

© Ce document est la propriété exclusive de STUDIA – Reproduction interdite



**SOMMAIRE**

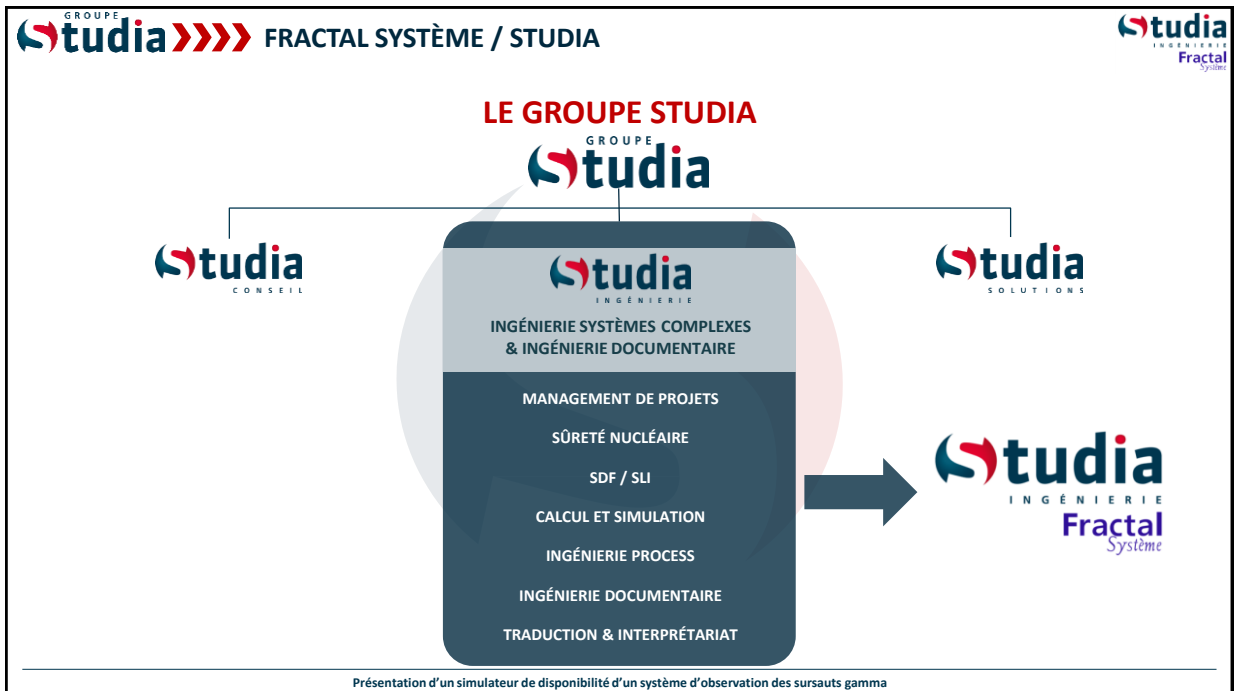
**FRACTAL SYSTÈME / STUDIA**  
**PRÉSENTATION DU PROJET**  
**MÉTHODOLOGIE**  
**SIMULATEUR SOUS PETRI**  
**RÉSULTATS ET PERSPECTIVES**  
**REMERCIEMENTS**

© Ce document est la propriété exclusive de STUDIA – Reproduction interdite



**FRACTAL SYSTÈME / STUDIA**





**GROUPE** **studia** >>>> **FRACTAL SYSTÈME / STUDIA**

**LA SOCIÉTÉ FRACTAL SYSTÈME**

**Notre secteur d'activité**

- Principalement les industries pétrolières et gazières :
  - Installations pétrolières offshore (ex: FPSO, FPU, etc.),
  - Installations pétrolières onshore,
  - Raffineries,
  - Usines flottantes de gaz naturel liquéfié,
  - Etc.
- Mais aussi tous les domaines où la maîtrise du risque et la disponibilité des systèmes sont des facteurs déterminants de compétitivité.

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



## LA SOCIÉTÉ FRACTAL SYSTÈME

### Nos prestations

- Étude HAZOP (*HAZard and Operability study*) pour l'analyse de danger des procédés,
- Évaluation du niveau d'intégrité de fonctions de sécurité (*Safety Integrity Level*) pour alimenter les exigences de conception (méthodes *Calibrated Risk Graph* ou *Layer Of Protection Analysis*),
- Étude de fiabilité des systèmes pour vérifier que la conception du système répond aux exigences de sécurité et aux objectifs de fiabilité fixés (analyse par arbre des défauts),
- Étude de disponibilité d'unités de production, selon différentes hypothèses de conception, d'opérations ou de soutien logistique, pour optimiser l'équilibre production/coûts (réseaux de Petri).


Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma




## PRÉSENTATION DU PROJET







PRÉSENTATION DU PROJET



OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Développer un simulateur pour le compte du CNES qui reproduit le fonctionnement du système d'alerte pour :

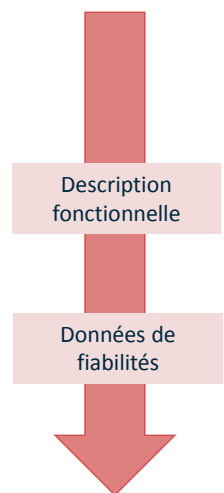
- Evaluer la probabilité de transmettre les alertes depuis le satellite jusqu'au réseau de stations VHF lors de la détection d'un *burst*;
- Evaluer la disponibilité du réseau VHF dans les délais (en excluant le satellite, le FSC et le DCN entre le FSC et les utilisateurs).

**Spécification**

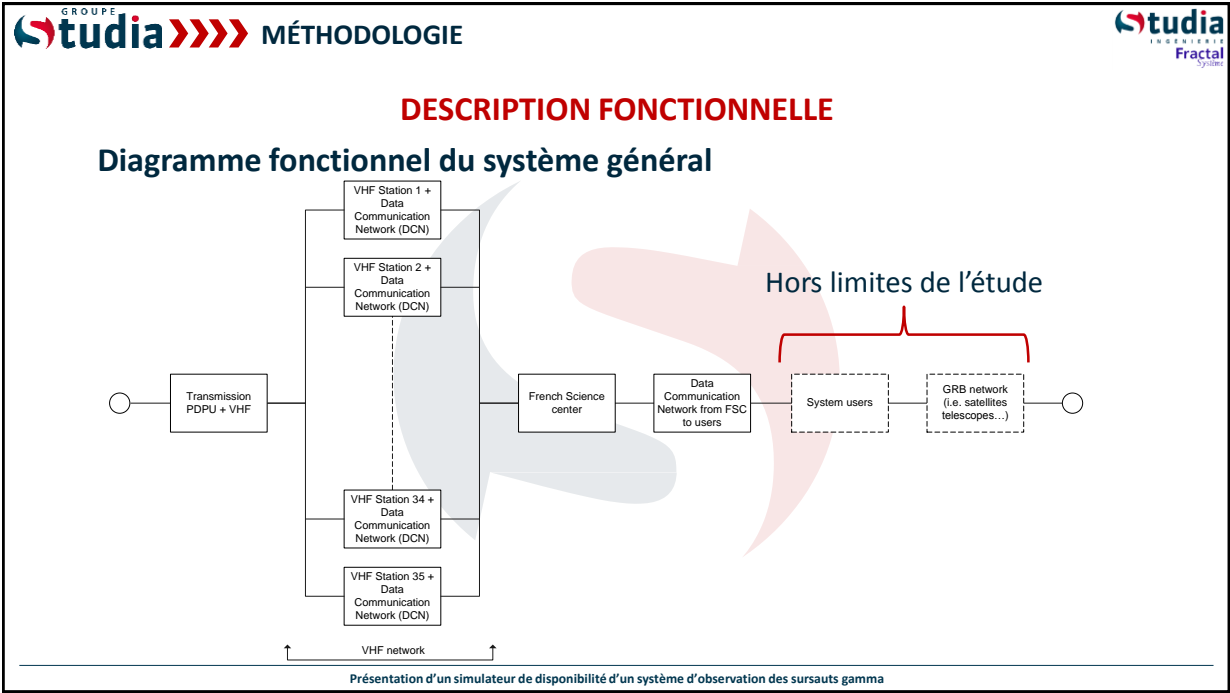
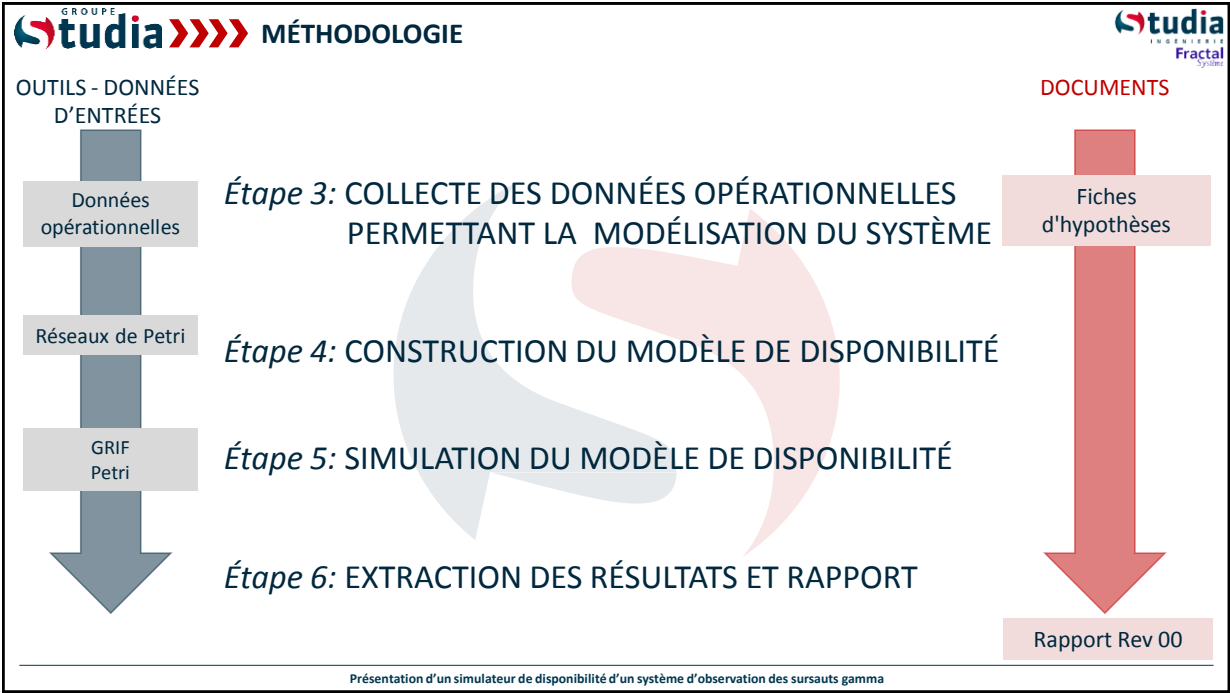
| Délai après <i>burst</i> | Transmission de l'alerte | Dispo. du réseau VHF |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 30 secondes              | 69%                      | 93%                  |
| 20 minutes               | 95%                      | 100%                 |

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma









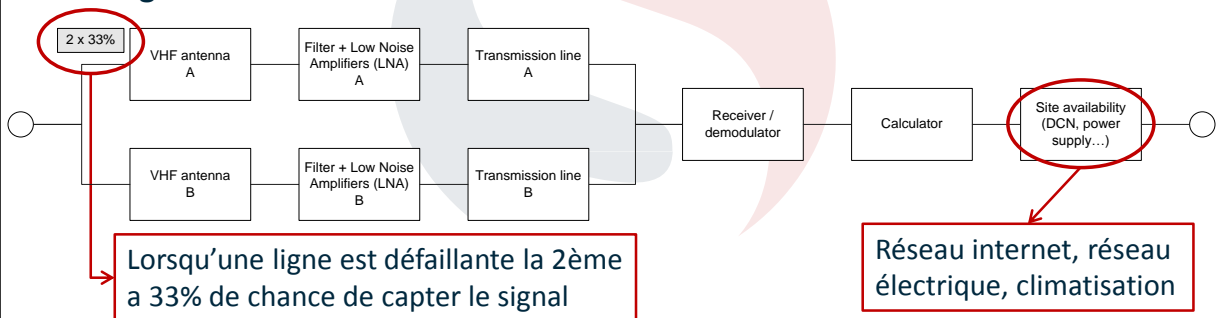


## DESCRIPTION FONCTIONNELLE

### Réseau VHF / Station VHF

Réseau VHF : 35 stations localisées à +/- 30° autour de l'équateur.

#### Diagramme fonctionnel d'une station VHF



Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma

## HYPOTHÈSES DU CAS DE BASE

### Pour la mission

- Durée de mission = 5 ans
- Arrivée des *bursts* : loi exponentielle et en moyenne 80 *bursts* / an
- Stocks initiaux :
  - Toulouse = 5 stations complètes
  - Sur site = 1 station complète
- Pas de maintenance préventive (màj logicielle, ...)
  - Effectuée lorsque la station n'est pas en visibilité
- Altitude du satellite = 600 km
- Inclinaison = 29°

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



## HYPOTHÈSES DU CAS DE BASE

### Pour les stations VHF

- Redondance antennes + (LNA + Filtre) + câbles = 33%
- Disponibilité site :
  - Haute disponibilité : 4 défaillances par an de 1 jour
  - Disponibilité standard : 12 défaillances par an de 1,5 jours
  - Disponibilité limitée : 12 défaillances par an de 4 jours
- Acheminement de Toulouse jusqu'au site :
  - Mobilisation rapide : 1 semaine
  - Mobilisation standard : 3 semaines
  - Mobilisation complexe : 2 mois

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



## SIMULATEUR SOUS PETRI



## STRUCTURE DU SIMULATEUR

Le simulateur a été développé avec le module Réseau de Petri du package GRIF Simulation.

Il est composé de deux parties :

- **Orbitographie** permet de calculer la position du satellite, et de vérifier quelles stations sont en visibilité.
- **Simulation** permet de simuler l'arrivée de défaillance, les temps de réparation, l'évolution des stocks, etc.

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



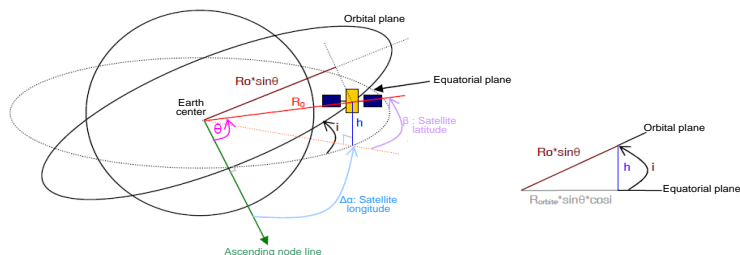
## PARTIE ORBITOGRAPHIE

À chaque « *burst* », on :

- Calcule la latitude et la longitude du satellite,
- Étudie la visibilité des stations VHF,
- Vérifie si des stations sont en état de marche et en visibilité dans les délais spécifiés.

### Calculs déterministes

- Pas de phénomènes aléatoires



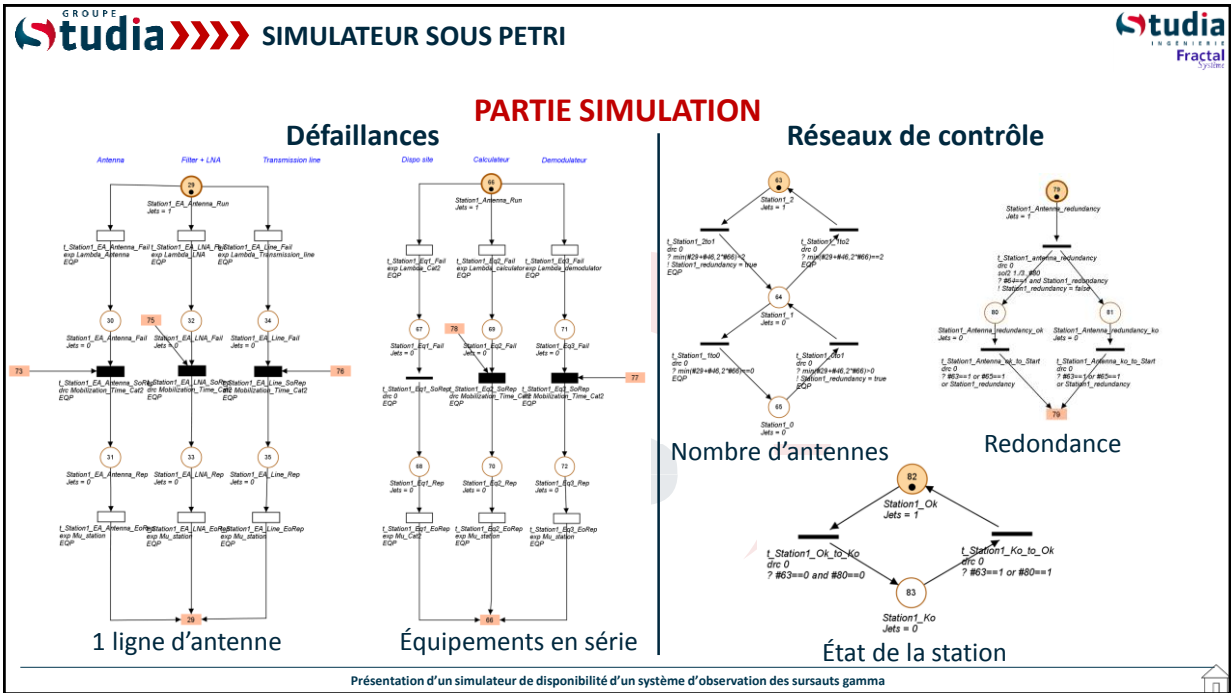
Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma













## PRINCIPAUX RÉSULTATS

1. Probabilité moyenne de transmettre les alertes depuis le satellite jusqu'au réseau de stations VHF lors de la détection d'un *burst*.
2. Couverture moyenne du réseau de stations VHF.
3. Disponibilité moyenne du réseau VHF dans les délais (en excluant le satellite, le FSC et le DCN entre le FSC et les utilisateurs).
4. Disponibilité moyenne de chaque station VHF.

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



## FINALITÉS ET RECOMMANDATIONS

### Optimisation des stocks

Pas de réapprovisionnement de stocks

- Détermination à l'aide d'études de sensibilité du stock optimal

### Nombre de stations nécessaires

Objectifs des spécifications non atteints

- Ajout de stations dans des zones peu couvertes

### Objectifs de fiabilité des équipements (constructeur)

- Utilisation d'études de sensibilité pour fixer les spécifications (MTBF) au constructeur

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma





## PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION

**Le simulateur pourra évoluer en même temps que le projet.**

Plusieurs éléments peuvent être amenés à changer :

- Les paramètres d'entrée (taux de défaillance, temps de réparation, etc.),
- Le nombre et la localisation des stations.

Le modèle doit être paramétrable et évolutif :

- Regrouper la majorité des paramètres dans une base de données,
- Prévoir des stations de réserves.

Présentation d'un simulateur de disponibilité d'un système d'observation des sursauts gamma



## REMERCIEMENTS



Ce projet n'aurait pas été réalisable sans la participation de :



Références :

1. Vidéo issue du site web : [https://svom.cnes.fr/fr/SVOM/Fr/GP\\_satellite.htm](https://svom.cnes.fr/fr/SVOM/Fr/GP_satellite.htm) ©CEA.
2. ETIENNE K., GARNIER JP., Dimensionnement d'un système satellitaire par couplage de modèles stochastique et orbitographique, LambdaMu 18, Octobre 2012

