



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :



Analyse des risques
IGOSAT

Date

Signature

Préparé par (Rédacteur) : Hillton Tang OSAE	31/05/16	
Approuvé par (Chef de Projet) : Marco Agnan Université Paris Diderot		
Pour application (Responsable Centre Spatial Etudiants) : Hubert Halloin Université Paris Diderot		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 2

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Ed.	Rev	Date	Modifications	Visa
1	0	31/05/ 16	Création du document	



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 3

Table des matières

1.	Objet du document	4
2.	Document de référence.....	4
3.	Analyse de risque.....	4
4.	Les étapes du plan de gestion des risques	4
4.1.	Causes, probabilité, conséquences et criticité	5
5.	Gestion de risque du projet IGOSat	7
5.1.	Identification des risques	7
5.1.1.	Risques d'opération.....	7
5.1.2.	Risques de conception	7
5.2.	Identification des causes	8
5.2.1.	Risques d'opération.....	8
5.2.2.	Risques de conception	10
5.2.3.	Bilan.....	13
5.3.	Détermination des techniques d'atténuation	14
5.3.1.	Risques d'opération.....	14
5.3.2.	Risques de conception	16



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 4

1. OBJET DU DOCUMENT

Ce document fait suite à la première analyse des risques effectués par Stanislas Le Grelle pour le projet IGOSat. Il a pour but de mettre à jour le plan de gestion des risques.

2. DOCUMENT DE REFERENCE

DR1 : Note_analyse_de_risque_IGOSAT, Stanislas Le Grelle

3. ANALYSE DE RISQUE

L'analyse de risque fait partie intégrante de tout projet de grande envergure tel qu'un projet spatial. Cela permet de parer aux risques identifiés et de garantir la réussite du projet en termes de coût, de performance et de délai. Nous nous sommes appuyés et inspirés pour cette analyse, sur le document intitulé « Application of Risk Management to University CubeSat Missions » de Mme Brumbaugh et M. Lightsey.

4. LES ETAPES DU PLAN DE GESTION DES RISQUES

Dans la mise en place d'un plan de gestion des risques, nous devons suivre les étapes suivantes :

- I) Identification des risques
- II) Détermination des techniques d'atténuation de ces risques
- III) Suivi des risques

Pour chacune de ces étapes, nous pouvons répertorier un certain nombre de sous-étapes qui sont reprises du document cités plus haut :

Etapes	Sous-étapes
Identification des risques	<ol style="list-style-type: none">1. Revoir le concept d'opération2. Identifier les causes3. Classifier les risques par priorité4. Nommer une personne responsable5. Classer les probabilités et conséquences associées6. Donner les justifications du classement7. Donner les probabilités et conséquences8. Tracer le graphe associé
Détermination des techniques d'atténuation	<p>Il existe 4 méthodes d'atténuation :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Eviter le risque en éliminant la cause ou la conséquence2. Contrôler la cause ou la conséquence3. Transférer le risque sur une autre personne ou un autre projet4. Assumer le risque et continuer le développement
Suivi des risques	Suivre le graphique probabilité-conséquence et l'adapter à chaque revue pour analyser l'évolution



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 5

4.1. CAUSES, PROBABILITE, CONSEQUENCES ET CRITICITE

Les risques à identifier sont liés à plusieurs sources que l'on peut classer en trois catégories : logiciel, matériel et de programmation. Parmi les sources logiciel et matériel, voici plus précisément la liste des origines possibles des risques :

- Spécifications
- Tests et évaluations
- Modélisation et Simulations
- Technologie
- Production et moyens
- Capacités industrielle

Concernant la programmation :

- Logistique
- Concurrence
- Coût
- Management
- Délais
- Facteurs externes
- Budget

Il s'agira ensuite, dans la mesure du possible, de désigner les personnes responsables de la prise en compte de chaque risque identifié.

Cette étape effectuée, nous classerons ces risques suivant leur niveau de probabilité d'occurrence et le niveau de conséquence que ces derniers impliquent s'ils ont lieu. Les conséquences de ces risques issus des éléments cités au-dessus, sont liées aux performances techniques, aux délais et aux coûts qui forment le triptyque de tout projet.

Voici un tableau du département de défense américain concernant le classement des probabilités d'occurrence associées à un risque :

Niveau	Probabilité	Probabilité d'occurrence
1	Pas probable	~10%
2	Peu probable	~30%
3	Probable	~50%
4	Très probable	~70%
5	Irrémédiable	~90%

Les conséquences de ces risques sont liées aux performances techniques, aux délais et aux coûts qui forment le triptyque de tout projet. Ainsi, suivant les recommandations du document étudié, nous pouvons classer les conséquences comme suit :

Niveau	Impact	Délais	Coûts
1	Minimal ou aucune conséquence sur les performances techniques	Pas de changement	Pas de changement



Réf. :

Édition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 6

2	Réduction mineure des performances techniques. Peut-être toléré avec peu ou pas d'impact sur le programme	Retard < 2 mois	Augmentation < 10k€
3	Réduction modérée des performances techniques avec un impact limité sur les objectifs du programme	Retard < 4 mois	Augmentation < 50k€
4	Dégradation significative des performances techniques. Peut mettre en péril le succès du programme	Retard < 10 mois	Augmentation < 100k€
5	Sévère dégradation des performances scientifiques. Met en danger le succès du programme	Retard > 10 mois	Augmentation > 100k€

Ensuite, il nous faudra classer leurs priorités de traitement. Pour ce faire, nous définissons la gravité associée à un risque, qui est égale au produit du niveau de probabilité par le niveau de gravité des conséquences :

CRITICITE = PROBABILITE * CONSEQUENCE

Puisqu'un risque peut avoir plusieurs causes, nous calculerons la moyenne associée d'une part à la probabilité et d'autre part à la conséquence, en pondérant par le coefficient de criticité associé. Ainsi, nous pourrions associer une valeur de probabilité-conséquence à un risque.

Ceci étant fait, nous pouvons placer le risque dans un graphe de probabilité-conséquence tels que celui-ci :

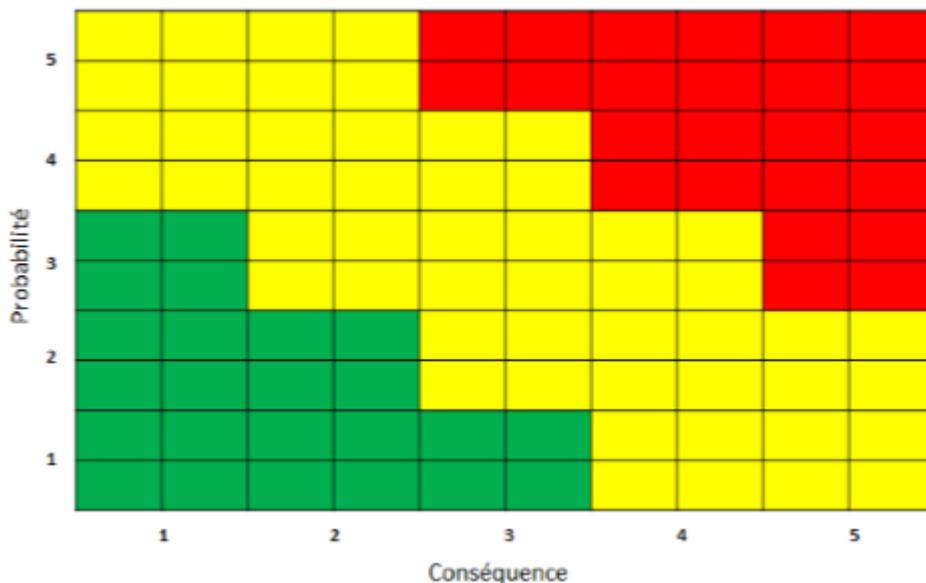


Figure 1 : graphique probabilité-conséquence (Réf : DR1)

Après avoir identifié les risques et les causes de ces derniers, nous devons mettre en place un plan de gestion des risques. Selon le ministère de la Défense Américain, cette gestion correspond à la sélection de l'option qui équilibre les coûts et les performances du projet.



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 7

5. GESTION DE RISQUE DU PROJET IGOSAT

On se rend compte qu'il existe un nombre très importants de risque que nous pourrions identifier et tâcher de traiter. Ces risques sont à toutes les phases du cycle de vie du projet, présents. Dans le cadre de notre projet CubeSat, nous identifierons les risques en opération ainsi que les risques au niveau de la conception.

Ainsi, la question posée est la suivante : qu'est ce qui pourrait potentiellement causer le dysfonctionnement de la mission ? Ces risques missions sont de hauts niveaux et ceux au niveau des sous-systèmes et des composants s'apparentent davantage aux causes associées.

Les deux missions d'IGOSAT sont ici rappelées brièvement :

- Mesure le TEC de l'ionosphère par radio-occultation de signaux GPS L1 et L2 à partir de l'instrument GPS
- Mesurer les spectres de rayonnement de rayons gamma et d'électrons aux pôles et au niveau de la SAA à l'aide de l'instrument SCI, un scintillateur.

Ainsi, le succès de la mission repose sur la collecte de ces informations scientifiques, sur la collecte d'informations de « santé » du satellite et sur la transmission au sol de ces données.

Au cours de la mission d'IGOSAT, plusieurs risques, similaires à ceux identifiés pour la mission du nanosatellite ARMADILLO décrit dans l'article, peuvent être relevés.

5.1. IDENTIFICATION DES RISQUES

5.1.1. RISQUES D'OPERATION

Entité affectée	ID	Nature
Charge utile	CU-1	Echec de la récupération des données scientifiques GPS
	CU-2	Echec de la récupération des données scientifiques SCI
Satellite	SA-1	Incapacité à communiquer avec le satellite
	SA-2	Echec de la récupération des données housekeeping
Désorbitation	DES	Incapacité à respecter la LOS

5.1.2. RISQUES DE CONCEPTION

Entité affectée	ID	Nature
Satellite	SA-3	Incapacité à respecter les standards imposés
Coût	COUT	Coût de mission trop élevé pour poursuivre
Délais	EDT	Incapacité à respecter les délais



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 8

Documentation	ACQ	Incapacité à transmettre les acquis tout au long du projet
---------------	-----	--

5.2. IDENTIFICATION DES CAUSES

Nous allons tâcher d'identifier les principales causes d'émergence de ces risques.

5.2.1. RISQUES D'OPERATION

5.2.1.1. CU-1

Echec de la récupération des données scientifiques GPS					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Problème d'alimentation électrique	SAE	2	4	8	Mauvaise gestion de l'énergie
Perte des données acquises	ODB	2	3	6	Mauvaise gestion des données et/ou environnement spatial
Impossibilité de maintenir l'attitude mission	SCA	1	2	2	Code maison ou défaut carte capteur/actionneur
Température de la carte trop élevée	ODB	1	2	2	Fonctionnement et/ou exposition trop longue
Moyenne		1.8	3.2		

5.2.1.2. CU-2

Echec de la récupération des données scientifiques SCI					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Température du SiPM non adaptée	ODB	2	4	8	Fonctionnement / exposition trop long
Erreur de conception de la carte	SCI	2	4	8	Carte maison



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 9

Problème d'alimentation électrique	SAE	2	4	8	Mauvaise gestion de l'énergie
Perte de données acquises	ODB	2	3	6	Mauvaise gestion des données et/ou environnement spatial
Moyenne		2	3.8		

5.2.1.3. SA-1

Incapacité à communiquer avec le satellite					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Carte de télécommunication défectueuse	TEL	2	5	10	Température trop élevée / environnement spatial
Pertes trop importantes	SOL	2	3	6	Orbito / tracking / chaîne de réception / transmission de données défectueuse
Pas suffisamment de puissance disponible	SAE	1	3	3	Mode de consommation maximale / mode survie
Manque de personnel à la station sol	SOL	1	4	4	Manque de personnel / complexité de la gestion des opérations
Moyenne		1.7	4.04		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 10

5.2.1.4. SA-2

Echec de la récupération des données housekeeping					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Perte des données acquises	ODB	2	3	6	Mauvaise gestion des données et/ou environnement spatial
Récupération partielle des données capteurs	ODB	1	2	2	Carte maison
Moyenne		1.75	2.75		

5.2.1.5. DES

Incapacité à respecter la LOS					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Mauvaise mise en orbite	Lanceur	1	5	5	Problème de conception lanceur
Moyenne		1	5		

5.2.2. RISQUES DE CONCEPTION

5.2.2.1. SA-3

Incapacité à respecter les standards imposés					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Pas de sensibilisation de l'équipe	Projet	1	4	4	Mauvaise communication
Moyenne		1	4		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 11

5.2.2.2. COUT

Coût de mission trop élevée pour poursuivre					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Coût de développement SCI trop élevé	SCI	3	4	12	Fait maison + démonstrateur technologique
Rupture des financements	Projet	2	5	10	Politique
Mauvais suivi des coûts	Projet	2	4	8	Organisation projet
Coût de développement SCA trop élevé	SCA	2	3	6	Fait maison
Coût de développement SAE trop élevé	SAE	1	3	3	Fait maison
Moyenne		2.23	4.03		

5.2.2.3. EDT

Incapacité à respecter les délais					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Non obtention des équipements	Projet	3	3	9	Gestion du calendrier et des fournisseurs
Incapacité à avoir accès aux infrastructures de tests et d'intégration	Projet	2	3	6	Accès impossible ou coûts et/ou délais trop importants
Incohérence des work-packages	Projet	1	4	4	Mauvais découpage des tâches et activités du projet
Pas assez d'étudiants sur le projet	Projet	1	3	3	Mauvaise méthode de recrutement et/ou



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 12

					désintéressement des étudiants
Moyenne		2.09	3.18		

5.2.2.4. ACQ

Incapacité à transmettre les acquis tout au long du projet					
Cause	Entité responsable	Probabilité	Conséquence	Criticité	Justification
Pas de dialogue entre équipes successives	Projet	4	3	12	Fort turn over des équipes et grande mobilité des étudiants
Mauvaise gestion de la documentation	Projet	1	4	4	Production importante de documentation et fort turn over des équipes
Moyenne		3.25	3.25		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 13

5.2.3. BILAN

Entité concernée	ID	Nature	Probabilité	Conséquence
Charge utile	CU-1	Echec de la récupération des données scientifiques GPS	1.8	3.2
	CU-2	Echec de la récupération des données scientifiques SCI	2	3.8
Satellite	SA-1	Incapacité à communiquer avec le satellite	1.7	4.04
	SA-2	Echec de la récupération des données housekeeping	1.75	2.75
Désorbitation	DES	Incapacité à respecter la LOS	1	5
Satellite	SAT-3	Incapacité à respecter les standards imposés	1	4
Coût	COUT	Coût de mission trop élevé pour poursuivre	2.23	4.03
Délais	EDT	Incapacité à respecter les délais	2.09	3.18
Documentation	ACQ	Incapacité à transmettre les acquis tout au long du projet	3.25	3.25



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 14

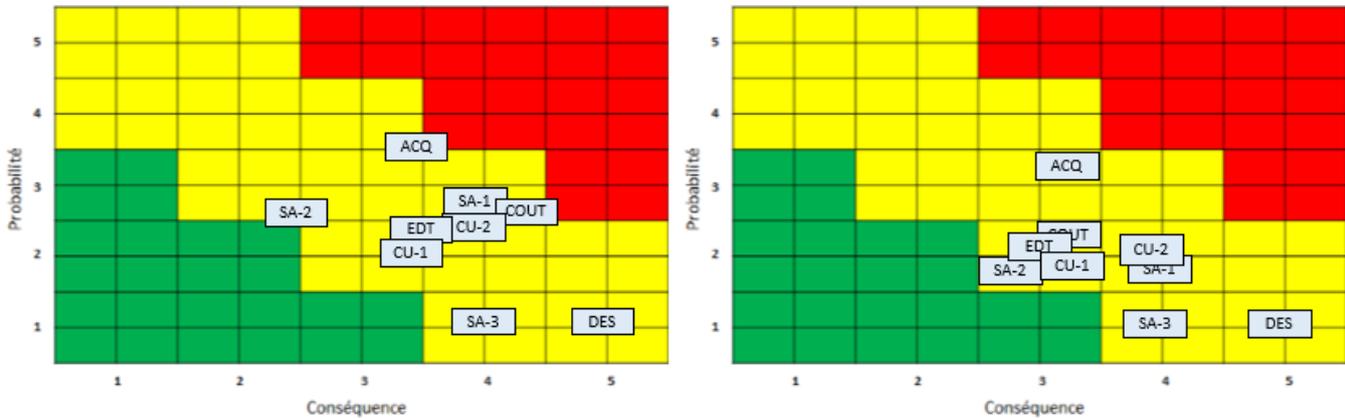


Figure 2 : graphique probabilité-conséquence (à gauche : fin de phase A, à droite : fin de phase B)

5.3. DETERMINATION DES TECHNIQUES D'ATTENUATION

5.3.1. RISQUES D'OPERATION

5.3.1.1. CU-1

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Problème d'alimentation électrique	Campagne de tests des cartes et mise en place d'un plan de gestion de l'énergie bord			
Perte des données acquises	Plan de gestion des données mémoires / partition de la mémoire	Mise en place du mode dégradé		Peu d'importance sur une orbite
Impossibilité de maintenir l'attitude mission	Campagne de tests des cartes	Mise en place du mode dégradé		
Température de la carte trop élevée	Vérification régulière de la carte et planning de fonctionnement du GPS	Arrêt de la carte		La gamme de température de la carte est très large



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 15

5.3.1.2. CU-2

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Température du SiPM non adaptée	Fournir des études thermiques plus poussées sous THERMICA et contrôle régulier de la température du SiPM	Arrêt de la carte		
Erreur de conception de la carte	Campagne de tests de la carte	Mise en place du mode dégradé		
Problème d'alimentation électrique	Campagne de tests des cartes et mise en place d'un plan de gestion de l'énergie bord			
Perte de données acquises	Plan de gestion des données mémoires / partition de la mémoire	Mise en place d'un mode dégradé		Peu d'importance sur une orbite

5.3.1.3. SA-1

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Carte de télécommunication défectueuse	Campagne de tests de la carte	Mise en place du mode dégradé	Carte COTS	
Pertes trop importante	Fournir des bilans de liaisons plus approfondis	Contrôler la chaîne de réception, en particulier le LNA		
Pas suffisamment de puissance disponible	Mise en place d'un plan de gestion de l'énergie bord	Récupérer simplement les données HK si possible ou attendre la prochaine visibilité		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 16

Manque de personnel à la station sol	Mise en place d'un plan de management des opérations	Programmer un plan de vol pour une semaine ou plus		
--------------------------------------	--	--	--	--

5.3.1.4. SA-2

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Perte des données acquises	Plan de gestion des données mémoires			
Récupération partielle des données capteurs	Campagne de tests des cartes et redondance de capteurs			Compte tenu du grand nombre d'observables, cela ne devrait pas être critique

5.3.1.5. DES

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Mauvaise mise en orbite			Responsabilité du lanceur	

5.3.2. RISQUES DE CONCEPTION

5.3.2.1. SA-3

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Pas de sensibilisation des équipes	Explication dès le début des travaux et mise à disposition des documents concernés	Utilisation de la CubeSat Acceptance checklist		



Réf. :

Edition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 17

5.3.2.2. COUT

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Coût de développement SCI trop élevé	Etude approfondie des solutions technologiques, prévision des coûts et suivi			
Rupture des financements	Communication avec les différentes entités			
Mauvais suivi des coûts	Mise en place de la gestion des coûts			
Coût de développement SCA trop élevé	Etude approfondie des solutions technologiques, prévision des coûts et suivi			
Coût de développement SAE trop élevé	Etude approfondie des solutions technologiques, prévision des coûts et suivi			

5.3.2.3. EDT

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Non obtention des équipements	Mise en place d'un plan de gestion des commandes, d'anticipation des commandes et commandes en France			
Incapacité à avoir accès aux infrastructures de tests et d'intégration	Réflexions en amont des besoins en tests et en intégration			
Incohérence des work-	Réflexions en amont des besoins			



Réf. :

Édition : 1 Date : 31/05/16

Révision : 0 Date :

Page : 18

	sur le projet et réaliser des work-packages les plus généralistes possibles			
Pas assez d'étudiants sur le projet	Gestion des stages, communication avec un panel d'équipes pédagogiques et communication externe	Mise en place d'une stratégie de travail sur les work-packages prioritaires		

5.3.2.4. ACQ

Causes				
	Eviter	Contrôler	Transférer	Assumer
Pas de dialogue entre équipes successives	Organisation de meetings de mise en relation et de mise au point	Garantir un accès aux coordonnées des équipes		
Mauvaise gestion de la documentation	Plan de gestion de la documentation	Regroupement sur la Forge des derniers documents importants		