



COMET OPS – Opérations SEIS

Programmation et surveillance de SEIS

L. Rochas, DNO/SC//SEI

Sommaire

Comment commande t'on SEIS et APSS?

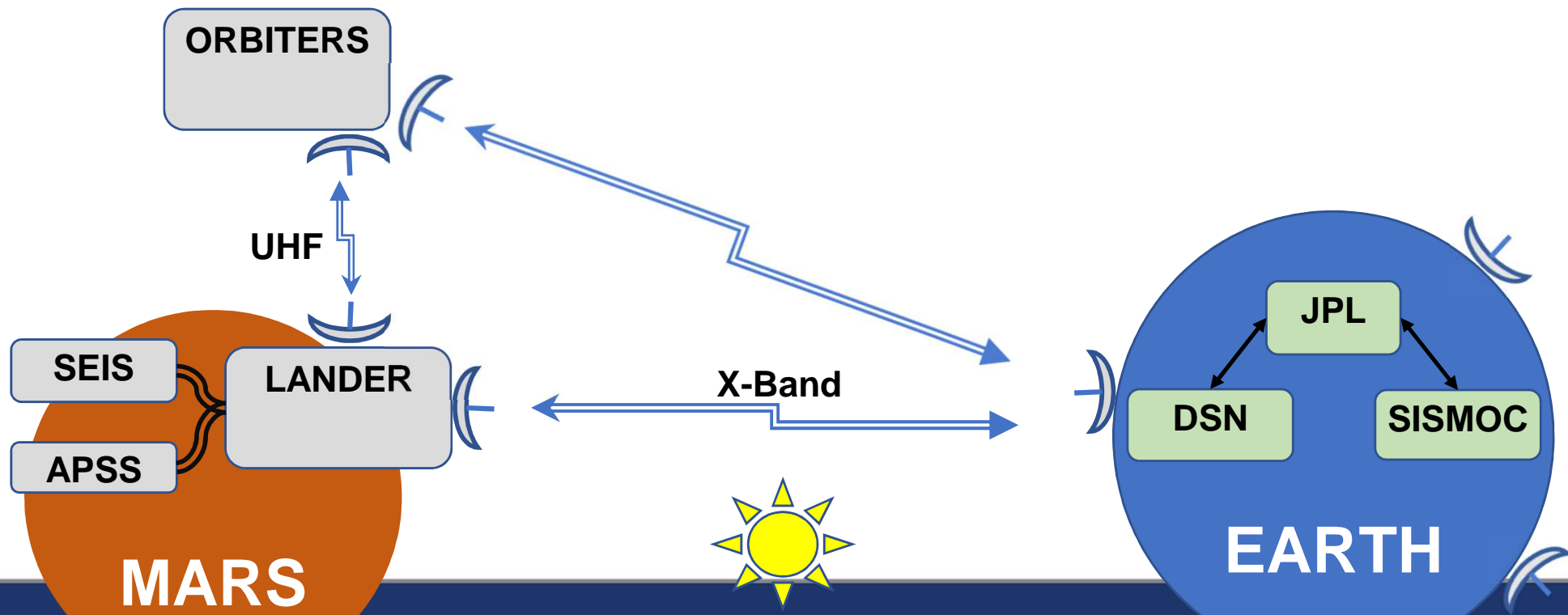
Et pourquoi faire?

Qu'est-ce qu'on surveille pour ces instruments?

Et comment?

Quelques rappels sur les flux de données en jeu...

- Orbiters relais: Odyssey, Mars Reconnaissance Observer, Maven and Trace Gas Orbiter
- L'uplink utilise la plupart du temps la bande X, en lien direct Terre → Lander
- Un downlink typique correspond à 250Mbits/sol



Les données scientifiques

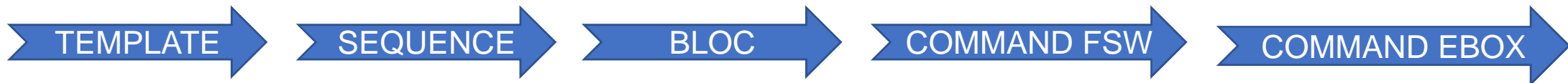
- **Les données sciences sont acquises en continue (~1000Mbits/sol)**
 - Stockées dans les instruments SEIS / APSS
 - Périodiquement récupérées par le lander, et stockées dans des buffers
 - Transmises au sol après compression, décimation et traitement par le FSW
 - ➔ Flux continu science, contenant une information « de surveillance » des évènements

~150Mbits/sol
- **Les données science sans décimation sont disponibles sur requête**
 - « Event Request Proposal » générées par les scientifiques suite à analyse du flux continue
 - Ces requêtes doivent tenir compte de limitations: temps CPU et volume de données
 - Traitées par le FSW lander, à partir des données brutes stockées dans le buffer

De 0 à 140Mbits/sol

Les produits opérationnels pour la programmation (uplink)

- **La programmation de SEIS et APSS est organisée autour du concept d' « Activités »**
 - Activité = séquence de commandes + procédures + modélisation (durée, volume de donnée)
- **Les séquences de commande sont générées en tactique à partir de « templates »**
 - Templates instanciés par le PUL : les paramètres à instancier sont clairement identifiés ('FIXME')
 - Utilisation du langage VML (Virtual Machine Language) proposé par le JPL
 - Langage de haut niveau, incluant la notion de bloc, des instructions conditionnelles, des boucles, etc...
 - Blocs = librairie de routines (VML). Développés par le CNES, modifiables à la marge



- **Autres produits « uplink »: fichiers de configuration et fichiers binaires (filtres FIR, courbe de calibration, pages mémoire corrompues).**

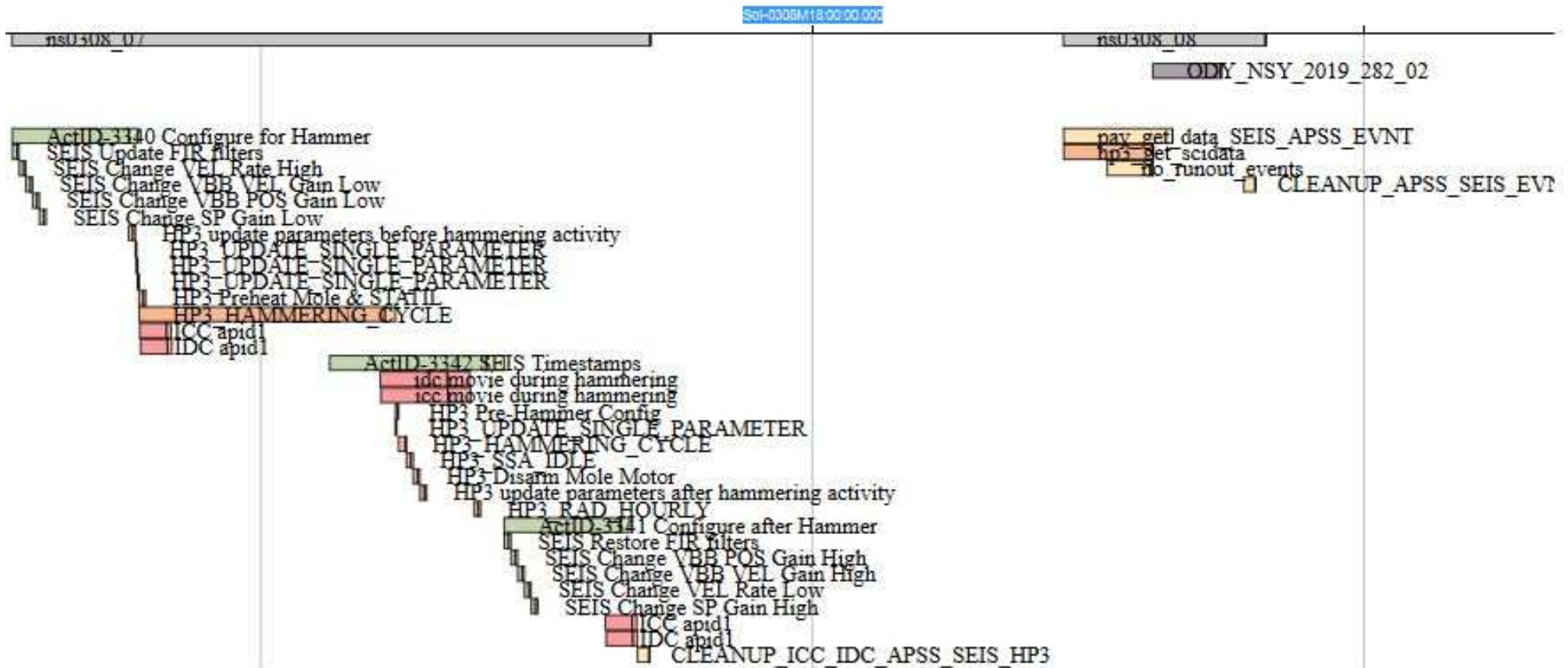
Les Activités SEIS et APSS

- ➔ Environ 60 activités définies pour SEIS et 30 pour APSS
- ➔ Une modélisation de ces activités a été mise en place pour estimer la durée et le volume de données généré en fonction des paramètres d'entrée

TRANSVERSE	3001	SEIS_Pwr_ON
	3003	SEIS_Pwr_ON_Sensor
	3030	SEIS_Get_Tilt
	3040	SEIS_Change_Acq_Rate
	3041	SEIS_Change_VBB_Cfg
CRUISE	3101	SEIS_Cruise_Data_Collection
	3120	SEIS_Cruise_CheckOut
DEPLOYMENT	3200	SEIS_Level
	3201	SEIS_Level_Low
	3210	SEIS_Recenter_Init
	3220	SEIS_OnDeck_CheckOut
COMMISSIONING	3300	SEIS_Move_VBB_TCM
	3310	SEIS_Characterize_VBB
	3340	SEIS_Config_for_Hammer
	3350	SEIS_VBB_comm_cal
ROUTINE	3400	SEIS_Start_Heater
	3410	SEIS_Recenter_Routine
	3440	SEIS_Calibrate_VBB
	3441	SEIS_Calibrate_SP
MAINTENANCE & TS	3900	SEIS_Restart
	3923	SEIS_Flash_Maintenance
	3927	SEIS_Update_Cfg_File
	3930	SEIS_Dump_Flash
	3935	SEIS_Reset_Error_Flags
	3940	SEIS_Restore_Config_After_Failure

Séquençage du plan de commande. En entrée: le plan!

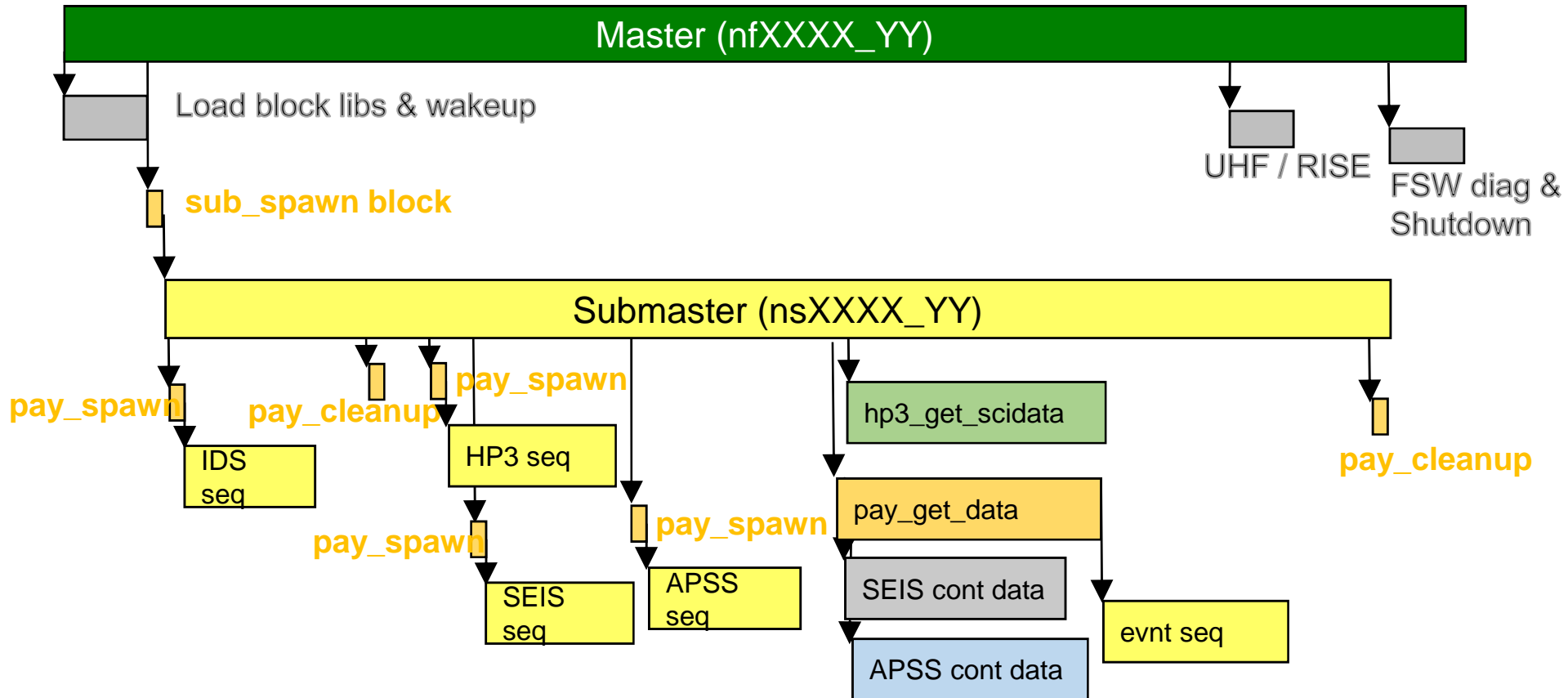
L'objectif du cycle de réunions opérationnelles est d'établir un plan d'activité intégrant les objectifs scientifiques et compatibles des ressources disponibles



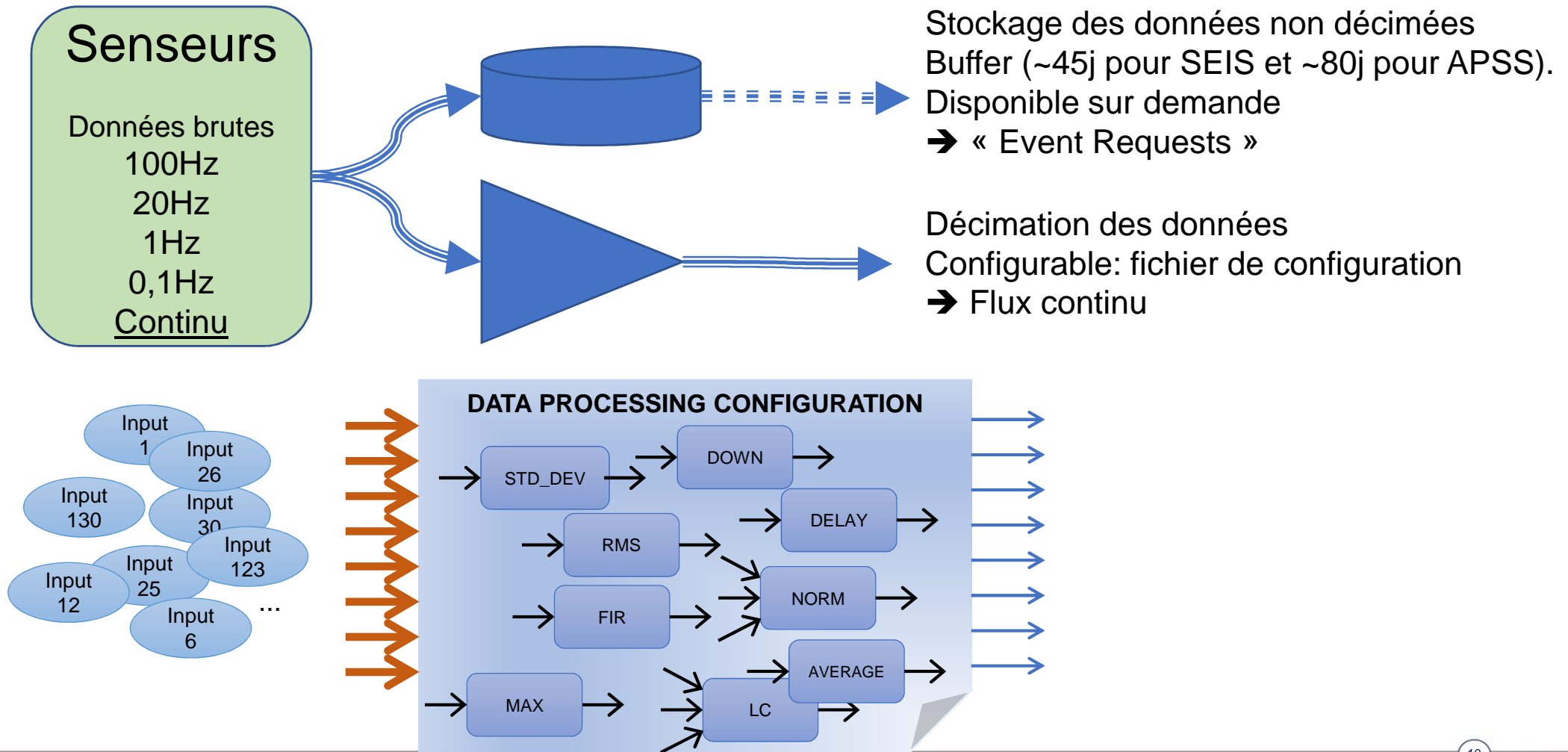
Séquençage du plan de commande. En pratique...

- **Un plan de commande peut couvrir plusieurs semaines**
- **Il est chargé à bord sous la forme de masters / sub-masters, exécutés en temps absolu**
- **Les masters contrôlent les réveils du lander, qui sont de 2 types**
 - **'diagnostic'** tous les ~3 heures, surveillance de l'état du lander et des instruments
 - **'full'** ~2 fois/sol, pour réaliser les activités (via un submaster) et retransmettre les données (UHF, bande-X),
- **Les submasters contrôlent en particulier le séquençage des activités instruments/lander**
 - Exécution des activités dans des Machines Virtuelles indépendantes pour chaque instrument
 - Contrainte forte sur la durée des séquences (déclenchement à heure prédéfinie)
 - Gestion des séquences de collecte et des traitement des données instrument
- **Possibilité de commander « hors plan »: Load and Go sequences (exécution dès que la séquence est chargée), rarement utilisé pour les instruments (urgence)**

Exemple simplifié d'un « Full » Wake-up



Cas particulier : génération du flux continu science



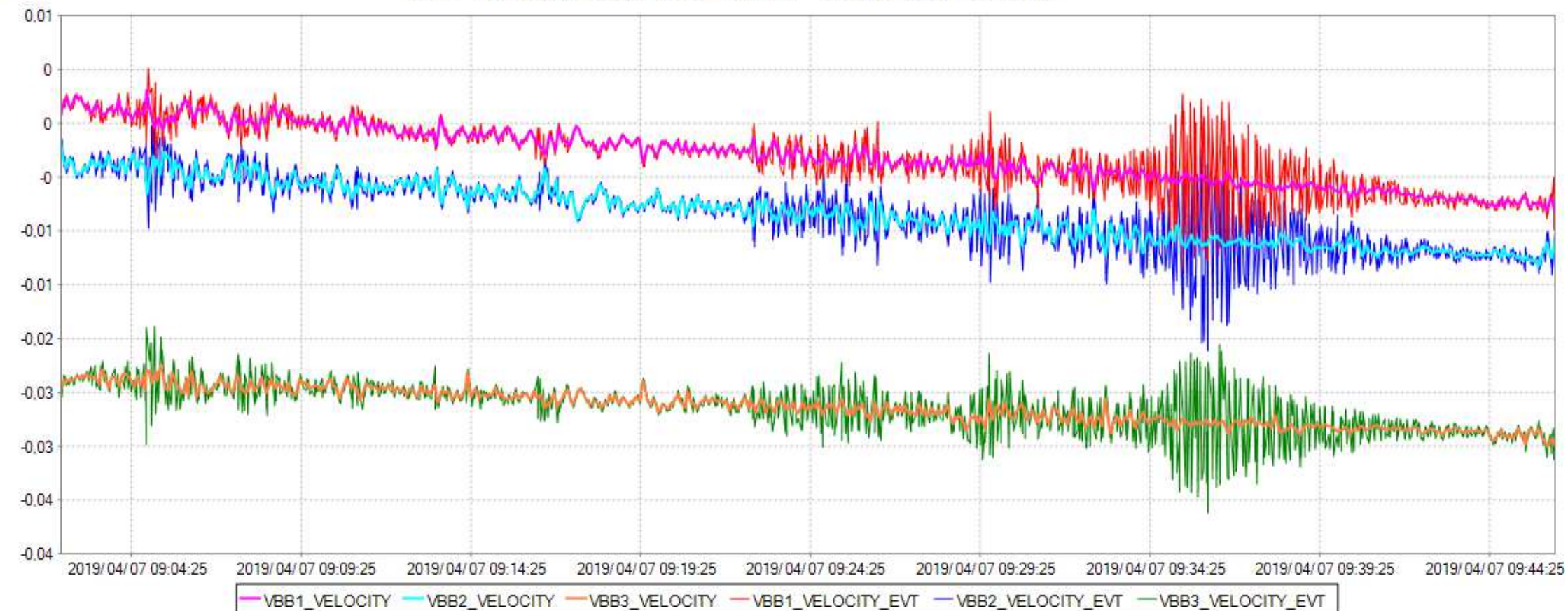
Les fichiers de configuration

- **Le traitement à bord des données brutes est entièrement configurable**
- **Cette souplesse a permis de s'adapter à l'augmentation de la bande passante mise à disposition de la mission**
 - près de 5 fois plus de données pour le flux continu!
- **Les fichiers de configuration sont générés à partir de l'outil ConfGen :**
 - contrôle de la cohérence des traitements
 - calcule les délais introduits par ces traitements sur les canaux en sortie
- **ConfGen permet également la gestion des autres fichiers de configuration de l'instrument:**
 - courbes de calibration, définition des filtres, paramétrage des recentrages, leveling, etc...

Cas particulier : requêtes de données haute résolution



VBBs Velocity (2019/04/07 09:02:21 - 2019/04/07 09:46:21)



Requêtes de données haute résolution: en pratique....

- Les « Event Requests Proposal » des scientifiques sont centralisées dans l'outil ERP leur permettant:
 - d'attribuer une priorité à chaque requête
 - de les classer, de vérifier leur cohérence avec la configuration de l'instrument et de supprimer les redondances
 - de définir la programmation en fonction des allocations en volume et temps CPU définis par le JPL sur la période de programmation → ERP meeting
 - de suivre l'avancement de la réception des données
- Une fois le plan d'activité défini par les scientifiques, les ERP retenus sont transformés en séquence de commande par l'équipe ops via l'outil EBM.

2700 requêtes gérées depuis le début de la mission!

Opérations de maintenance

La surveillance de la bonne santé de SEIS nécessite quelques opérations périodiques:

- surveillance de la mémoire flash et rechargement de zones mémoire lues régulièrement et sujettes à un phénomène d'usure → 1/mois
- mesure de niveau (tilt) de l'instrument → 1/mois
- recentrage des VBB → variable, typiquement tous les 2 ou 3 mois
- calibration VBB et SP: sur demande, pour caractériser la fonction de transfert des senseurs.

Globalement, ces opérations se sont avérées être assez réduites

Gestion des pannes / reconfiguration

- **La plupart des anomalies ou erreurs de programmation conduisent à une mise en sécurité commandée par le lander: électronique éteinte après un arrêt « propre »**
- **Pour SEIS, quelques défaillances critiques sont gérées directement au niveau EBOX: température senseurs, anomalie alimentation électrique**
- **La procédure de sortie de survie de SEIS a été utilisée 2 fois (dont une fois suite à un arrêt brutal des instruments lors de la phase de conjonction)**
 - Anomalies liées au lander
 - Sans impact sur la durée de vie SEIS
- **Pour APSS, une séquence d' « autorecovery » a été développée au JPL en contournement d'une anomalie sur la mémoire flash, afin de minimiser les temps d'indisponibilité de l'instrument.**

Plateformes de validation

- **Pour valider les produits opérationnels développés au CNES (blocs, templates, fichiers de configuration), une plateforme de simulation a été mise à disposition par le JPL, le TPST (Transportable Payload Software Testbed)**
- **Le TPST propose:**
 - une émulation du FSW
 - un environnement de conduite d'essai
 - des simulateurs (rudimentaires) de SEIS et APSS: SEIS Sim et APSS Sim
 - une interface avec le simulateur numérique SEIS (simuSEIS)
- **Le TPST peut d'interfacer avec le modèle de qualification de SEIS (incluant EBOX + un jeu réduit de senseurs en configuration Terre) pour des tests matériels**
 - non utilisé pour la validation des produits opérationnels
- **L'équipe ops peut demander des essais sur le banc d'essai InSight du JPL (STL), équipé d'une EBOX (EM), pour des essais plus réalistes**

Surveillances sol de l'instrument

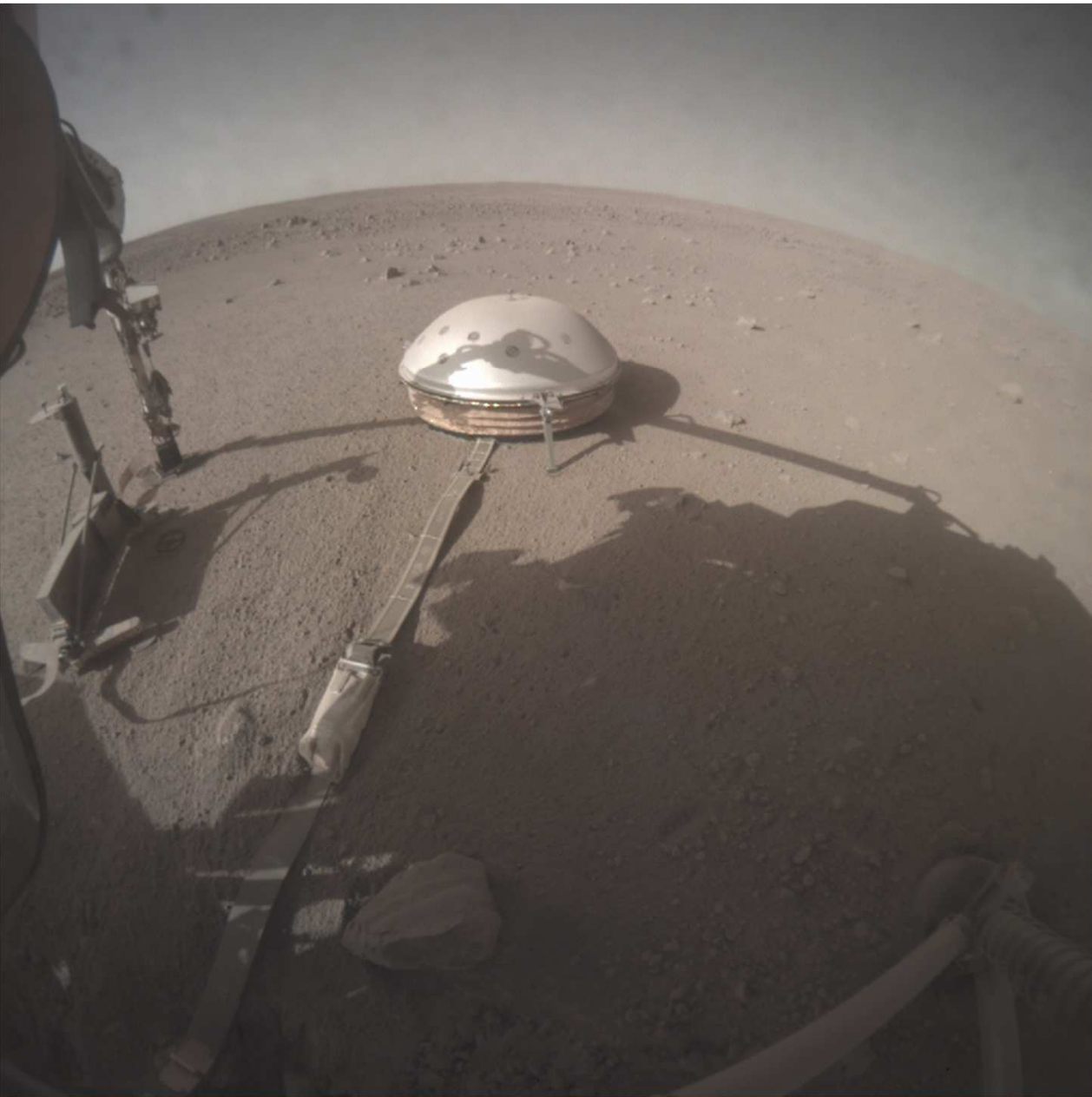
- **La surveillance sol des paramètres de bonne santé de SEIS et APSS s'appuie sur l'outil IMIS (Instrument Monitoring Interactive Software)**
 - Accessible aux utilisateurs externes
 - Diffusion par mail des alarmes aux opérateurs SEIS/APSS
 - Utilisable en mode batch
 - Visualisation de différents types de données: TM SEIS/APSS et Lander (y.c. sous échantillonnage), historique des commandes, historique des alarmes
 - Génération de rapports
- **Depuis le début de la mission, le plan de surveillance a fait l'objet de quelques améliorations, assez limitées (surtout APSS)**

Analyse des trous TM

- **Des trous TM sont régulièrement détectés (ce qui n'était pas forcément attendu...)**
- **Le mécanisme de détection / retransmission de trame du JPL ne permet pas de rattraper toutes les pertes (buffers circulaires bord écrasés avant que la commande de retransmission soit reçue)**
- ➔ **Un processus permettant de reporter au JPL les paquets TM manquants est en place (interface JPL/SISMOC au niveau paquet)**
 - ➔ Fera l'objet d'amélioration dans la prochaine version du SISMOC
- ➔ **Un script a été développé pour détecter et reporter aux utilisateurs scientifiques les trous de données associés à ces pertes de paquets**
 - ➔ Doit encore être industrialisé et automatisé

Surveillance par des méthodes d'apprentissage automatique

- ➔ **Un travail exploratoire a débuté en avril 2019 pour surveiller SEIS et APSS avec l'outil NOSTRADAMUS, développé au CNES et utilisé pour la surveillance PLEIADES**
 - ➔ Outil de surveillance de la télémessure par des méthodes d'apprentissage automatique
 - ➔ Interfaçage de NOSTRADAMUS avec la TM SISMOC
 - ➔ Prise en main et paramétrage pour la surveillance de SEIS
- ➔ **Quelques difficultés rencontrées**
 - ➔ prise en compte des effets saisonniers
 - ➔ gestion des trous ou des changements de cadences de la télémessure
- ➔ **A suivre!**



**Des
questions?**

Retour d'expérience

→ Difficultés rencontrées

- Processus de gestion des requêtes haute résolution complexe, insuffisamment testé avant le lancement et qui a évolué au cours de la mission.
- Datation absolue des données délicates: 3 horloges (Lander / APSS / SEIS) sont à synchroniser