



# Café LoOPs

Retour d'expérience sur un logiciel embarqué en Python

Francis Vivat

# Stratéole 2

**Programme de caractérisation de la chimie et de la dynamique de la haute troposphère et de la basse stratosphère (CNRS/CNES/NOAA)**

**Objectif** Accroître les connaissances scientifiques sur les processus de couplage entre la troposphère et la stratosphère dans les régions équatoriales.

**Campagnes** Hivers boréaux 2019-2020, 2020-2021 puis 2023-2024.

**Moyens** Flottes de 6 puis de 20 à 24 aérostats.

**Nacelles** Les nacelles charges utiles (NCU) seront autonomes et complètement indépendantes des nacelles et actionneurs de servitude opérationnelle.

# Equipe de développement Logiciel de Vol

Éric D'Almeida

Chef de projet Stratéole 2. Définition architecture logicielle et tests.  
Chaines de traitement.

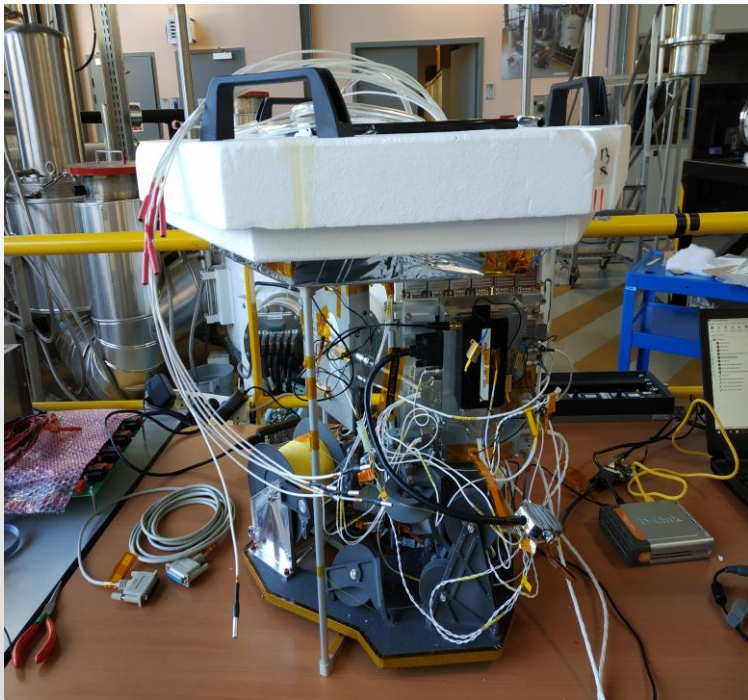
Francis Vivat

Responsable Logiciel de Vol. Architecture logicielle.

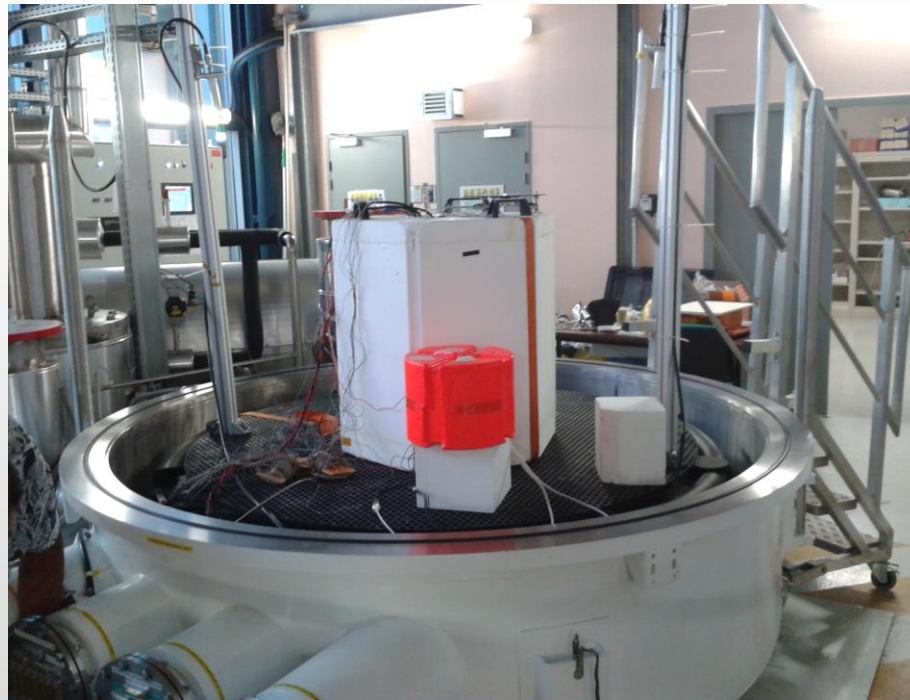
Agustin Caro

Codage Logiciel de Vol et Tests.

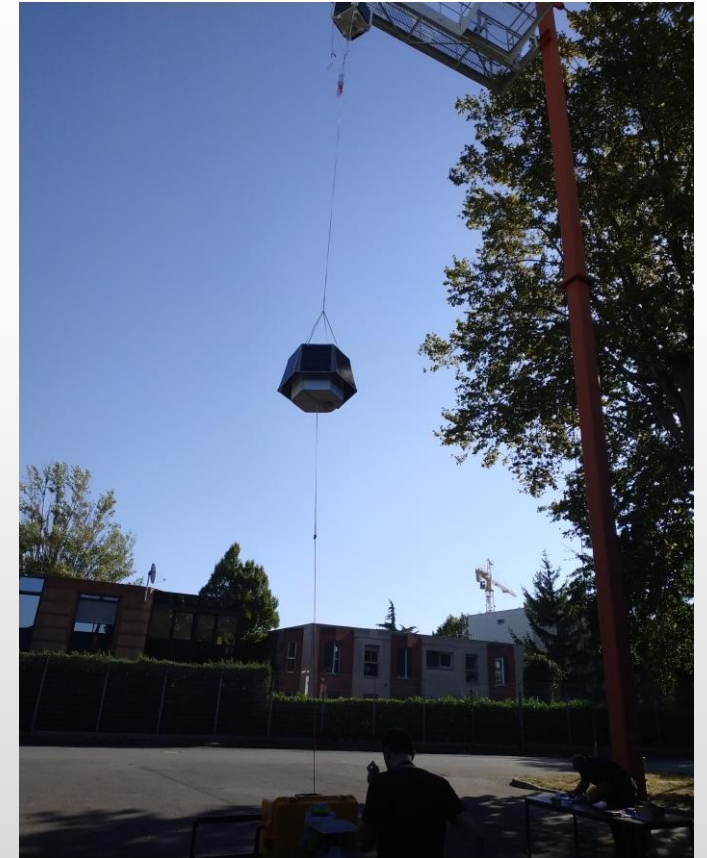
# Nacelle en essais au CNES à Toulouse



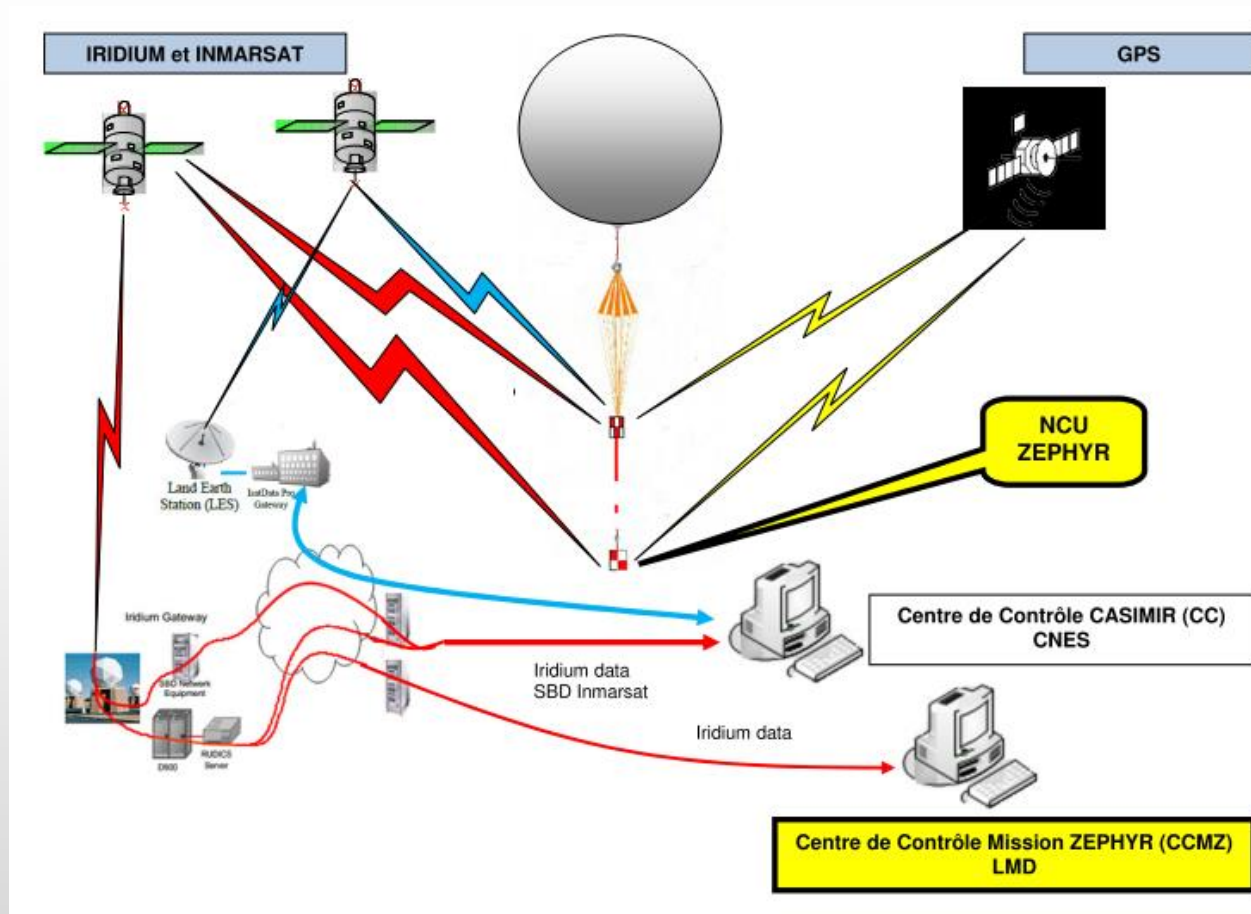
02 avril 2019



LATMOS / CNRS



# Synoptique système



# Nacelle Zéphyr synthèse du besoin

## Assurer l'interface avec les expériences embarquées (max 4):

Elles sont par défaut alimentées en permanence et gèrent elles-mêmes leurs cycles d'activités. Néanmoins, l'OBC Zéphyr peut également accueillir des instruments qui ne gèrent pas leurs cycles d'activités.

**Gérer et fournir l'énergie** (courant, tension). La tension délivrée par les batteries est de 14V en condition nominale (12 V à -40°C et fin de nuit).

**Fournir les paramètres nécessaires à la réalisation des mesures** Datation, longitude, latitude, altitude, angle zénithal solaire, données d'environnement interne (températures, tensions).

**Collecter et sauvegarder les données.** Communication permanente avec les expériences. Stockages et compression des données provenant des expériences.

## Transférer au sol les données:

Expériences et housekeepings (par cycle ou sur demande)

## Recevoir les télécommandes:

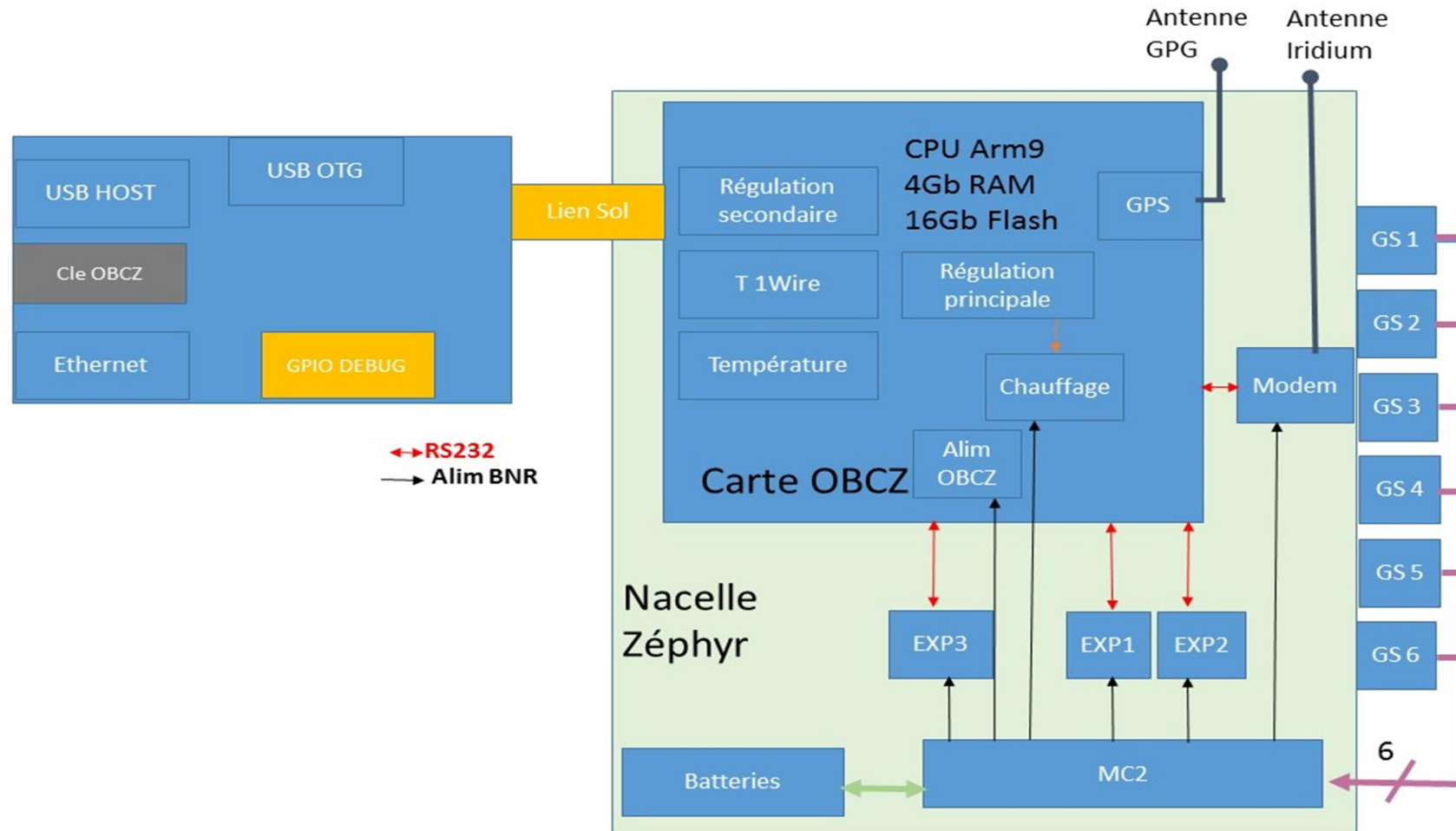
Configuration (OBCZ, expériences), remise à zéro des différents sous-systèmes.

## Régulation thermique:

Température minimale nominale dans la nacelle : -30°C.



# Interfaces internes NCU Zephyr

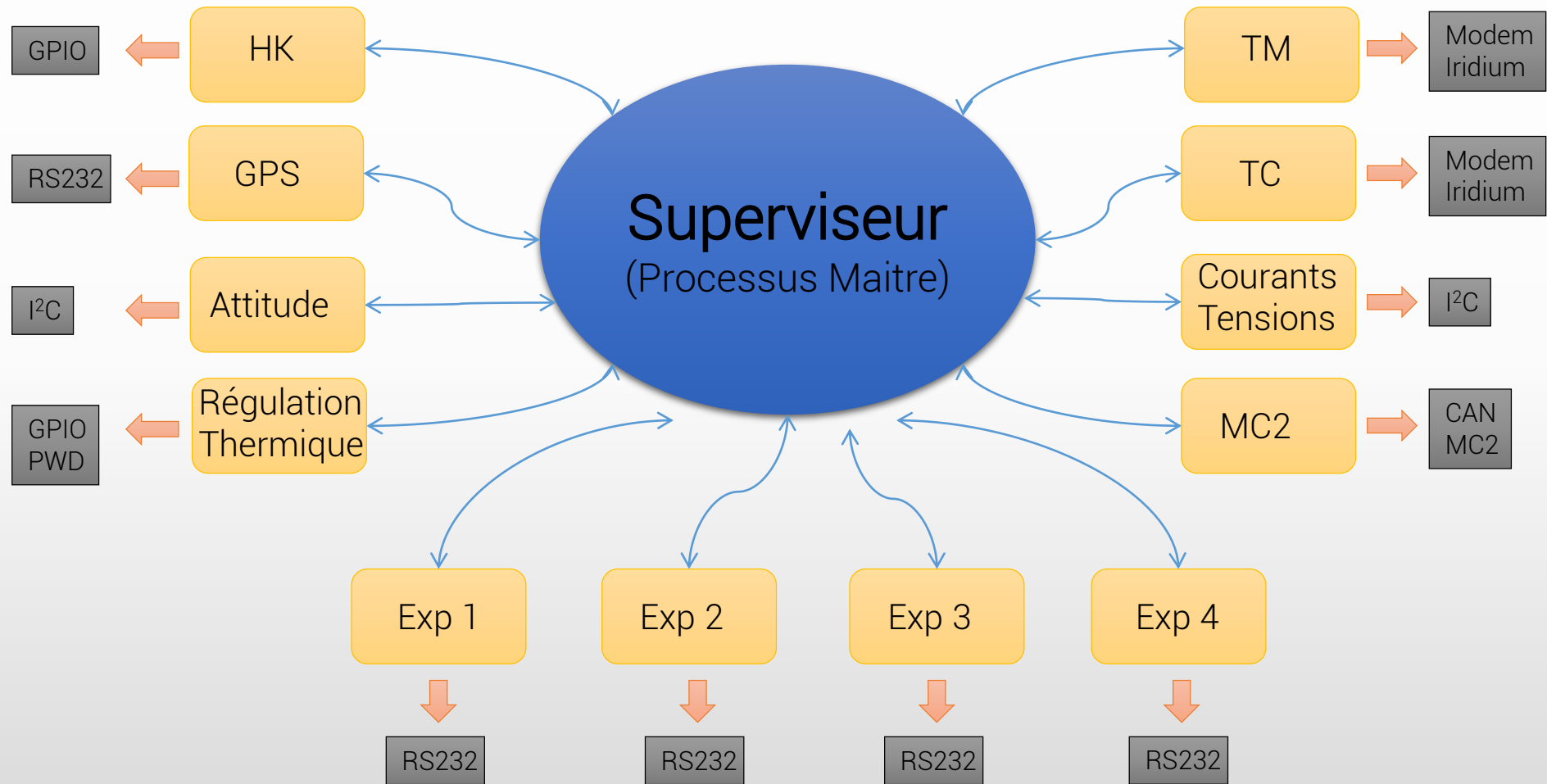


# Critères de choix du langage

- Logiciel critique, mais pas tant que ça ...
- Pas de temps réel " dur "
- Facilité de développement
- Multiplateforme
- Choix d'une carte type " Raspberry Pi " : Linux
- Chiche pour de l'embarqué ?
- Autorisation du CNES !

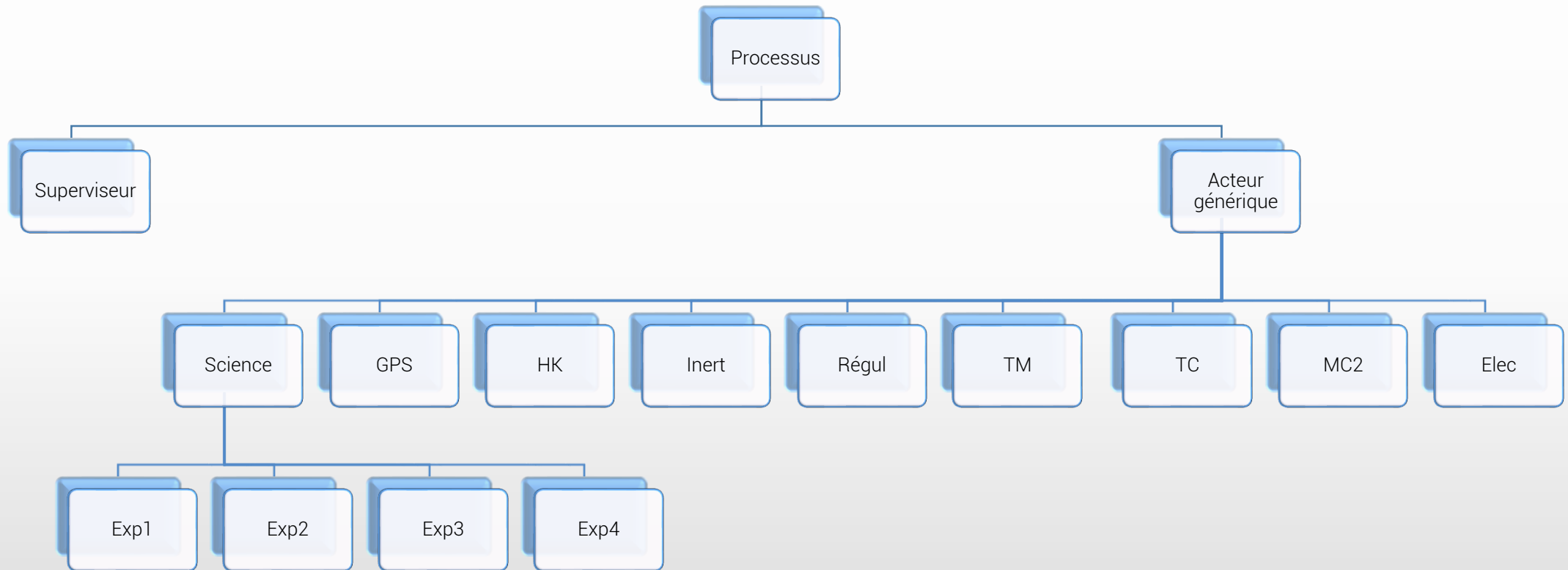


# Synoptique général du Logiciel de Vol

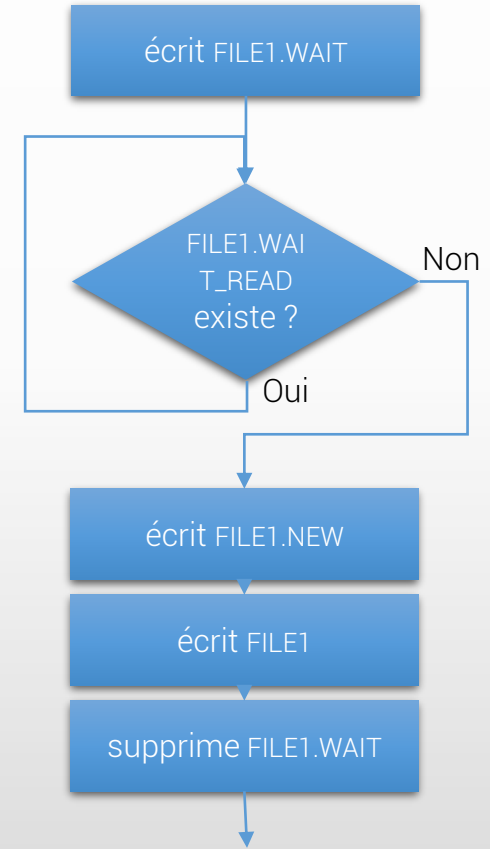
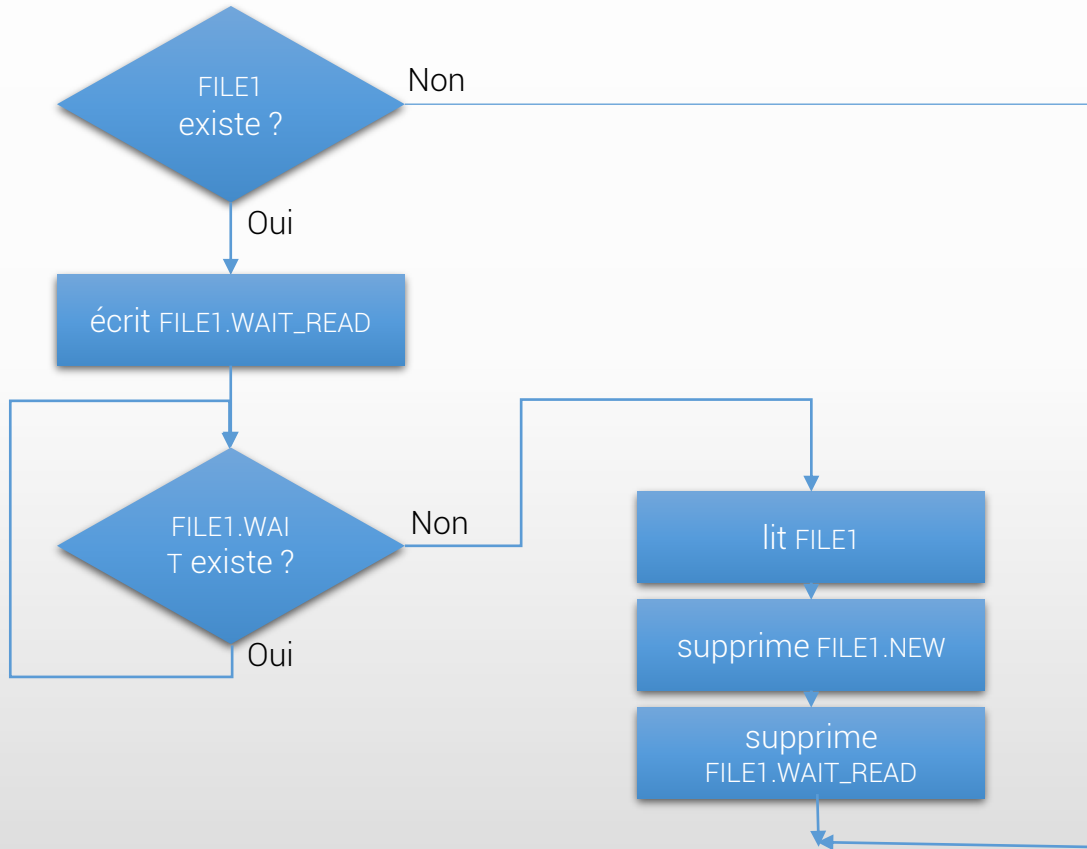


↔ Communication par fichiers → Interface matérielle Exp 4 Processus générique

# Découpage en classes



# Dialogues entre Processus



# Un peu de sécurité ...

Watchdog matériel

Watchdog logiciel

Superviseur

Acteurs  
Science

Acteurs HK

Acteurs  
TM/TC

Autres  
acteurs ...

# Environnement de développement

- Windows ...
- Visual Studio Code
- Python 3.5+
- SVN (IPSL)
- UnitTest

# Difficultés

- Python sur la cible
  - Manque de modules
- Apprentissage de Python
  - En même temps que le développement

# Et ça donne quoi ?

- Impact processeur : faible
- Robustesse éprouvée grâce aux mécanismes de sécurité mis en place
- Simulateur d'ordinateur de bord immédiat
  - Les instruments ont pu être testés avec un PC
- Simulateurs d'instrument facile à réaliser
  - Le logiciel de bord a pu être testé sans instrument
- Ça marche bien !