



Nicolas BELLEMONT -



Optimisation de la chaîne de traitement pour l'instrument ECLAIRS

Sommaire

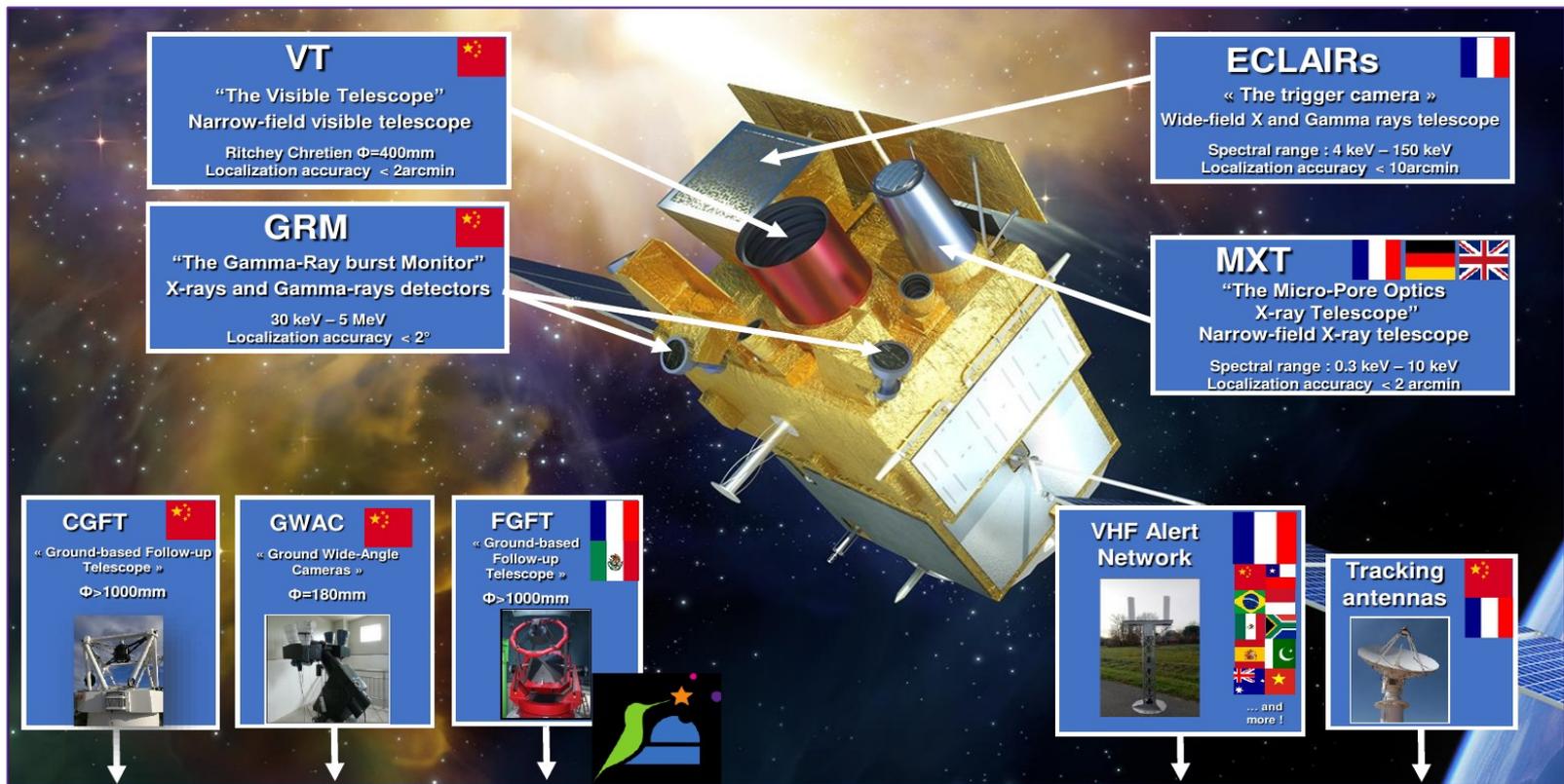


- Contexte : Mission SVOM
- Instrument ECLAIRS
- Pipeline de traitement ECPI
- Architecture du pipeline
- Optimisation de la calibration des données

Mission SVOM

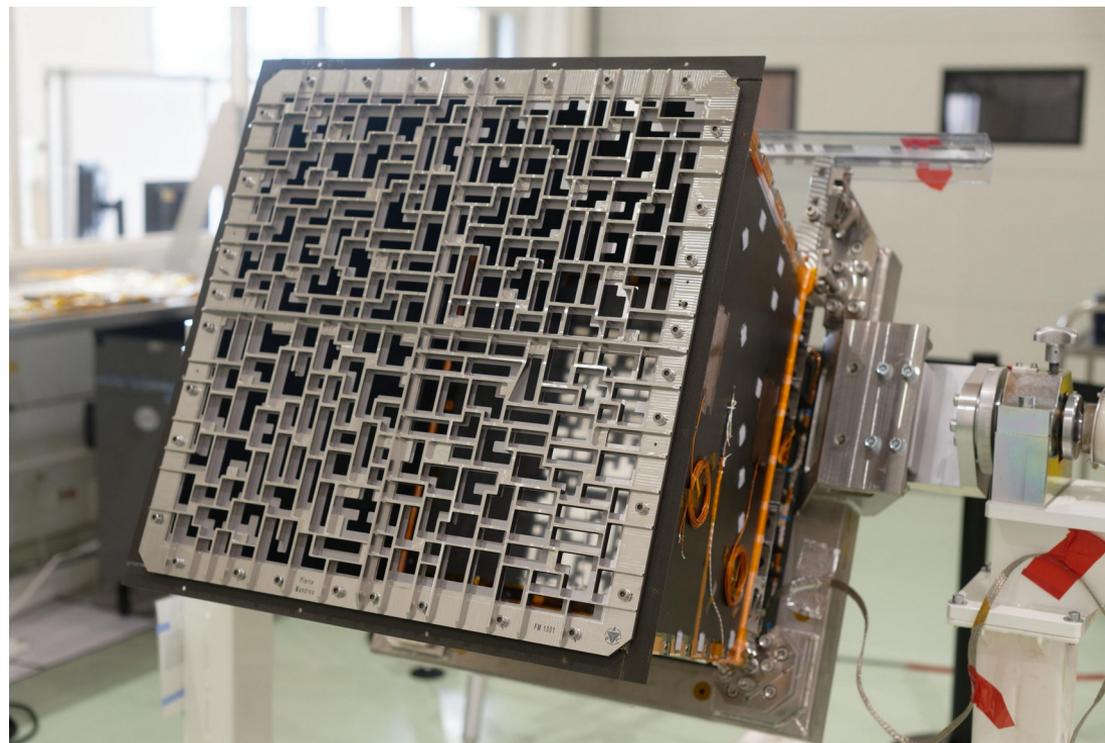
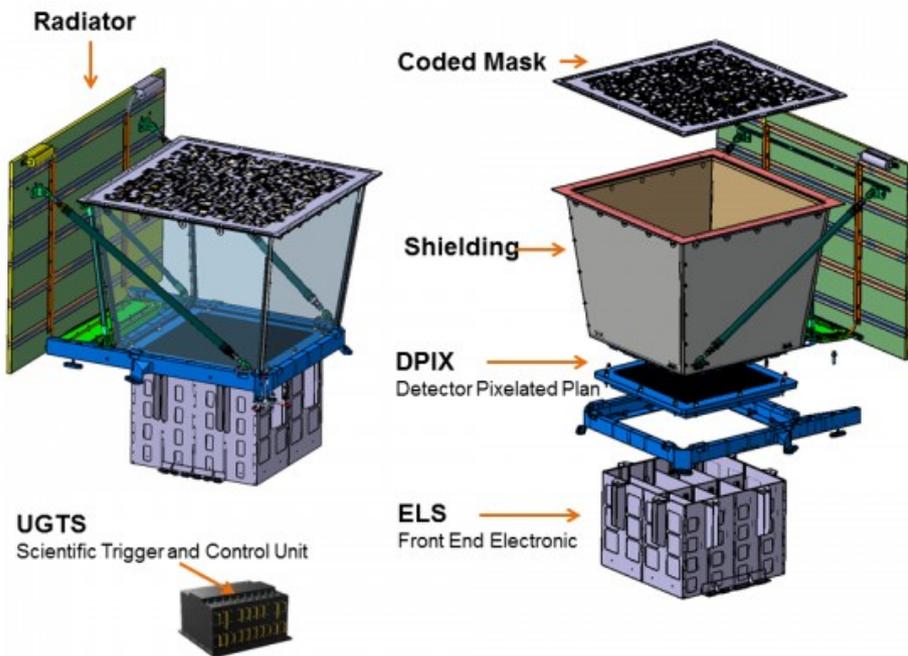


Space based multi-band astronomical Variable Objects Monitor

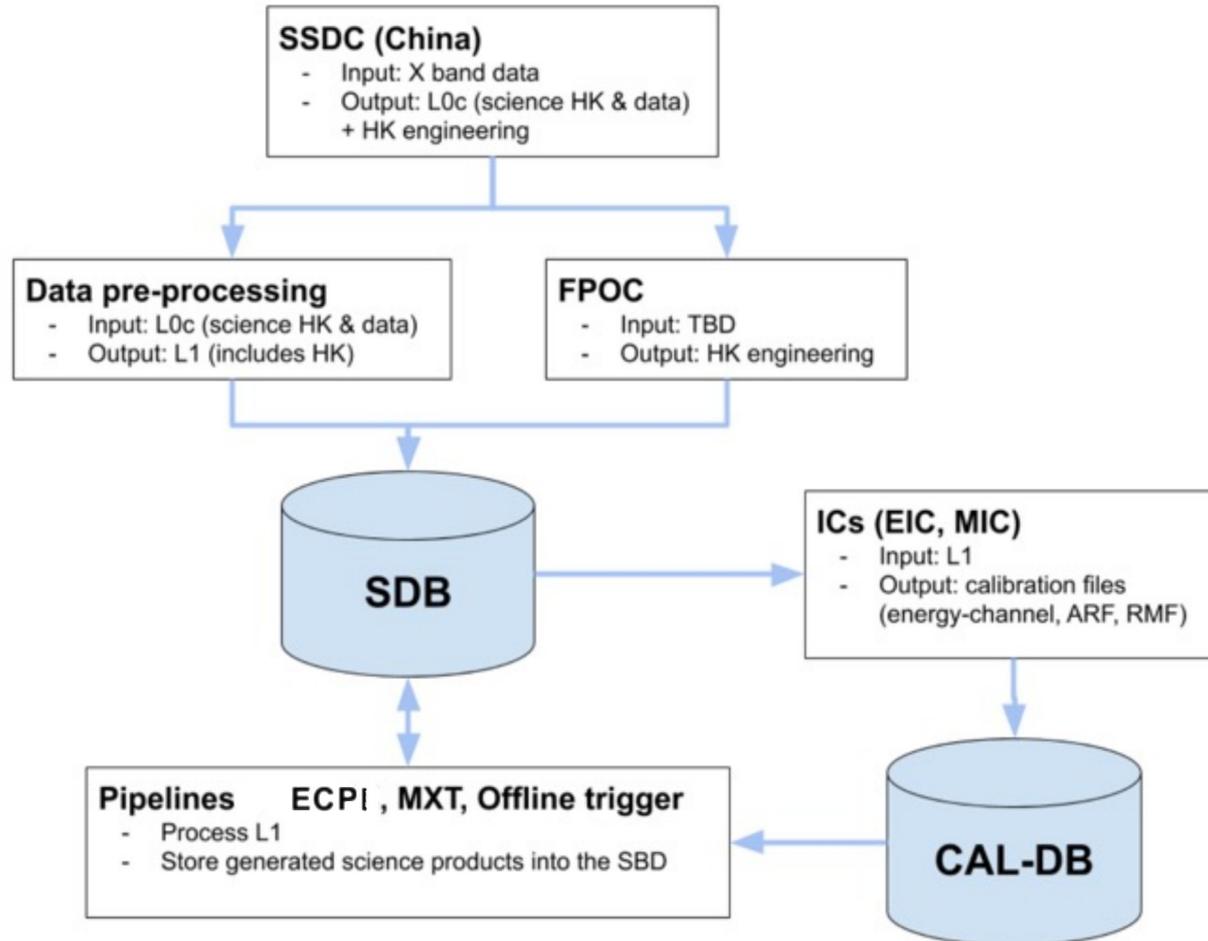


Lancé le 22 Juin 2024 !

Instrument ECLAIRS



Workflow du Segment Sol



ECLAIRs PIPELINE



ECLAIRs PIPELINE



DPCO

Data Preparation
and COrrrection



- Analyze data attitude, orbit, housekeeping
- Define GTIs

ECLAIRs PIPELINE



DPCO

Data Preparation
and COrrrection



- Analyze data attitude, orbit, housekeeping
- Define GTIs

CALI

CALibration



- Apply gain and offset to each event
- Identify events out of the energy thresholds

ECLAIRs PIPELINE



DPCO

Data Preparation
and COrrrection

- Analyze data attitude, orbit, housekeeping
- Define GTIs

CALI

CALibration

- Apply gain and offset to each event
- Identify events out of the energy thresholds

BUBE

Binning Uniformity
Background
Earth correction

- Bin calibrated events in detector images
- Corrects image with background, uniformity
- Stack binned and corrected images

ECLAIRs PIPELINE



DPCO

Data Preparation
and COrrrection

- Analyze data attitude, orbit, housekeeping
- Define GTIs

CALI

CALibration

- Apply gain and offset to each event
- Identify events out of the energy thresholds

BUBE

Binning Uniformity
Background
Earth correction

- Bin calibrated events in detector images
- Corrects image with background, uniformity
- Stack binned and corrected images

IMAG

IMAGing
and source detection

- Reconstruct sky image from corrected ones
- Detect, locate, identify sources
- Corrects bias

ECLAIRs PIPELINE



DPCO

Data Preparation
and COrrrection

- Analyze data attitude, orbit, housekeeping
- Define GTIs

CALI

CALibration

- Apply gain and offset to each event
- Identify events out of the energy thresholds

BUBE

Binning Uniformity
Background
Earth correction

- Bin calibrated events in detector images
- Corrects image with background, uniformity
- Stack binned and corrected images

IMAG

IMAGing
and source detection

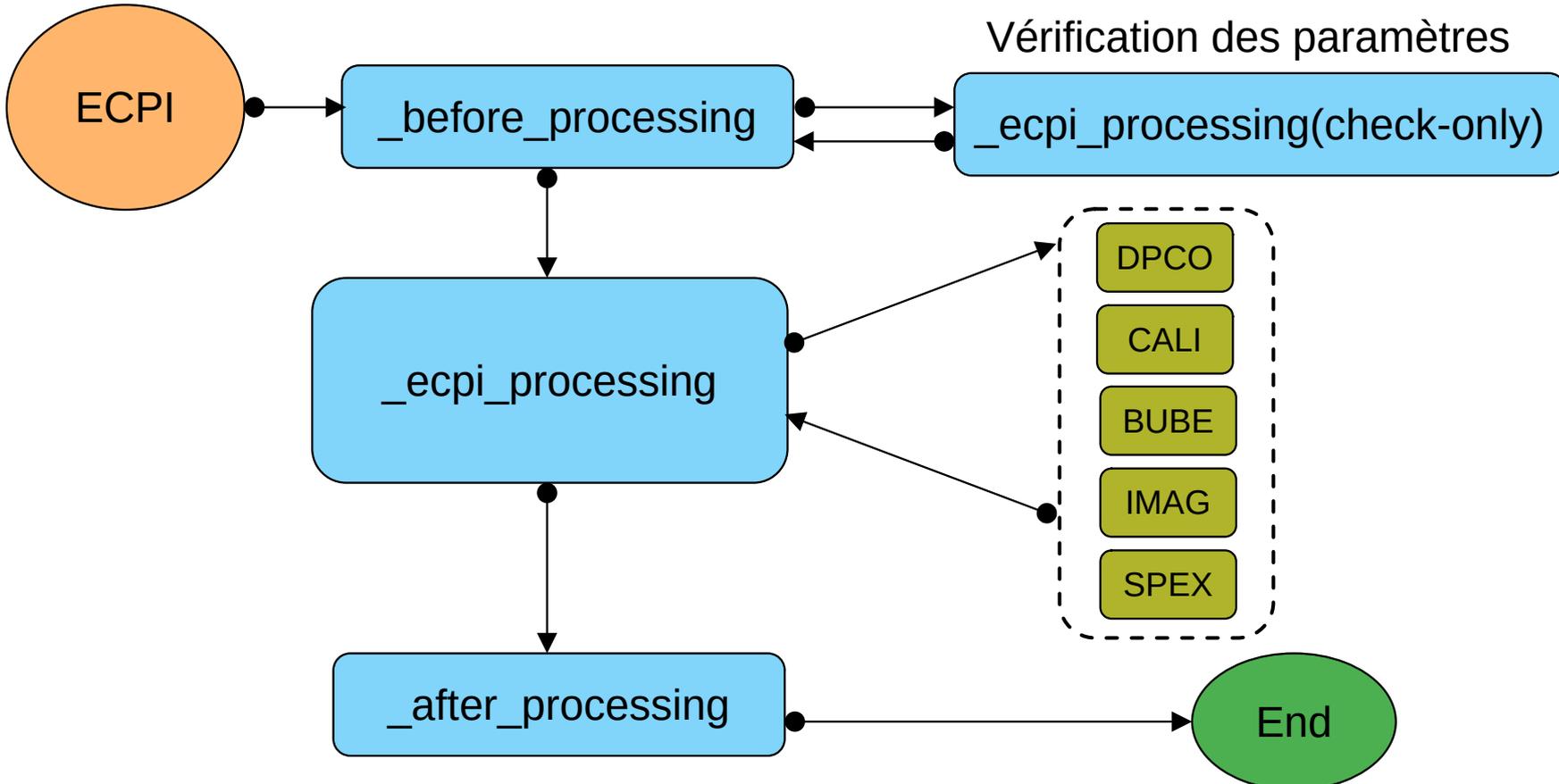
- Reconstruct sky image from corrected ones
- Detect, locate, identify sources
- Corrects bias

SPEX

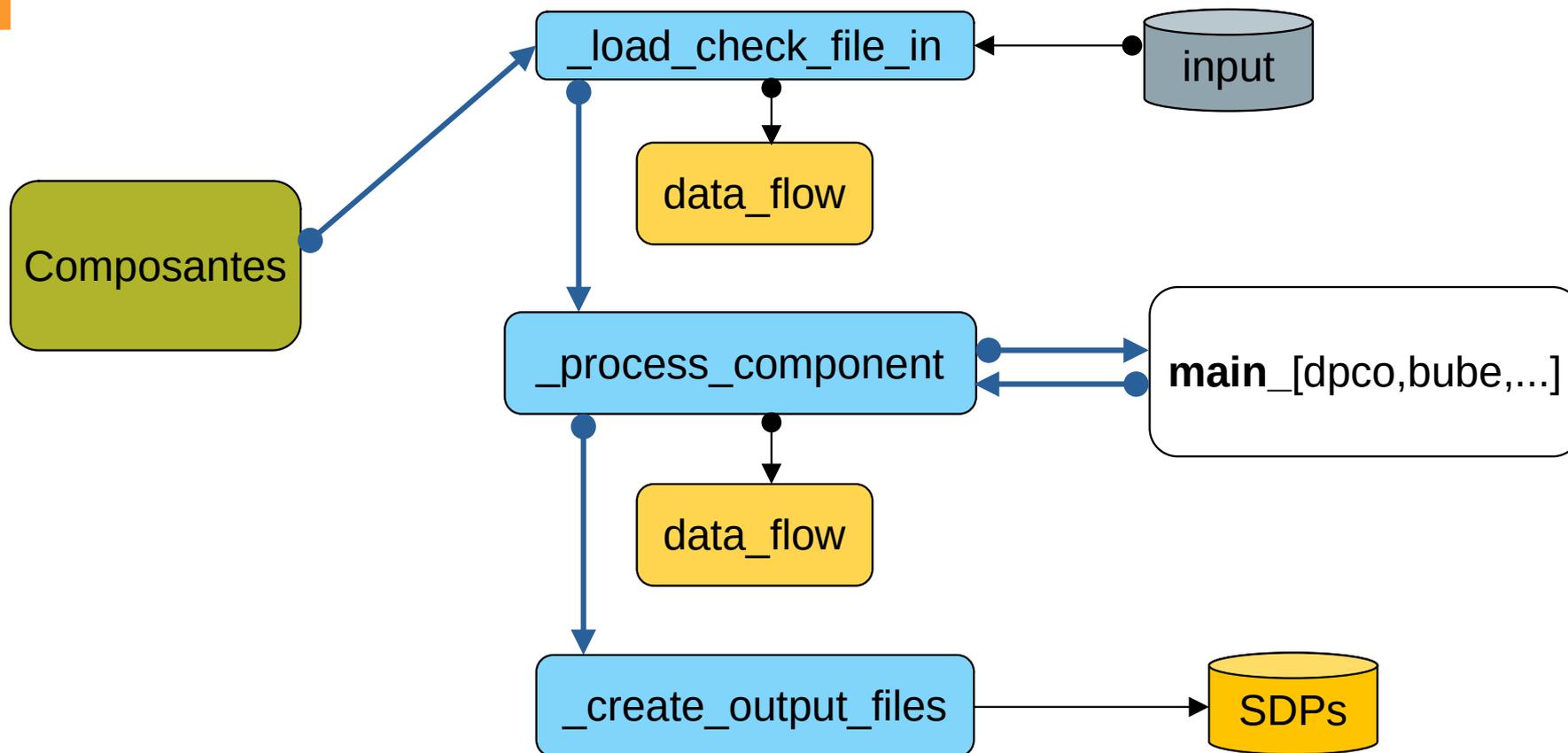
Source Product
EXtraction

- Extract spectrum and lightcurve for each sources

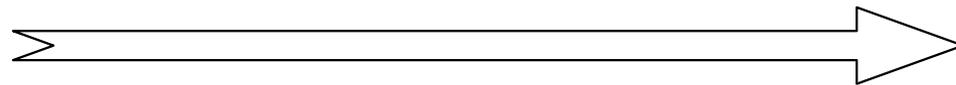
ECPI Workflow



Composantes Scientifiques



Architecture du pipeline



DPCO

CALI

BUBE

IMAG

SPEX

Paramètres

EclairsEnvConfig

DataFlow

EclairsCalibration

ECPI

Objets Transversaux



Paramètres

Paramètres Utilisateur

- Composantes à lancer
- Bandes d'énergies

...

EclairsEnvConfig

Infos sur la configuration

- Chemins d'accès
- Variables d'environnement

...

DataFlow

Données du pipeline

- Evénements
- Orbitaux

...

EclairsCalibration



EclairsCalibration

Effets détecteur

House keeping

Pixels bruyants

Non uniformité

EclairsCalibration



EclairsCalibration

Effets détecteur

House keeping

Pixels bruyants

Non uniformité

- Récupérer les fichiers de calibrations en base
- Charger/Décharger les informations en fonction de la composantes en cours
- Effectuer des traitements (**sur les données de calibration uniquement**)
- Créer des produits nécessaires pour le traitements des données dans les composantes suivantes

EclairsCalibration



Pourquoi ?

Calibration événement par événement (de l'ordre de la dizaine de millions par déclenchement).

Temps de traitement de plusieurs dizaine de minutes par déclenchement.

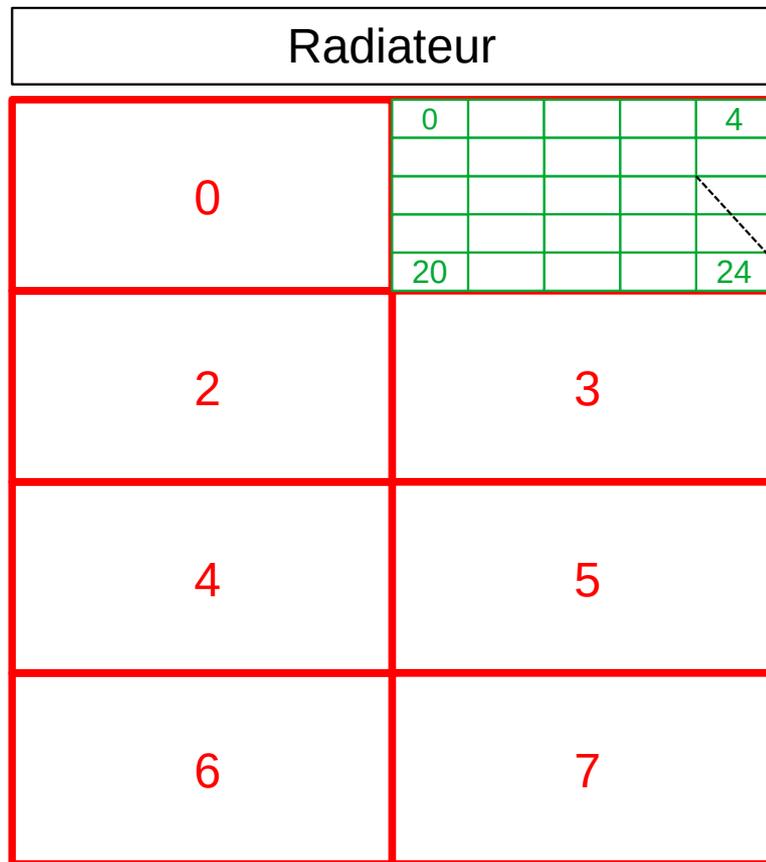
Pourquoi ?

Calibration événement par événement (de l'ordre de la dizaine de millions par déclenchement).

Temps de traitement de plusieurs dizaine de minutes par déclenchement.

Besoins d'optimiser le traitements des données de calibration !

Plan de détection



- 8 Secteurs
- 25 Modules par Secteur
- 32 Pixels par Module

6400 Pixels

Calibration du plan de détection



BESOIN : Connaitre à tout instant l'état des 6400 pixels pour ajuster l'analyse

Quelles données de calibration impactent l'état d'un pixel ?

Calibration du plan de détection



BESOIN : Connaitre à tout instant l'état des 6400 pixels pour ajuster l'analyse

Quelles données de calibration impactent l'état d'un pixel ?

- Pixels morts.
- Pixels bruyant coupé en vol.
- Housekeeping, ensemble de capteurs surveillant chaque secteurs.

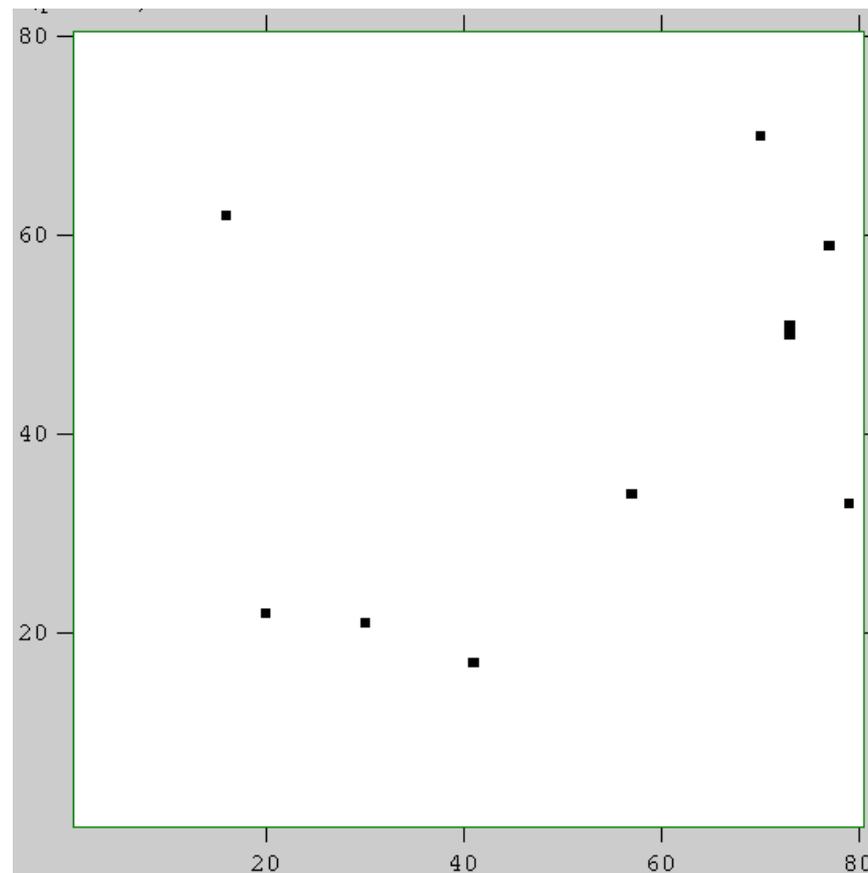
Carte des pixels morts

- Pixels inaptes à l'encodage d'événements
- Carte unique pour toute la mission
- Coordonnées des pixels sous forme d'entier entre [0, 6399]

Carte des pixels morts

- Pixels inaptes à l'encodage d'événements
- Carte unique pour toute la mission
- Coordonnées des pixels sous forme d'entier entre [0, 6399]

Carte 2D



Liste des pixels bruyants



- Liste fourni pour chaque jeux de données d'input
- Adresse du pixel et temps de désactivation

Liste des pixels bruyants

- Liste fourni pour chaque jeux de données d'input
- Adresse du pixel et temps de désactivation

Dépendance temporelle → Données 3D

■ TRIG_BC_IPIXID 1I	■ TIME 1D S
Modify	Modify
5293	2.417240283011E+08
530	2.417245244591E+08
2637	2.417245804581E+08
5241	2.417267172791E+08
5293	2.417300152521E+08
5293	2.417360923631E+08
530	2.417364601961E+08
5241	2.417366292132E+08
6009	2.417366621942E+08

HouseKeeping



- 5 jeux de capteurs répartis sur le plan de détection.
 - 3 pour la température.
 - 2 pour la tension.

HouseKeeping

- 5 jeux de capteurs répartis sur le plan de détection.
 - 3 pour la température
 - 2 pour la tension
- Monitoring des 8 secteurs à **chaque secondes** pour chaque capteurs.
- Infos à comparer avec des limites fournis en CalDB

HouseKeeping

- 5 jeux de capteurs répartis sur le plan de détection.
 - 3 pour la température
 - 2 pour la tension
- Monitoring des 8 secteurs à **chaque secondes** pour chaque capteurs.
- Infos à comparer avec des limites fournis en CalDB

- **Dépendance des capteurs**
- **Dépendance des secteurs** → **Données 4D**
- **Dépendances temporelle**

Exemple du produit **PIXEL-LIFETIME**



PROBLÈME :

Comment regrouper ces différentes infos dans un format unique et pratique ?

Exemple du produit **PIXEL-LIFETIME**



PROBLÈME :

Comment regrouper ces différentes infos dans un format unique et optimisé ?

NOTRE SOLUTION :

- Une matrice de 8 lignes (représentant les 8 secteurs) pour 25 colonnes (représentant les 25 modules).

Exemple du produit **PIXEL-LIFETIME**



PROBLÈME :

Comment regrouper ces différentes infos dans un format unique et optimisé ?

NOTRE SOLUTION :

- Une matrice de 8 lignes (représentant les 8 secteurs) pour 25 colonnes (représentant les 25 modules).
- Les éléments de la matrice sont des entiers 32 bits (représentant les 32 pixels).

Exemple du produit **PIXEL-LIFETIME**



PROBLÈME :

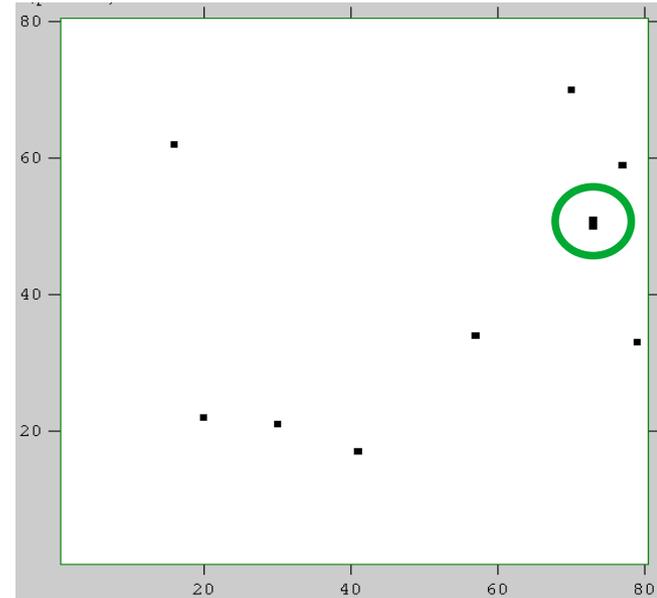
Comment regrouper ces différentes infos dans un format unique et optimisé ?

NOTRE SOLUTION :

- Une matrice de 8 lignes (représentant les 8 secteurs) pour 25 colonnes (représentant les 25 modules).
- Les éléments de la matrice sont des entiers 32 bits (représentant les 32 pixels).
- Chaque bit contient donc l'information de l'état du pixel

Stockage à l'échelle du bit  **Optimisation calculs**

Carte des pixels morts



Carte des pixels morts

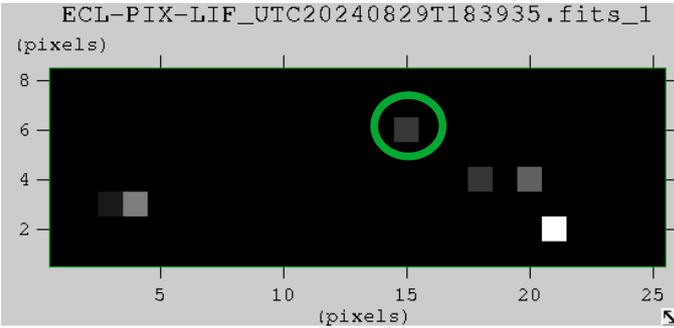
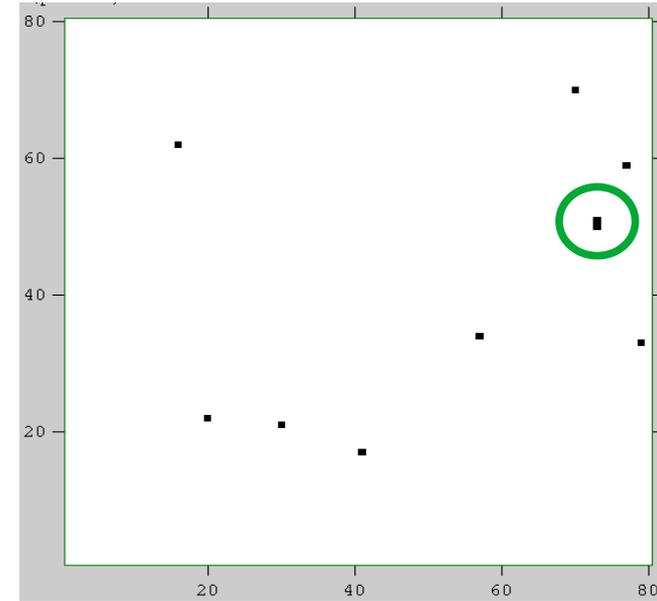


Image pixel:
(15, 6)
Pixel value:
8421376 (counts)



Carte des pixels morts

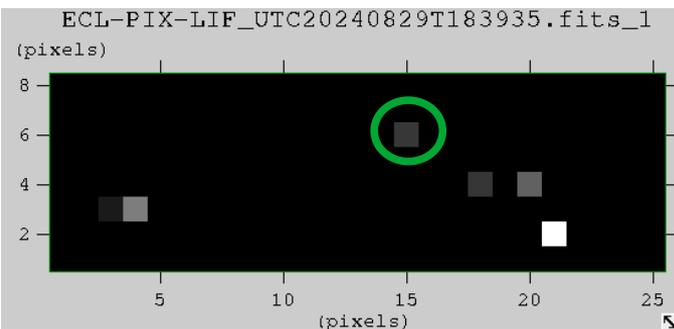
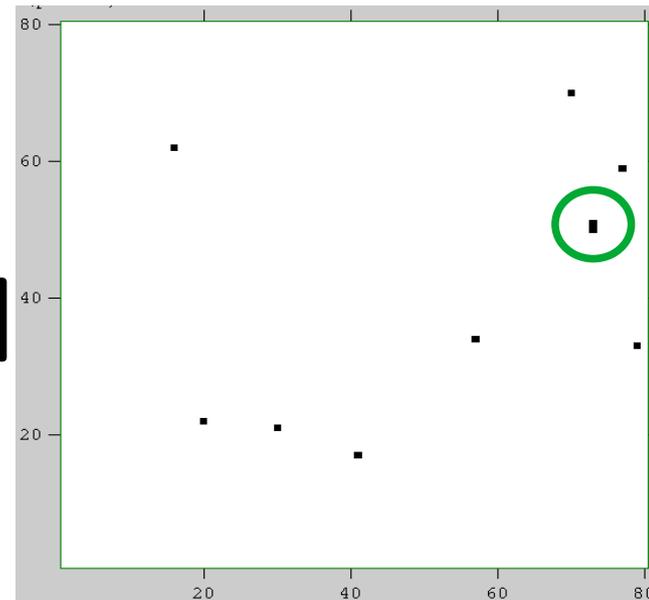


Image pixel:
(15, 6)
Pixel value:
8421376 (counts)

$$8421376 = 2^{**15} + 2^{**23}$$

Les pixels 15 et 23 sont morts



Carte des pixels morts

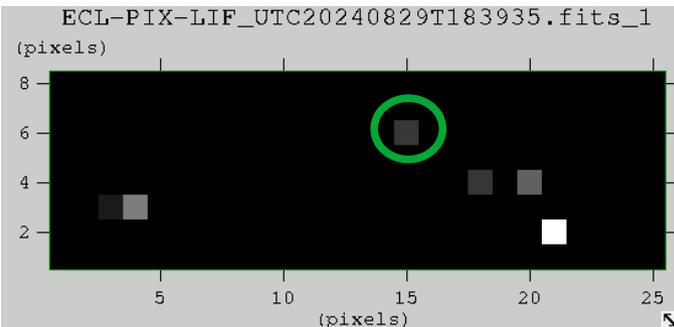
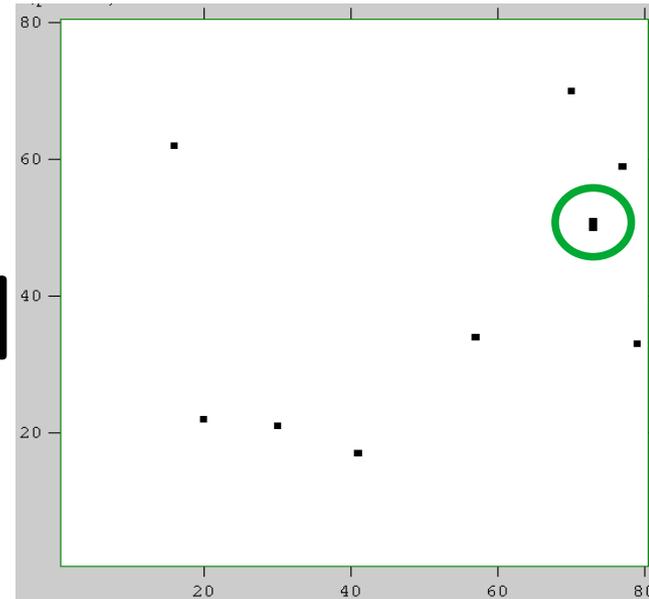


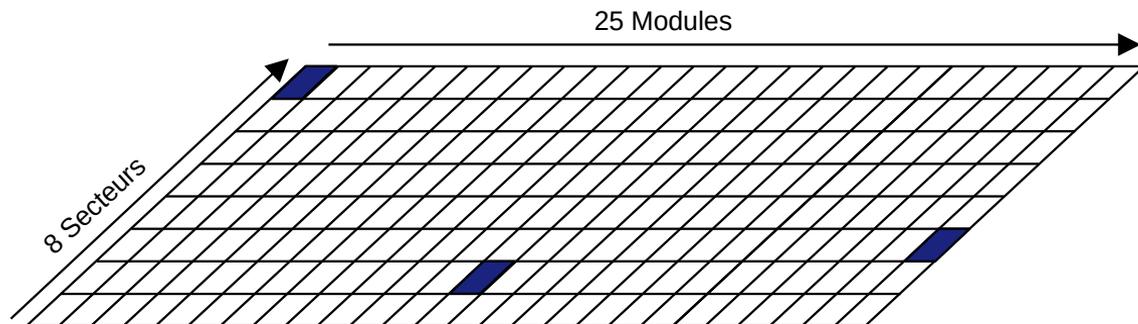
Image pixel:
(15, 6)
Pixel value:
8421376 (counts)

$$8421376 = 2^{**15} + 2^{**23}$$

Les pixels 15 et 23 sont morts



Exemple :



3 Pixels sont mort :

- Secteur 2, Module 13
- Secteur 3, Module 25
- Secteur 8, Module 1

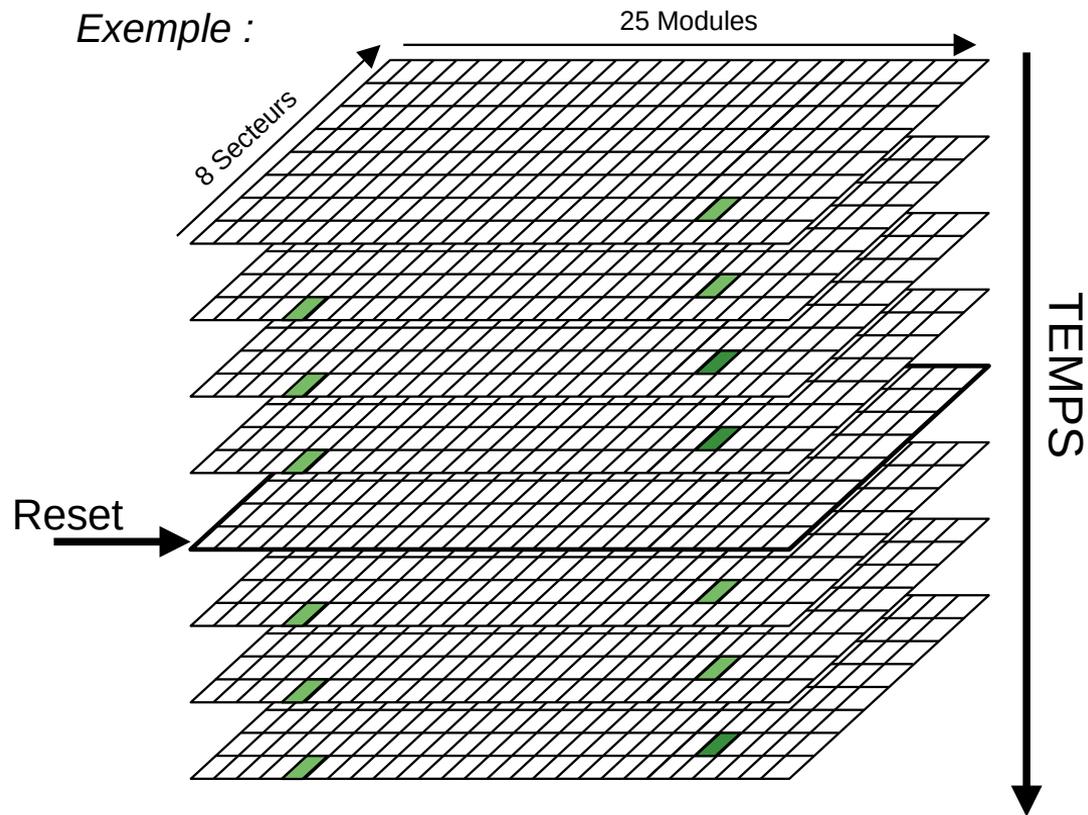
Liste des pixels bruyant

<input type="checkbox"/> TRIG_BC_IPIXID	<input type="checkbox"/> TIME
11	1D
	s
Modify	Modify
5293	2.417240283011E+08
530	2.417245244591E+08
2637	2.417245804581E+08
5241	2.417267172791E+08
5293	2.417300152521E+08
5293	2.417360923631E+08
530	2.417364601961E+08
5241	2.417366292132E+08
6009	2.417366621942E+08

Liste des pixels bruyant



TRIG_BC_IPIXID	TIME
11	1D
	s
Modify	Modify
5293	2.417240283011E+08
530	2.417245244591E+08
2637	2.417245804581E+08
5241	2.417267172791E+08
5293	2.417300152521E+08
5293	2.417360923631E+08
530	2.417364601961E+08
5241	2.417366292132E+08
6009	2.417366621942E+08



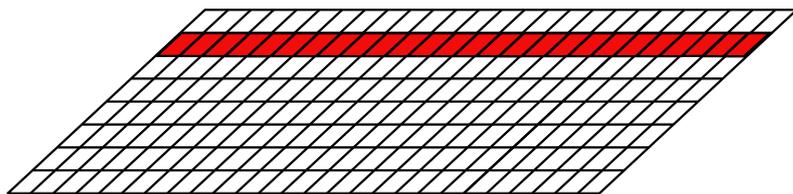
Plus une couleur est foncée, plus l'entier est grand (i.e, plusieurs pixels se sont éteint au sein du même module)

HouseKeeping

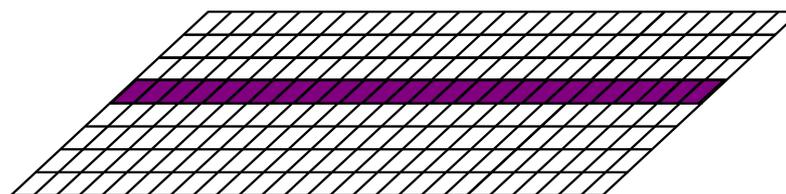


Pour chaque capteur, faire un cube de données

Exemple pour une minute donnée:



7^{ème} secteur hors température



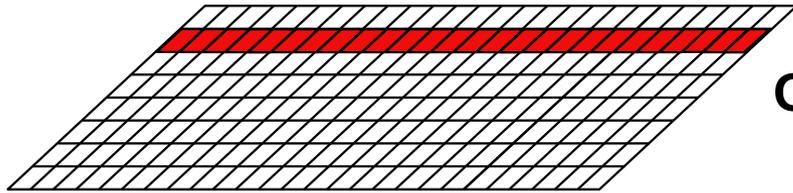
5^{ème} secteur hors tension

HouseKeeping



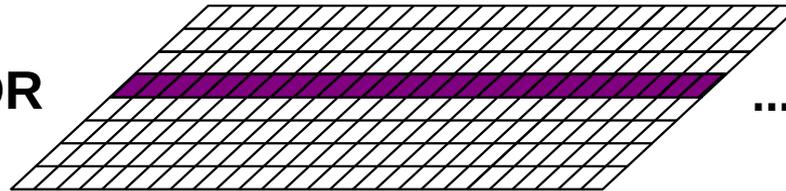
Pour chaque capteur, faire un cube de données et comparer les cubes entre eux

Exemple pour une minute donnée:



7^{ème} secteur hors température

OR



5^{ème} secteur hors tension

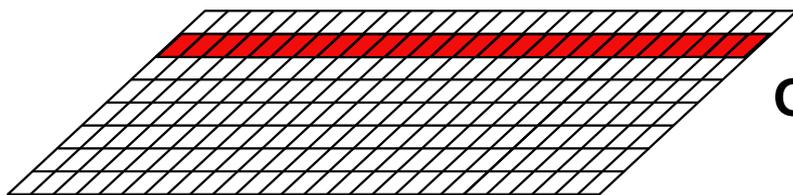
... **A faire pour tous les capteurs !**

HouseKeeping



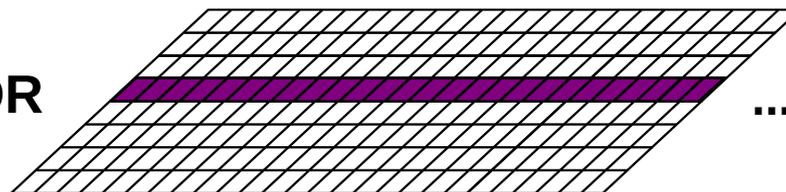
Pour chaque capteur, faire un cube de données et comparer les cubes entre eux

Exemple pour une minute donnée:



7^{ème} secteur hors température

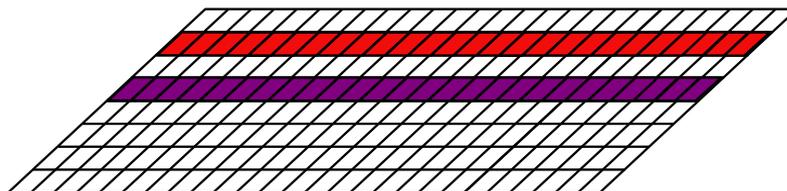
OR



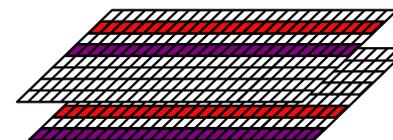
5^{ème} secteur hors tension

... A faire pour tous les capteurs !

Résultat :



En comparant les cubes de tous les capteurs, on obtient un cube unique



...



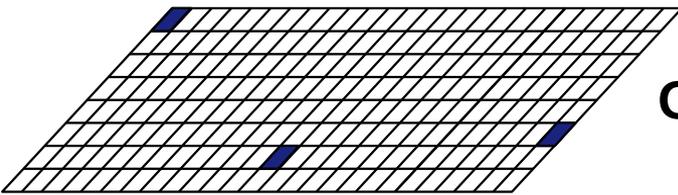
PIX-LIF



Pour avoir le résultat, il suffit de comparer les cubes

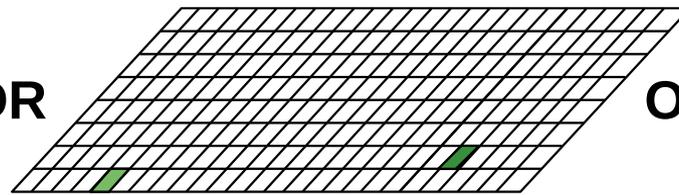
Pour avoir le résultat, il suffit de comparer les cubes

Exemple pour une minute donnée :



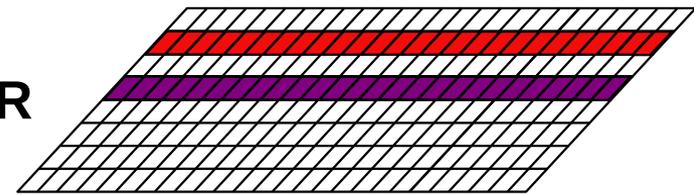
Pixels morts

OR



Pixels bruyant

OR



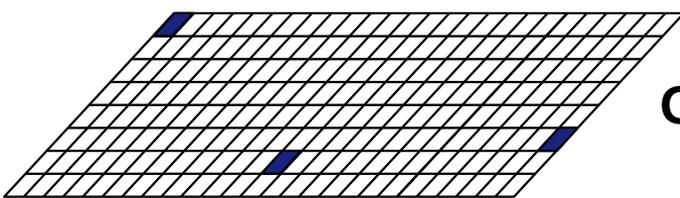
HouseKeeping

PIX-LIF



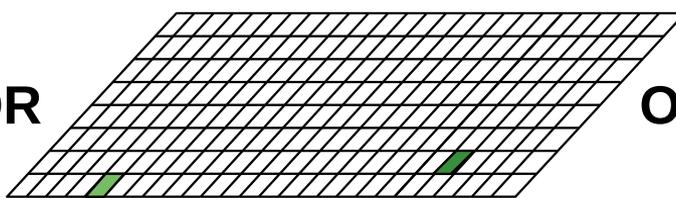
Pour avoir le résultat, il suffit de comparer les cubes

Exemple pour une minute donnée :



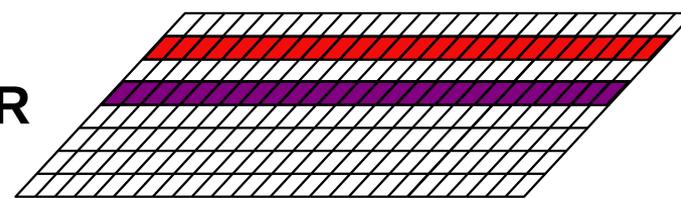
Pixels morts

OR

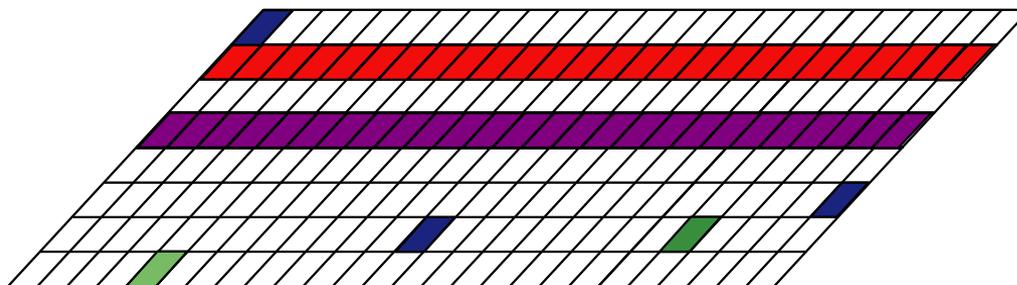


Pixels bruyant

OR



HouseKeeping



PIXEL-LIFETIME

Conclusion



Pourquoi ?

Calibration événement par événement (de l'ordre de la dizaine de millions par déclenchement).

Temps de traitement de plusieurs dizaine de minutes par déclenchement.

Conclusion



Pourquoi ?

Calibration événement par événement (de l'ordre de la dizaine de millions par déclenchement).

Temps de traitement de plusieurs dizaine de minutes par déclenchement.

Résultat

- Cube de données de calibration unique synthétisant l'état du détecteur.
- Possibilité de mask les données en fonction de cet état.
- Traitement vectoriel des données → **Calcul réduit à quelques secondes**

A detailed illustration of a satellite in space. The satellite has a central gold-colored body with various instruments, including a prominent red cylindrical component. Two large, rectangular solar panel arrays are extended from the sides. The background shows the Earth's horizon with a blue atmosphere and white clouds, set against a starry space background with a bright sun or star in the upper right corner.

**MERCI
POUR VOTRE ATTENTION**