération pour faire respecter les règles de sauvegarde. Ils peuvent demander au responsable d'opération l'arrêt d'une opération à risque et la remise en sécurité des systèmes lorsque le niveau de risque est jugé inacceptable.

En cas de désaccord entre le responsable d'opération et le représentant Sauvegarde, l'arbitrage est effectué à un niveau hiérarchique supérieur.

Une opération classée à risque ne peut débuter qu'après avoir obtenu l'accord du service Sauvegarde qui vérifie, avant de délivrer l'autorisation, que les conditions de sécurité requises sont remplies, ainsi que la compatibilité avec les opérations menées en parallèle.

En application de l'arrêté « SEVESO III » en référence [DR6], le CNES/CSG a mis en place une Politique de Prévention des Accidents Majeurs (PPAM) et un Système de Gestion de la Sécurité (SGS).

Le SGS constitue un ensemble de dispositions de nature organisationnelle prises en matière de prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses.

Ces dispositions sont relatives à :

- l'organisation fonctionnelle du SGS et à sa mise en œuvre,
- l'identification et l'évaluation des risques d'accident majeur,
- la maîtrise des procédés et la maîtrise de l'exploitation,
- la gestion des situations d'urgence,
- le retour d'expérience,
- le contrôle du SGS.

La PPAM ainsi que la description du SGS figurent dans le document [DR29].

Missions de police et de coordination sauvegarde du CNES/CSG

La loi relative aux opérations spatiales [DR28] confère au Président du CNES, au nom de l'Etat, la mission de police spéciale de l'exploitation des installations du CSG.

A ce titre, le Président du CNES arrête les mesures de sauvegarde applicables à l'intérieur du CSG, consistant à maîtriser les risques techniques liés à la préparation et à la réalisation des lancements à partir du CSG afin d'assurer la protection des personnes, des biens, de la santé publique et de l'environnement, au sol et en vol. Sont notamment concernées les activités relatives à la conception, à la préparation, à la production, au stockage et aux transports des objets spatiaux et de leurs éléments constitutifs, ainsi qu'aux essais et aux opérations réalisés dans le périmètre ou à partir du CSG.

Un processus dit de soumission de dossier relatif à la sauvegarde (« soumission sauvegarde »), itératif et continu, permet au président du Centre national d'études spatiales de vérifier le respect des dispositions du REI par toute personne visée à l'article 14-7 du décret n° 2009-644 du 9 juin 2009 modifiant le décret n°24-510 du 28 juin 1984 relatif au CNES.

Cette personne, pour chaque activité à risque qu'elle entend conduire :

- identifie et évalue les risques définis aux articles 21 et article 23 du présent arrêté ;
- met en place, le cas échéant, un programme de réduction de risques.

Elle fournit dès que possible et par écrit au président du Centre national d'études spatiales un dossier comprenant la démonstration du respect des dispositions spécifiques à chaque type de soumission sauvegarde, telles que prévues respectivement par les dispositions des articles 29 à l'article 32 du REI.

Toute introduction ou modification d'un lanceur, d'une charge utile, d'une installation sol et de matériels associés dont l'utilisation ou la mise en œuvre présentent des risques à conséquence grave ou catastrophique tels que définis à l'article 21 et à l'article 23 du REI fait l'objet d'une nouvelle soumission sauvegarde.

NOTA :

Article 21- Classes de risques relatives aux activités menées au sol

Deux catégories de classe de risques sont définies dans le cadre du présent arrêté, selon la gravité des dommages :

Classes de risque	définition des dommages
Risque à conséquence catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte de vie humaine, immédiate ou différée ▪ Invalidité permanente ▪ Atteinte à la santé publique irréversible
Risque à conséquence grave	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blessures graves aux personnes n'entraînant ni perte de vie humaine, ni d'invalidité permanente ▪ Atteinte à la santé publique réversible ▪ Dommages importants aux biens : <ul style="list-style-type: none"> - destruction totale ou partielle de biens publics ou privés - destruction totale ou partielle d'une installation critique pour l'opération de lancement ▪ Dommages importants à l'environnement

Article 22- Exigences relatives aux activités menées au sol

Principes :

Tout système à risque identifié (...) et mis en œuvre dans le cadre d'activités au sol doit satisfaire à un objectif de fiabilité clairement identifié et compatible avec les exigences qualitatives et quantitatives ci-dessous. Cet objectif de fiabilité doit explicitement contribuer à la sécurité des personnes et des biens et à la protection de la santé publique et de l'environnement.

La démonstration de la tenue de l'objectif de fiabilité doit prendre en compte les aspects liés aux matériels et à leur mise en œuvre, et peut s'appuyer sur des règles et des méthodes de sûreté de fonctionnement reconnues dans le guide des bonnes pratiques (...).

Exigences qualitatives :

1. Pour toute activité à risque conduite à l'intérieur du périmètre du CSG ou à partir du CSG, les systèmes spatiaux, les systèmes de sécurité, les étages intégrés et les systèmes sol associés à ces derniers doivent répondre aux exigences suivantes :

- **activité présentant des risques à conséquence grave : critère de la panne unique**

Aucune défaillance (panne simple ou erreur humaine) ne doit présenter de risque à conséquence grave ou *a fortiori* catastrophique (caractère dit "Fail Safe" (FS)).

Cependant, le respect du critère de la panne unique n'est pas exigé :

- pour un système de lancement à partir de l'instant où l'opération de lancement devient irréversible, et jusqu'à sa remise en sécurité dans le cas d'une tentative de lancement avortée ;
- pour les éléments structuraux d'un lanceur ou d'une charge utile dans le cas où l'application dudit critère n'est pas réalisable dans des conditions économiquement acceptables, compte tenu de l'état des connaissances et des pratiques et de la vulnérabilité du milieu dans lequel ledit lanceur est susceptible d'évoluer.

- **activité présentant des risques à conséquence catastrophique : critère de la double panne**
 Aucune combinaison de deux défaillances (panne ou erreur humaine) ne doit présenter de risque à conséquence catastrophique (FS/FS ou FO/FS).
 Le critère de la double panne ne s'applique pas à la combinaison de deux erreurs humaines.

2. Les exigences qualitatives prévues au 1^{er} alinéa ci-dessus ne s'appliquent pas aux éléments structuraux, qui sont dimensionnés conformément à des normes et selon des méthodes d'ingénierie adaptées, afin d'assurer un niveau de sécurité équivalent. Une instruction réglementaire du président du Centre national d'études spatiales précise ces normes et méthodes.

Exigences quantitatives :

Pour toute activité à risque à conséquence catastrophique conduite à l'intérieur du périmètre du CSG, la probabilité maximale admissible de faire au moins une victime (risque collectif), prise en compte pour le dimensionnement des systèmes de lancement, des bancs d'essais et des moyens techniques associés, est de 10⁻⁶ par campagne de préparation d'un lancement ou d'essais.

Article 23- Classes de risques relatives aux activités en vol

Une seule classe de risques est définie dans le cadre du présent arrêté pour les événements en vol pouvant conduire à des dommages à la surface de la Terre.

<i>Classes de risque</i>	<i>définition des dommages</i>
Risque à conséquence catastrophique	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perte de vie humaine, immédiate ou différée ▪ Blessures graves ▪ Atteintes irréversibles à la santé des personnes

Il est précisé que les risques environnementaux catastrophiques sont contenus dans la classe de risque à conséquence catastrophique pour la vie humaine et la santé publique, car ils entraînent l'un des dommages définis pour cette classe.

La loi relative aux opérations spatiales [DR28] confère aussi au Président du CNES, sous l'autorité du Préfet de Guyane, la mission de coordonner la mise en œuvre par les entreprises et autres organismes opérant au CSG des mesures visant à assurer la sûreté des installations et des activités qui y sont menées, et de s'assurer du respect, par ces entreprises et organismes, des obligations qui leur incombent à ce titre.

Le Président du CNES met en œuvre notamment les mesures suivantes :

- la coordination des activités menées au sein d'une installation présentant des risques pour les autres installations,
- l'élaboration des plans de secours et la mise en œuvre des moyens correspondant,
- la régulation de l'accès et de la circulation des personnes et des véhicules au sein du CSG,
- toute action permettant de prémunir les installations contre les menaces de toute nature.

6.2. Règles générales d'exploitation

Les règles générales d'exploitation en vigueur dans l'établissement sont applicables aux activités opérationnelles et de maintenance en matière de :

- planification, coordination, suivi et surveillance des opérations,
- limitation du personnel,
- gestion des accès,
- consignes de sécurité.

6.2.1. Planification, coordination, suivi des opérations

Les règles générales d'exploitation en matière de planification, de coordination, de suivi et surveillance des opérations sont décrites de manière synthétique dans le document « Politique de Prévention des Accidents Majeurs et Système de Gestion de la Sécurité (SGS) de l'établissement CNES/CSG – CSG-ES-QR-8073-CNES ».

6.2.2. Limitation du personnel exposé dans les zones de danger

En application des principes fondamentaux de prévention, il y a lieu de limiter au strict nécessaire la présence de personnel dans les zones de danger selon le niveau de risque évalué pour chaque opération.

Les règles de limitation du personnel sont définies par l'article 16 de l'arrêté en référence [DR2] et reprises ci-après :

- le nombre de personnes admises à se trouver dans les zones de danger Z1 et Z2 doit être aussi réduit que possible,
- pour toute opération ayant une probabilité d'accident supérieure à P1, le nombre des personnes présentes simultanément dans les zones de danger Z1 et Z2, doit être limité au strict nécessaire pour effectuer l'opération, et ne doit pas normalement dépasser cinq.

La simultanéité d'opérations au sein d'une même installation n'est possible que si les conditions suivantes sont réunies :

- vis à vis des zones de danger toxique :
 - toutes les opérations en cours sont interruptibles : arrêt des opérations et mise en sécurité des systèmes,
 - les personnels intervenant dans les zones de danger toxiques sont équipés d'un moyen radio assurant une liaison permanente avec la Sauvegarde, et de masques à gaz prêts à l'emploi,
 - les personnels disposent d'un véhicule permettant l'évacuation rapide,
- vis à vis des zones de danger à effets instantanés (effets thermiques, surpression, projection)
 - aucune des opérations ne présente une probabilité résultante d'accident majeur supérieure ou égale à P2,
 - les zones de danger associées au risque propre de ces opérations sont distinctes (respect des règles d'implantation des postes de travail définies au chapitre 9),
- l'effectif total présent dans l'installation ne dépasse pas l'effectif maximum autorisé.

On distingue quatre catégories de personnes intervenant dans les installations :

- **les opérateurs** : personnel intervenant dans l'installation dans les zones de danger Z1 et Z2. Leur nombre et leur fonction figurent sur la Fiche d'Activité et de Suivi Opérationnel (FASO).
- **les occasionnels** : personnels dont la fonction est liée à l'activité et l'amène à accéder au poste de travail mais ne figurant pas sur l'opération (FASO). Il s'agit de l'encadrement direct et du chef d'établissement, des autorités techniques, des autorités administratives (type IPE, DEAL, mission de Police spéciale du CNES) du personnel de la sauvegarde, de la qualité et de la vulnérabilité, du personnel en formation, des pompiers, des gardiens, des démineurs
- **les visiteurs professionnels** : personne dont la fonction n'est pas liée à l'opération en cours, et dont le but est d'acquérir une connaissance ou une information sur l'activité à titre professionnel. Il s'agit notamment des managers AE, CNES, ESA et industriels de la CISG.

- **le grand public** : les visites dites « Grand Public » ne peuvent avoir lieu qu'en l'absence de systèmes et de produits dangereux.

On distingue trois niveaux d'accès :

- **accès autorisé** : accès en l'absence de produits dangereux, sans contrainte particulière, pour le personnel des catégories opérateurs et occasionnels,
- **accès limité** : le personnel des catégories opérateurs et occasionnels admis à l'intérieur de la zone dangereuse considérée est limité au strict nécessaire,
- **accès interdit** : accès interdit des zones de danger Z1 et Z2 à tout le personnel.

Le nombre maximum de personnes autorisées en zones de danger Z1 et Z2, selon la catégorie de personnel visée, sont définis en fonction de la probabilité d'accident pyrotechnique pour chaque installation.

6.2.3. Gestion des accès

Les zones à risque ne sont pas en accès libre. Elles sont clôturées et comportent une barrière ou un portail situés à l'entrée de chaque zone, qui permet d'en gérer l'accès à l'aide d'un contrôleur de badge déclenchant l'ouverture de la barrière ou du portail. Ces barrières et portails sont levés automatiquement lors du déclenchement de l'alerte évacuation ou de l'alerte repli.

Un feu routier tricolore est présent à l'entrée de chaque zone à risque. Ces feux routiers sont activés par le responsable sauvegarde ELA4 ou automatiquement lors du déclenchement de l'alerte évacuation. Ils permettent de gérer l'accès aux zones à risque selon la logique suivante :

- feu vert : accès autorisé dans les limites définies,
- feu orange : accès autorisé dans les limites définies (probabilité P1),
- feu rouge : opération à risque en cours sur la zone (probabilité >P1), accès limité aux opérateurs strictement indispensables dans les limites définies,
- feu rouge clignotant : évacuation d'ouvrage immédiate, accès strictement interdit.

La gestion des accès s'appuie sur la planification journalière des activités. Chacune des activités à dérouler dans la journée fait l'objet d'une Fiche d'Analyse et de Suivi d'Opération (FASO) qui précise les éléments indispensables à son exécution, et notamment : les horaires, les contraintes entre opérations, les dispositions de sauvegarde et les ressources en personnel.

Toutes les entrées et sorties sont comptabilisées par le système informatique SPHINX, à tout instant le nombre de personnes présentes dans les zones à risque est disponible auprès du responsable Sauvegarde ELA4 et de l'agent Fonction Temps Réel (FTR) présents à la COPA ELA4 (COordination et Planification Ariane).

6.2.4. Consignes de sécurité

Tout personnel intervenant sur l'ELA4 doit se conformer aux consignes de sécurité existantes en fonction de la nature des travaux qu'il est autorisé à effectuer.

Les consignes de sécurité applicables à l'établissement CNES/CSG, sont divisées en cinq catégories :

- La consigne de site pyrotechnique multi-employeur (CSPME) qui fixe l'organisation mise en place sur le site entre les différents employeurs pour la gestion des effets pyrotechniques débordants d'une installation sur une autre et la gestion des secours vis-à-vis du risque pyrotechnique.

- les consignes générales (CG) qui fixent les règles applicables à l'ensemble du personnel sur tout l'établissement (exemple : consignes en cas d'accident ou en cas d'incendie),
- les consignes particulières (CP) qui fixent les règles applicables pour les activités à risques particuliers rencontrées sur plusieurs zones de l'établissement (exemple : consignes relatives aux travaux en hauteur, aux interventions dans les locaux énergie),
- les consignes spécifiques (CS) qui fixent les règles spécifiques aux produits dangereux présents dans l'établissement (exemple : règles relatives aux produits hydrazinés, règles générales relatives à la pyrotechnie, consigne générale de sécurité pyrotechnique),
- les consignes de zone (CZ) qui fixent les règles spécifiques à une zone, un bâtiment (exemple : consigne de bâtiment pyrotechnique – ZL4),

Formation des personnels

Conformément à l'article R. 4462-27 du code du Travail (décret en référence [DR1]) relativement à l'exécution des opérations pyrotechniques, et au REI [DR14], seuls sont habilités à effectuer une opération classée à risque, les personnels ayant reçu la formation adéquate et possédant la qualification requise.

La formation se décompose en deux volets :

- la formation technique dans la spécialité concernée,
- la formation sauvegarde spécifique au CSG [DR24].

Par ailleurs, l'article 9 du REI [DR14] stipule que « toute personne susceptible de se déplacer sans accompagnateur dans le périmètre du CSG doit recevoir une formation sauvegarde ».

Moyens et méthodes de prévention des risques

Outre les moyens et méthodes organisationnels décrits aux paragraphes précédents, la prévention des risques professionnels pour assurer la santé et la protection des travailleurs de l'établissement et de toute personne d'une entreprise extérieure opérant sur l'établissement, des risques d'accidents pyrotechniques et des accidents majeurs pour assurer la protection des biens, des personnes et de l'environnement, est menée par :

- la conformité des installations aux dispositions réglementaires : code du travail, sécurité pyrotechnique, code de l'environnement, REI du CSG,
- la mise en place, la maintenance et le contrôle des barrières MMR et des autres barrières de prévention visant à réduire les sources d'agression et à en limiter l'énergie susceptible d'être délivrée.

6.2.5. Liste des mesures de maîtrise des risques (MMR)

La liste des MMR figurent dans le volume 3.2 du présent dossier. L'indice de confiance des MMR considérées comme barrières ultimes y figurent également.

6.2.6. Moyens et méthodes de prévention des risques liés à la pyrotechnie

La maîtrise des risques liés à la pyrotechnie est assurée par de nombreuses dispositions d'ordre technique (conception des systèmes, barrières physiques...) et organisationnel (plan d'opérations, procédures, formation des personnels...), parmi lesquelles nous pouvons citer :

- l'utilisation de matières et objets pyrotechniques peu sensibles aux différentes agressions thermiques, mécaniques et électriques, susceptibles d'être rencontrées lors des différentes opérations de stockage, de préparation, d'intégration,
- en aucun cas il ne peut y avoir de matières pyrotechniques à nu,
- une architecture des chaînes optopyrotechniques à conséquence catastrophique faisant appel à 2 barrières de sécurité électrique (BSE) permettant de garantir leur maintien en position de sécurité,

- une architecture des chaînes électro-pyrotechniques à conséquence catastrophique du composite supérieur faisant appel à un boîtier de sécurité et d'armement (BSA) permettant de garantir leur maintien en position de sécurité,
- les initiateurs électro-pyrotechniques sont du type 1A/1W/5 min Non Feu. Ils sont montés au plus tard de la campagne. Les lignes de mise à feu sont des liaisons filaires torsadées et blindées. L'utilisation de téléphones portables est interdite dans les zones pyrotechniques, cette interdiction est rappelée dans les consignes de sécurité des installations.
- les initiateurs optopyrotechniques sont insensibles à toute agression électrique, électromagnétique et optique en dehors de la longueur d'onde de mise à feu.
- les opérations déroulées dans les installations de l'ELA4 ne génèrent aucun déchet pyrotechnique,
- les prévisions météorologiques (foudre et vitesse de vent) fournies par le service météo du CSG avant tout transfert d'un étage à proergol solide,
- la formation, la qualification et l'habilitation (niveau II et III) des personnels autorisés à manipuler les composants pyrotechniques et à les mettre en œuvre,
- la planification, la coordination et le suivi des opérations. Les plans d'opérations ESR et lanceur visent d'une manière générale à réduire les risques à la source, par une « montée en puissance » progressive en matière de quantités et de nature des produits dangereux.

6.2.7. Moyens et méthodes de prévention des agressions thermiques (incendie, point chaud)

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions thermiques sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

- il est interdit de fumer dans les enceintes pyrotechniques et les zones à présence d'ergols, cette interdiction est rappelée dans les consignes de sécurité des installations,
- surveillance continue par un réseau de détecteurs incendie couvrant l'ensemble des installations à risque, avec report d'alarme incendie au poste de contrôle du centre de secours Ariane et au pupitre du responsable sauvegarde ELA4,
- installations électriques conformes à la réglementation (conception, maintenance, contrôle),
- hormis les dispositifs concourant à la sécurité, et les cas particuliers traités par procédure, les machines et équipements sont mis hors alimentation électrique en dehors des heures ouvrées,
- toute opération susceptible de créer des points chauds (soudure, perçage, meulage...) fait l'objet d'un permis de feu visé par la Sauvegarde précisant aux opérateurs la durée de validité de ce permis ainsi que les conditions d'intervention. Ces opérations sont menées préférentiellement en l'absence de tout objet pyrotechnique, si l'opération s'avère strictement indispensable, avant de viser ce permis de feu la Sauvegarde procède à une analyse des risques engendrés par l'opération afin de définir les moyens de prévention et de protection adéquats,
- absence de matériaux combustibles stockés dans les installations à risque, et limitation des matériaux introduits dans ces installations,
- les ergols cryotechniques (hydrogène et oxygène) sont livrés en ZL4 au plus tard de la campagne de lancement pour les opérations de remplissage en chronologie,
- l'hydrogène et l'oxygène sont stockés sur des zones de stockages distinctes,
- la catégorie et le mode de protection ATEX des équipements implantés dans les zones à atmosphère explosible sont conformes à la classification retenue pour ces zones,

- les locaux hydrogène de la table, du massif et du mât sont inertés en début de chronologie finale, avant la mise en œuvre d'hydrogène en chronologie dans ces installations
- entretien régulier des abords et des voies d'accès (débranchement) pour limiter le risque de départ de feu extérieur et éviter toute propagation,
- stationnement éloigné des véhicules du personnel,
- véhicules de transport pyrotechnique à moteur diesel et équipés de moyens d'extinction incendie.

6.2.8. Moyens et méthodes de prévention des agressions mécaniques (choc, chute, friction)

Les principaux risques d'agression sont liés à l'utilisation du pont roulant en ZL4 pour la manutention du composite supérieur et la manutention d'objets lourds ou d'outillages en présence d'un étage lanceur.

L'occurrence d'une défaillance structurale du pont roulant de la ZL4 est extrêmement faible du fait de la conception et des coefficients de dimensionnement des structures mécaniques, la probabilité de lâcher de charge spécifiée est inférieure à 10^{-8} /manutention.

Les principales mesures en réduction de risque sont les suivantes (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

- le pont est notamment muni de freins de service et de freins de secours, de détection de survitesse avec arrêt d'urgence, de limiteur de charge, ...
- le pont est secouru en catégorie II (groupes électrogènes) et en catégorie III (onduleur et batteries) d'une autonomie de 10 min permettant la remise en sécurité et la sauvegarde des paramètres concourant à la sécurité,
- le pont est conçu pour procéder à un affalage manuel en cas de panne en charge,
- le levage et la manutention au pont sont effectués à l'aide de palonniers spécifiques et d'outillage spécifique,
- le matériel de levage et de manutention, ainsi que les accessoires associés (palonnier, élingues...) sont vérifiés périodiquement par un organisme agréé,
- les moyens de levage et de manutention des charges lourdes (pont roulant, palans) sont exploités uniquement par du personnel qualifié et habilité (pontier, élingueur),.
- une inspection visuelle préliminaire du volume de travail (zone de manœuvre du pont et de sa charge) est effectuée avant le démarrage d'une opération de manutention au pont,
- lors d'une opération de manutention, l'accès de l'aire de manutention est limité au personnel strictement indispensable à l'opération, et une personne de l'équipe opérationnelle est chargée de la surveillance de l'opération,
- les manutentions se font à une vitesse adaptée à l'objet lourd manutentionné et aux phases de manutention (démarrage, accostage,...).

En conclusion, le pont et l'ensemble des outillages spécifiques sont conçus selon les meilleures technologies disponibles et les règles de l'art, leur maintenance fait l'objet d'un plan de maintenance, ils sont employés uniquement par du personnel formé et habilité au poste de travail.

6.2.9. Moyens et méthodes de prévention des agressions électriques

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions électrique sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

Les principales mesures en diminution de risque sont les suivantes :

- les installations électriques sont réalisées suivant la réglementation et les normes en vigueur, et exploitées par du personnel qualifié et habilité,
- les matériels électriques sont regroupés dans des locaux techniques spécifiques : haute tension, basse tension, transformateur, onduleur, batteries, courants faibles...
- les locaux énergie disposent d'une coupure générale située à l'entrée du local,
- les locaux techniques électriques sont équipés de détecteurs incendie,
- les installations électriques font l'objet d'un contrôle réglementaire annuel, effectué par un organisme agréé,
- hormis les dispositifs concourant à la sécurité, et les cas particuliers traités par procédure, les machines et équipements sont mis hors alimentation électrique en dehors des heures ouvrées,
- les initiateurs électro-pyrotechniques sont du type 1A/1W/5 min Non Feu. Ils sont montés au plus tard de la campagne. Les lignes de mise à feu sont des liaisons filaires torsadées et blindées. L'utilisation de téléphones portables est interdite dans les zones pyrotechniques, cette interdiction est rappelée dans les consignes de sécurité des installations.
- les initiateurs optopyrotechniques sont insensibles à toute agression électrique, électromagnétique et optique en dehors de la longueur d'onde de mise à feu.
- la catégorie et le mode de protection ATEX des équipements implantés dans les zones à atmosphère explosible sont conformes à la classification retenue pour ces zones,
- les locaux hydrogène de la table, du massif et du mât sont inertés en début de chronologie finale, avant la mise en œuvre d'hydrogène en chronologie dans ces installations
- toutes les installations, les équipements ainsi que les étages du lanceur sont maintenus en permanence à la terre par des liaisons adaptées les raccordant au réseau de terre du bâtiment afin de limiter toute apparition d'une différence de potentiel en cas de circulation d'un courant vagabond,
- toute intervention sur une installation électrique est opérée par du personnel formé et habilité.

6.2.10. Moyens et méthodes de prévention des agressions électrostatiques et électromagnétiques

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions électrostatiques et électromagnétiques sont les suivants :

Les principales mesures en diminution de risque sont les suivantes :

- le propergol des ESR est non sensible à une décharge capacitive (épreuve STANAG 4490 annexe B),
- les électro-détonateurs et opto-détonateurs sont non sensibles aux tests de décharge électrostatique de 25 kV sous 5000 Ω ,
- les structures en composite carbone des ESR sont conductrices et reliées au réseau de terre des installations, ces structures font office de cage de Faraday,
- toutes les installations, les équipements, les outillages, les étages du lanceur, les objets pyrotechniques sont maintenus en permanence équipotentiels et reliés à la terre par des liaisons adaptées et contrôlées, les raccordant au réseau de terre du bâtiment afin de limiter toute apparition d'une différence de potentiel en cas de circulation d'un courant induit (ou courant vagabond) et d'éviter toute accumulation de charges électrostatiques.
- l'utilisation de téléphones portables est interdite dans les enceintes pyrotechniques,

- l'utilisation de systèmes radiofréquences particuliers est contrôlée et dédiée au dispositif sauvegarde et sécurité.

6.2.11. Moyens et méthodes de prévention des agressions foudre

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions foudre sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

- La ZL4 comporte une analyse du risque foudre évaluant le niveau de protection requis, décrivant les dispositifs de protection vis-à-vis des coups de foudre directs et indirects. L'étude technique de la protection foudre, la mise en place des dispositifs de protection et leur vérification initiale seront réalisées avant le démarrage de la phase d'exploitation conformément aux exigences réglementaires.
- Les opérations de transfert d'un étage à propergol solide et d'un RSM sont soumises à une procédure spécifique de prévision et de suivi de la foudre par le centre météo du CSG. Ces prévisions foudre conditionnent selon le cas, le non lancement des opérations ou leur interruption avec remise en sécurité des installations et évacuation des personnels.

6.2.12. Moyens et méthodes de prévention des agressions chimiques

Il est rappelé que sur les installations de l'ELA4, le propergol solide n'est jamais à nu. Tout danger de contact d'une matière incompatible avec celui-ci est exclu.

Les agressions chimiques sont principalement liées aux ergols stockables des charges utiles et aux ergols cryotechniques du lanceur.

La réduction du risque « à la source » lié à l'emploi de ces ergols cryotechniques est assurée par la limitation des quantités de substances et mélanges dangereux transférés sur la ZL4 à la quantité nécessaire au remplissage des étages ULPM et LLPM (en incluant un cas de report de tir), et par le transfert de ces ergols opéré au plus tard de la campagne juste avant les opérations de chronologie finale.

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions chimiques sont les suivants :

- formation aux risques chimiques du personnel amené à être en contact avec des produits chimiques,
- suivi médical annuel (médecine du travail),
- surveillance continue de l'air ambiant des zones à présence d'ergols toxiques U et N au moyen d'analyseurs de vapeurs toxiques,
- report d'alarmes vapeurs toxiques au poste de contrôle du centre de secours Ariane et au pupitre sauvegarde ,
- déclenchement automatique de l'alerte sur atteinte des seuils de concentration préétablis,
- alarme sonore et visuelle, indiquant l'interdiction d'entrée et l'évacuation immédiate de la zone,
- port des équipements de protection individuelle adaptée aux risques chimiques,
- véhicules d'évacuation disponibles sur les parkings à proximité des installations exposées,

La gestion du risque toxique induit par les activités des industriels du CSG, est menée globalement au niveau du CSG. La cinétique des effets toxiques plus lente que celle des autres effets, se traduit par un délai possible de mise en sécurité des personnels potentiellement exposés et présents sur les installations voisines du siège de l'accident. La mise en sécurité des personnels repose sur :

- la mise en place de moyens d'alerte (sirène et information par la sonorisation),

- la mise à disposition d'un moyen radio assurant la liaison permanente avec la Sauvegarde (BCS et PRS),
- la mise à disposition de masques,
- la disponibilité d'un véhicule d'évacuation à toute personne entrant dans une zone de danger toxique et l'évacuation rapide,
- l'évacuation de la zone ou le confinement des personnels dans les locaux de repli, selon le cas,
- la formation sauvegarde présentant les risques toxiques et la conduite à tenir en cas d'accident,
- les exercices POI annuels effectués sur le CSG.

6.2.13. Moyens et méthodes de prévention du risque d'anoxie

Les locaux à risque d'anoxie pour lesquels des gaz inertes (azote, hélium) sont mis en œuvre, sont déterminés conformément à la méthodologie sauvegarde décrite dans la note technique en référence [DR20].

Les locaux à risque d'anoxie sont équipés :

- de détecteurs d'oxygène fixes ou mobiles indépendants et raccordés à la centrale du local RMO,
- d'un déclenchement de l'alerte automatique sur atteinte du seuil descendant 19%,
- d'une alarme sonore et visuelle, indiquant l'interdiction d'entrée et l'évacuation immédiate du local, positionnées sur tous les accès au local.
- Dans les locaux confinés présentant des difficultés d'évacuation tels que les fonds lanceur, les opérations sont conduites par deux personnes au minimum, dont l'une placée à l'extérieur du local et munie d'un moyen radio, est affectée à la surveillance de l'opération.

Par ailleurs, pour tout local confiné actif (c'est à dire dans lequel il est effectué une opération), il est exigé la mise en place d'au moins deux détecteurs indépendants. Pour cela, en sus du (des) détecteur(s) présent(s) dans le local confiné, un opérateur au moins doit porter un oxygéno-mètre portable.

Enfin, selon les conclusions de l'analyse de risque de l'opération visée, un masque à air respirable à portée de main pour chacun des opérateurs peut être mis à leur disposition. De la même manière, un pompier équipé de son appareil respiratoire isolant, peut être affecté en ressource sur l'opération.

6.2.14. Moyens et méthodes de prévention des risques liés aux travaux de grande hauteur

Les principaux moyens et méthodes de prévention des risques liés aux travaux de grande hauteur sur l'ELA4 sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

vis-à-vis du risque de chute d'objets :

- les plates-formes sont munies de plinthes anti-chutes,
- mise en place de filets, boudins, bavettes,
- mise en place des plates-formes par du personnel formé et habilité,
- mise en place des passerelles dans un ordre tel que la hauteur de chute éventuelle soit réduite : mise en place (baisse) à partir du niveau bas et relevage à partir du niveau haut.

vis-à-vis de la protection du personnel :

- protection collective par la mise en place de garde-corps et filets,

- protection individuelle par l'emploi de harnais de sécurité.

6.2.15. Moyens et méthodes de prévention des risques liés aux transports des marchandises dangereuses

Les principaux moyens et méthodes de prévention des risques liés aux transports sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

- les prévisions météorologiques (foudre et vitesse de vent) fournies par le service météo du CSG avant tout transfert d'un étage à propergol solide et d'un RSM ;
- les transports de marchandises dangereuses sur le CSG ne sont autorisés par l'établissement concerné qu'après émission d'une Fiche d'Analyse et de Suivi des Opération (FASO). Ce système permet d'éviter le cumul d'opérations dangereuses au même endroit et au même instant. Il contribue à gérer le CSG comme établissement d'accueil. La FASO est validée par le Bureau de Coordination Sauvegarde du CNES, elle prescrit les dispositions de sauvegarde à mettre en œuvre, par exemple : mise en alerte des sapeurs-pompiers, contrôle d'accès renforcé ou fermeture de zone avec évacuation des personnels selon les trajets empruntés.

6.2.16. Moyens et méthodes de prévention des agressions liées aux systèmes sous pression

Les principaux moyens et méthodes de prévention des agressions liées aux systèmes sous pression sont les suivants (il est à noter que certains d'entre eux relèvent de dispositions réglementaires) :

- les systèmes à fluides sous pression (air comprimé, azote, hélium) des installations sol ne sont pas considérés à risque dans la mesure où ils sont conformes à la réglementation relative aux équipements sous pression (ESP) et font l'objet des visites et épreuves périodiques réglementaires, et qu'ils ne comporteront pas de fluides dangereux.
- les RSM sont conformes à la réglementation relative aux équipements sous pression (ESP) et font l'objet des visites et épreuves périodiques réglementaires,
- les équipements sous pression de l'ELA4 sont gérés par plan de maintenance. L'inventaire précisant l'état de tous les ESP (identification de l'équipement, identification du fluide, implantation, dernière visite, prochaine visite) est mis à jour en tant que de besoin.
- la maîtrise des risques liés aux équipements sous pression bord et charges utiles (équipements non soumis à la réglementation relative aux ESP), est assurée par de nombreuses dispositions d'ordre technique (conception des systèmes, barrières physiques de sécurité...) et organisationnel (procédures, formation des personnels...).

Ces dispositions répondent aux exigences de conception et aux exigences opérationnelles stipulées par le REI [DR14]. Le contrôle du respect de ces exigences est vérifié par la Sauvegarde en s'appuyant sur le processus de soumission sauvegarde.

6.2.17. Risques liés aux défaillances de mode commun

Une situation ou un événement susceptible d'affecter simultanément plusieurs dispositifs concourant à la sûreté des installations est appelé « défaillance de mode commun ».

Pour mémoire, il est rappelé que le niveau de sûreté de chaque système à risque doit satisfaire les objectifs qualitatifs et quantitatifs exigés pour l'ensemble des activités du CSG. En particulier, les systèmes à risque à conséquences catastrophiques doivent être tolérants à la double panne (critère FS/FS), et les systèmes à conséquences graves doivent être tolérants à la simple panne (critère FS).

La perte d'énergie électrique est une défaillance de mode commun redoutée pour l'ensemble des installations à risque de l'ELA4. Les mesures en diminution de risque adoptées sont les suivantes :

- en cas de perte de l'alimentation EDF (alimentation catégorie I), tous les systèmes concourant à la sûreté des installations et du lanceur (centrale de détection vapeurs toxiques, détection gaz, centrale de détection hydrogène, centrale de détection incendie, baies sonorisation, alerte évacuation et commande des feux d'accès, baie du système de sonorisation, équipements du contrôle commande) sont secourus en catégorie III (onduleurs et batteries) pour une durée maximum de 10 min,
- si la catégorie I n'est pas rétablie, l'alimentation électrique des installations est secourue à l'aide de groupes électrogènes (catégorie II), le temps maximum spécifié de basculement cat. I / cat. II est de 5 min,
- des essais d'autonomie de la catégorie III sont réalisés avant le démarrage de chaque campagne,
- pour la chronologie de lancement, les installations sont préventivement alimentées en catégorie II, de manière à pallier à toute défaillance liée à la perte de la cat. I et au non démarrage d'un groupe électrogène.

A l'inverse des réseaux cat. I et cat. II communs à un ou plusieurs sites, la cat. III est spécifique à un bâtiment. Par ailleurs, la cat. III est redondée (cat. IIIA et cat. IIIB). Pour les installations secourues de la ZL4, la cat. IIIA est disposée dans un local technique de la table et la cat. IIIB est disposée dans un local technique du portique.

Les bancs de contrôle opérationnel Ariane 6 (CCO) et de contrôle commande des servitudes (CCS Ariane 6, commun avec Ariane 5 et Véga) sont alimentés en cat. IIIA et cat. IIIB disposées dans des locaux séparés. Chacune de ces catégories III est elle-même redondée.

La conception et l'architecture de l'alimentation électrique des équipements de sécurité permettent d'exclure toute perte d'énergie des systèmes concourant à la sûreté des installations et du lanceur.

6.3. Moyens et méthodes de protection

6.3.1. Dispositifs généraux de protection

Les dispositifs généraux de protection sont:

- système d'extinction incendie : extincteurs, RIA, poteaux incendie (60 m³/h), extinction azote des locaux électriques indispensables à la chronologie.
- déluge d'eau des stockages hydrogène et oxygène, permettant le refroidissement des réservoirs hydrogène en cas d'agression thermique externe. Le déclenchement du déluge est soit manuel à partir de coup de poing depuis la zone de stockage, soit piloté depuis le banc de contrôle CCS et le PRS ELA4.
- issues de secours des bâtiments, escaliers de secours encagés comportant une trappe de désenfumage, voies d'évacuation d'ouvrage,
- en cas d'alerte toxique extérieure, l'ELA4 sera évacuée en fonction de la provenance du danger,
- douches de sécurité, lave-yeux.
- sirène alerte évacuation
- pas de cul de sac sur zones à risque ELA4

6.3.2. Protections individuelles

Le port des protections individuelles est précisé dans les consignes de sécurité et dans les procédures opérationnelles.

Les EPI sont délivrés pendant les horaires de campagne par le magasin des EPI situé à proximité de la COPA.

Selon la nature des opérations réalisées, les équipements de protection individuelle utilisés ou mis à disposition sont les suivants :

- bottes, gants et combinaisons antiacide,
- tenues cryotechniques,
- masques de protection respiratoire (masque à cartouche filtrante) ou masques à air respirable,
- harnais de sécurité.

6.4. Règles de gestion de la co-activité avec les autres établissements du CSG

Parmi les différentes responsabilités qui lui incombent en matière de Sauvegarde Sol, le service Sauvegarde et Environnement est responsable de la coordination des activités à risque sur le CSG.

La Sauvegarde exerce la fonction de coordination grâce à un Bureau de Coordination Sauvegarde (BCS) dont les missions de coordination sont fixées dans le REI [DR14].

Cette fonction de coordination ne se substitue pas aux fonctions de sauvegarde propres à chaque établissement. Elle a pour objectif d'assurer un fonctionnement cohérent et sûr entre les installations, matériels et activités des différentes entreprises présentes sur le CSG, afin de maintenir le niveau de sécurité requis, tout en minimisant les contraintes opérationnelles aux interfaces.

La Coordination Sauvegarde a pour rôle de :

- superviser, coordonner, autoriser selon le cas, les opérations à risque sur le CSG, suivant des modalités bien définies,
- suivre les activités générales des entreprises extérieures se déroulant sur les sites à risque de l'Inter-sites,
- tenir à jour un état global du CSG pour connaître la répartition et le niveau des stocks des matières actives ou dangereuses et vérifier que la capacité maximale de stockage n'est pas dépassée,
- activer les moyens communs de prévention et de protection,
- déclencher les moyens communs d'intervention,
- établir la prévision de l'évolution des risques et des nuisances en situation nominale ou accidentelle,
- diffuser les alertes aux différents utilisateurs du CSG, au personnel des astreintes sauvegarde du CSG et des sites concernés,
- prendre, en situation accidentelle et dans le cadre du déclenchement du POI, les mesures conservatoires d'urgence de son ressort et renseigner l'équipe de direction des secours

Les règles régissant la gestion des opérations à risque d'accident majeur entre les installations du CSG sont les suivantes :

- les moyens de secours d'une opération à risque d'accident majeur non interruptible doivent être dédiés à cette opération. En effet, en cas d'accident majeur généré par une autre opération à risque déroulée sur le CSG, les moyens de secours intervenant sur cette opération doivent être indépendants des moyens de secours prêts à intervenir sur l'opération non interruptible.
- hormis les opérations à risque majeur non-interruptibles qui disposent de leurs propres moyens de secours, toute autre opération à risque se déroulant sur le CSG sera interrompue en cas d'accident majeur.

Quatre centres de secours sont implantés sur le CSG. Le centre de secours Ariane, situé sur l'ELA3, se situe à moins de 10 minutes de l'ELA4 et permet une intervention rapide en cas de sinistre tout en étant hors des zones d'effet débordant de l'ELA4.

Règles de gestion de la co-activité avec les entreprises extérieures intervenant sur l'établissement CNES/CSG

Les activités de maintenance et d'entretien des infrastructures de l'établissement CNES/CSG, sont en partie assurées par des entreprises extérieures, et sont menées conformément aux dispositions du décret en référence [DR10].

En particulier, un plan de prévention annuel est établi entre l'établissement du CNES/CSG (en tant qu'entreprise utilisatrice) et chaque entreprise extérieure intervenant, ainsi que leurs éventuels sous-traitants.

Outre les renseignements relatifs aux opérations et aux entreprises utilisatrice et extérieures, le plan de prévention détaille notamment :

- les risques apportés par l'entreprise extérieure,
- les risques existants au sein de l'entreprise utilisatrice,
- les règles applicables sur l'établissement du CNES/CSG relatives à la co-activité avec d'autres entreprises extérieures,
- les dispositions à prendre en cas d'accident.

Le plan de prévention peut faire l'objet d'avenant si les éléments initiaux ont évolué notablement (nature ou localisation des opérations, sous-traitants,...). Il fait obligatoirement l'objet d'une révision annuelle.

Dans le cadre du plan de prévention, les activités conduites par une entreprise extérieure s'intègrent dans l'organisation de la sécurité de l'établissement du CNES/CSG.

En particulier, les règles générales d'exploitation en vigueur dans l'établissement sont applicables aux activités effectuées par les entreprises extérieures. Ces règles sont relatives à :

- la planification, la coordination, le suivi et la surveillance des opérations,
- la limitation du personnel,
- la gestion des accès,
- les consignes de sécurité,
- la formation et l'habilitation des personnels.

Par ailleurs, l'établissement CNES/CSG a mis en place un Comité Spécial Hygiène Sécurité et Conditions de Travail (CSHSCT), qui par nature est élargi aux entreprises extérieures intervenant de manière continue et pérenne sur son établissement, conformément à la loi relative à la prévention des risques naturels et technologiques [DR7] concernant l'élargissement du CHSCT de toute entreprise utilisatrice classée SEVESO seuil haut aux entreprises extérieures.

moyens d'intervention en cas d'accident

6.5. Plan d'Opération Interne et Plan d'Assistance Mutuelle

Les accidents majeurs prévisibles, mis en évidence dans la présente étude de danger, sont traités dans un Plan d'Opération Interne (POI) unique couvrant l'ensemble des installations de l'établissement CNES/CSG [DR23].

L'établissement CNES/CSG comporte une salle de crise située au bâtiment URANUS, cette salle est activée en cas de déclenchement du POI CNES/CSG. La cellule de crise y est localisée, le directeur des opérations internes (chef d'établissement ou son représentant) et son équipe y dirigent les opérations de secours.

Le POI du CNES/CSG, recensant notamment l'ensemble des scénarios d'accident majeur de l'établissement et précisant les effets attendus ainsi que l'étendue des zones de danger pyrotechnique et toxique, est diffusé à l'ensemble des exploitants du CSG pour les informer des risques d'accidents.

Du fait de la coexistence sur le CSG de plusieurs établissements à risque, il a été établi un plan d'urgence appelé Plan d'Assistance Mutuelle (PAM) [DR23] dont le but est de mettre en commun les moyens de secours de ces établissements.

Le PAM est mis en œuvre quand l'un des établissements (autre que le CNES/CSG) de la CISG déclenche son POI en cas d'accident majeur.

Les plans de secours sont susceptibles de s'enchaîner de la façon suivante :



(1) Après concertation entre le Directeur des secours de l'établissement ayant déclenché son POI et le Directeur des Opérations Internes du CNES/CSG.

(2) Sur décision du Préfet. La transmission d'alerte aux services préfectoraux est donnée par le Directeur des Secours de l'établissement ayant déclenché son POI, et s'effectue par télécopie selon un modèle type, dont l'envoi est précédé par un appel téléphonique.

Le Centre Technique comporte un complexe de gestion de crise situé dans le bâtiment Uranus E, ce complexe est activé, en chronologie de lancement et hors chronologie, dans les cas suivants :

- déclenchement du POI d'un établissement de la CISG. Une cellule support (Intervention, Sauvegarde, Sécurité Protection, Logistique...) y est constituée dans le cadre du PAM,
- déclenchement du POI du CSG. La cellule de crise y est localisée, le directeur des secours (chef d'établissement ou son représentant) et son équipe y dirigent les opérations de secours,
- déclenchement d'un PPI relatif à l'un des membres de la CISG. Le préfet et son équipe y dirigent les opérations de secours,
- gestion d'une crise non liée à un accident technologique.

Le complexe de gestion de crise comporte une salle de crise avec des bureaux « support cellule », un Poste de Coordination sécurité, un bureau « Directeur des Secours », une salle « soutien vie », et une salle « observateurs » .

6.6. Sous-Direction chargée de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement du CNES/CSG

Les moyens d'intervention en cas d'accident sur de l'ELA4 sont rattachés au CNES/CSG et plus particulièrement à la Sous-Direction Chargée de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement.

La Sous-Direction chargée de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement comporte quatre services :

- le service Environnement et Sauvegarde Sol,
- le service Sûreté Protection,
- le service Protection Incendie.
- le service Sécurité du Travail

6.6.1. Service Environnement et Sauvegarde Sol

Le service Environnement et Sauvegarde Sol a pour mission d'assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement. Ces préceptes sont consignés dans le REI [DR14].

Ce service exerce la fonction de coordination grâce à un Bureau de Coordination Sauvegarde (BCS).

Au sein du service, des astreintes sauvegarde sont mises en place 24 h / 24 h tous les jours de l'année. Les personnes désignées d'astreinte ont pour mission essentielle d'intervenir en cas d'accident ou d'incident grave en dehors des heures ouvrées afin de préserver la sécurité des personnes et des biens sur l'ensemble du CSG.

6.6.2. Service Sûreté Protection

Le service Sûreté Protection comporte :

- des gardiens tenant les postes de garde,
- des agents de protection chargés des rondes et des interventions,
- des chefs de quart coordonnant l'action sur le terrain.

Il assure ces prestations 24 h / 24 h, tous les jours de l'année.

Les agents sur le terrain sont reliés par radio VHF à deux Centres des Alarmes situés l'un sur l'ELA, l'autre au Centre Technique.

En cas d'accident, le rôle principal du service est d'assurer la sécurité du personnel en contrôlant les accès sur les différentes zones dangereuses, et en faisant appliquer avec la Sauvegarde, les consignes d'évacuation d'urgence.

6.6.3. Service Protection Incendie

Le service Protection Incendie est constitué d'un détachement d'environ 90 hommes de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP), dont un Officier Médecin des Armées, opérant sur l'ensemble du CSG.

Quatre centres de secours sont implantés sur le CSG :

- le centre de secours principal au Centre Technique (CT),
- le centre de secours Ariane à l'entrée de l'Ensemble de Lancement Ariane (ELA),
- le poste de secours de l'usine de Propergol de Guyane (UPG),
- le centre de secours à l'entrée de l'Ensemble de Lancement Soyuz (ELS),

Dans chacun des centres de secours, une permanence est assurée 24 h / 24 h.

Les moyens de protection incendie répartis sur les trois centres de secours, comprennent notamment :

Sont organisées des conférences et des séances d'information animées notamment par le service Sauvegarde et Environnement portant sur :

- la présentation du CSG et des activités qui y sont déroulées,
- la nature des dangers et de l'impact sur l'environnement associés à la mise en œuvre de substances et mélanges dangereux,
- l'organisation et les moyens de prévention et de protection des personnes, des biens et de l'environnement mis en œuvre,
- les plans de mesure environnement réalisés à chaque lancement Ariane 5, Soyouz et Vega et à chaque tir au BEAP, (et ceux qui seront réalisés à chaque lancement Ariane 6),

Enfin, une information générale permanente est affichée au Musée de l'Espace de Kourou.

Par ailleurs, à la demande du Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles (S3PI), le CNES/CSG peut être amené à présenter à ses membres toute information nécessaire permettant au S3PI d'assurer notamment l'information du public sur les problèmes d'environnement et de risques industriels, et sur les actions engagées pour les résoudre.

7. ANNEXE : LOGIGRAMME INDICE DE CONFIANCE D'UNE BARRIÈRE PASSIVE

