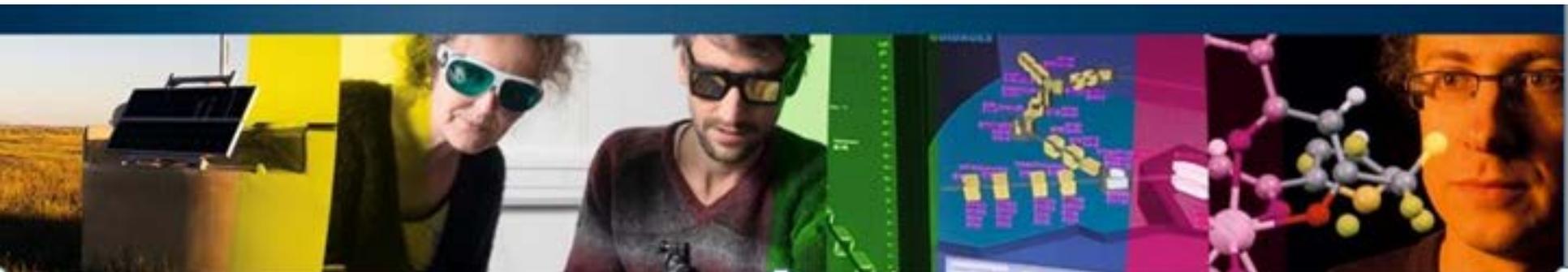


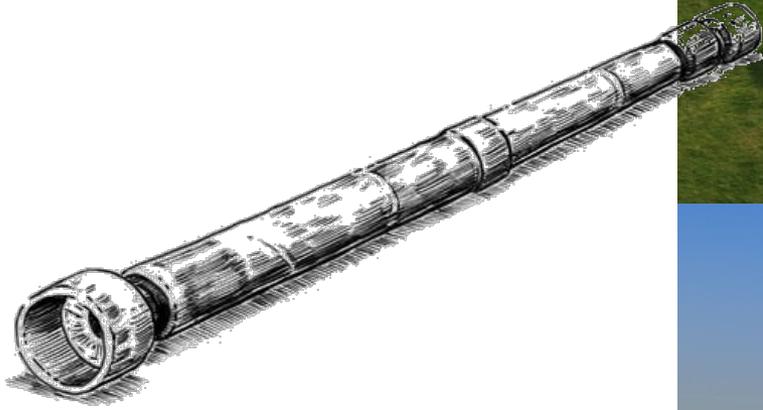
Les notions de l'ingénierie système

Kjetil Dohlen, LAM



L'ingénierie système

De la préhistoire...



...à nos jours et au-delà



L'ingénierie système

- Définition (d'après Halligan 2003)
 - Approche interdisciplinaire et collaborative
 - Incorpore des processus techniques et managériales
 - Capturer les besoins et objectifs des parties prenantes*
 - Traduire les besoins en une solution globale qui satisfait tous les besoins de façon suffisante

* Parties prenantes ou « stake holders »

- Scientifiques, agence, équipe projet, grand publique, ...

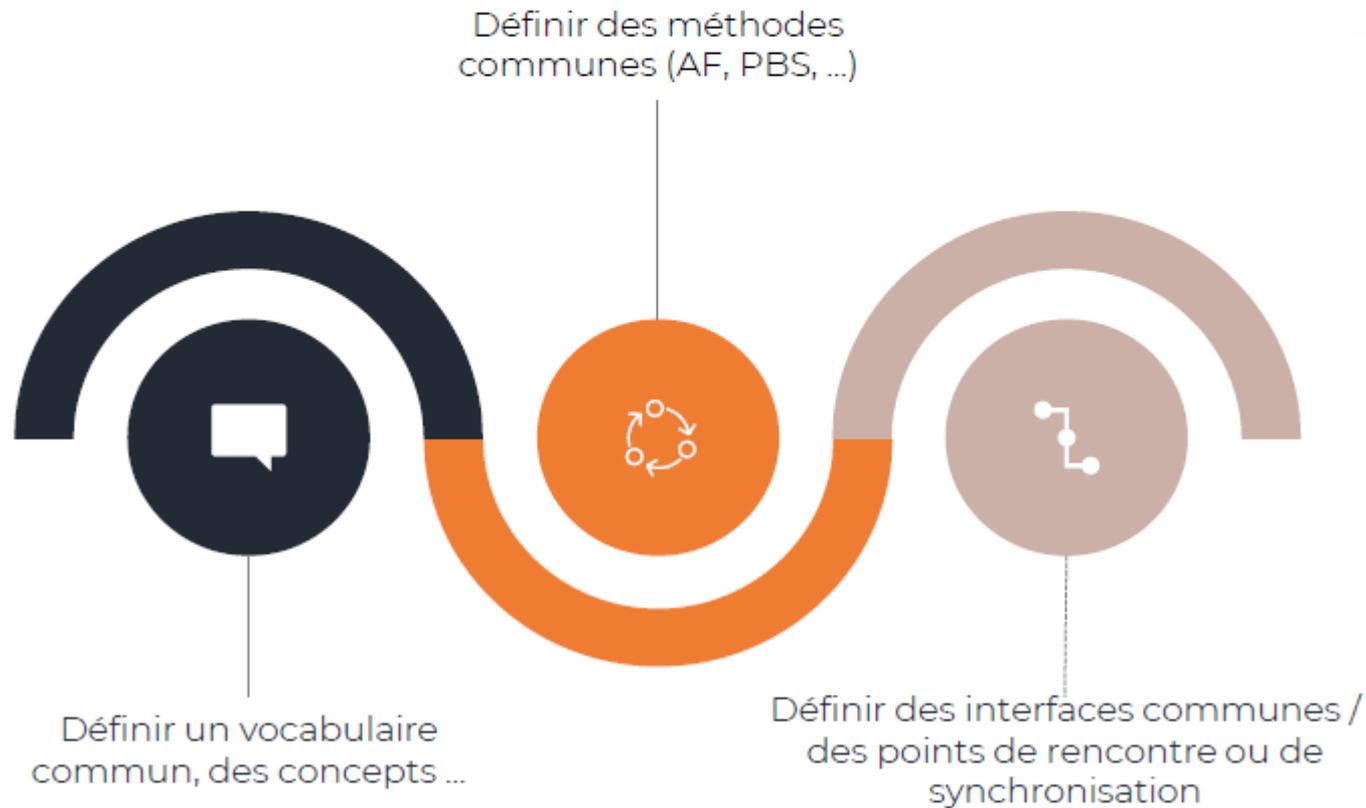
L'Ingénierie Système à l'INSU

- Première formation mis en place à l'OHP en 2010
 - Hermine Schnetler (UK-ATC, Edinbourg)
 - Une référence pour l'enseignement et la mise en place de l'ingénierie système dans les grands projets européens de l'astronomie
- Une série d'ANFs mis en place récemment
 - OHP en 2019, 2020, 2021
 - Principalement INSU et IN2P3
- Création du RIS
 - Initiée par les stagiaires de la première édition ANF

Comment se lancer au niveau d'un projet ?

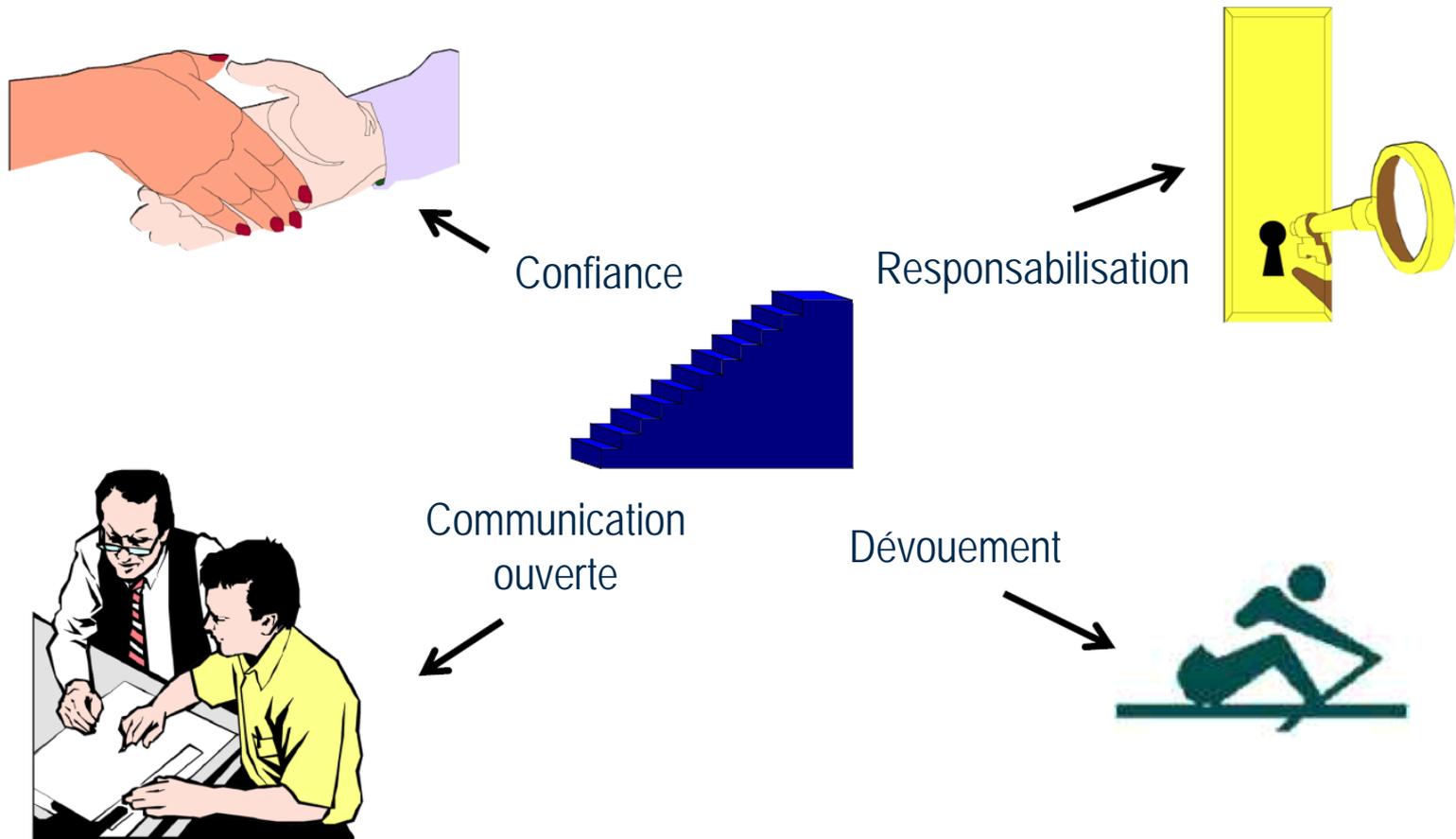
3 piliers

Valable pour tous les projets, indépendamment de la taille

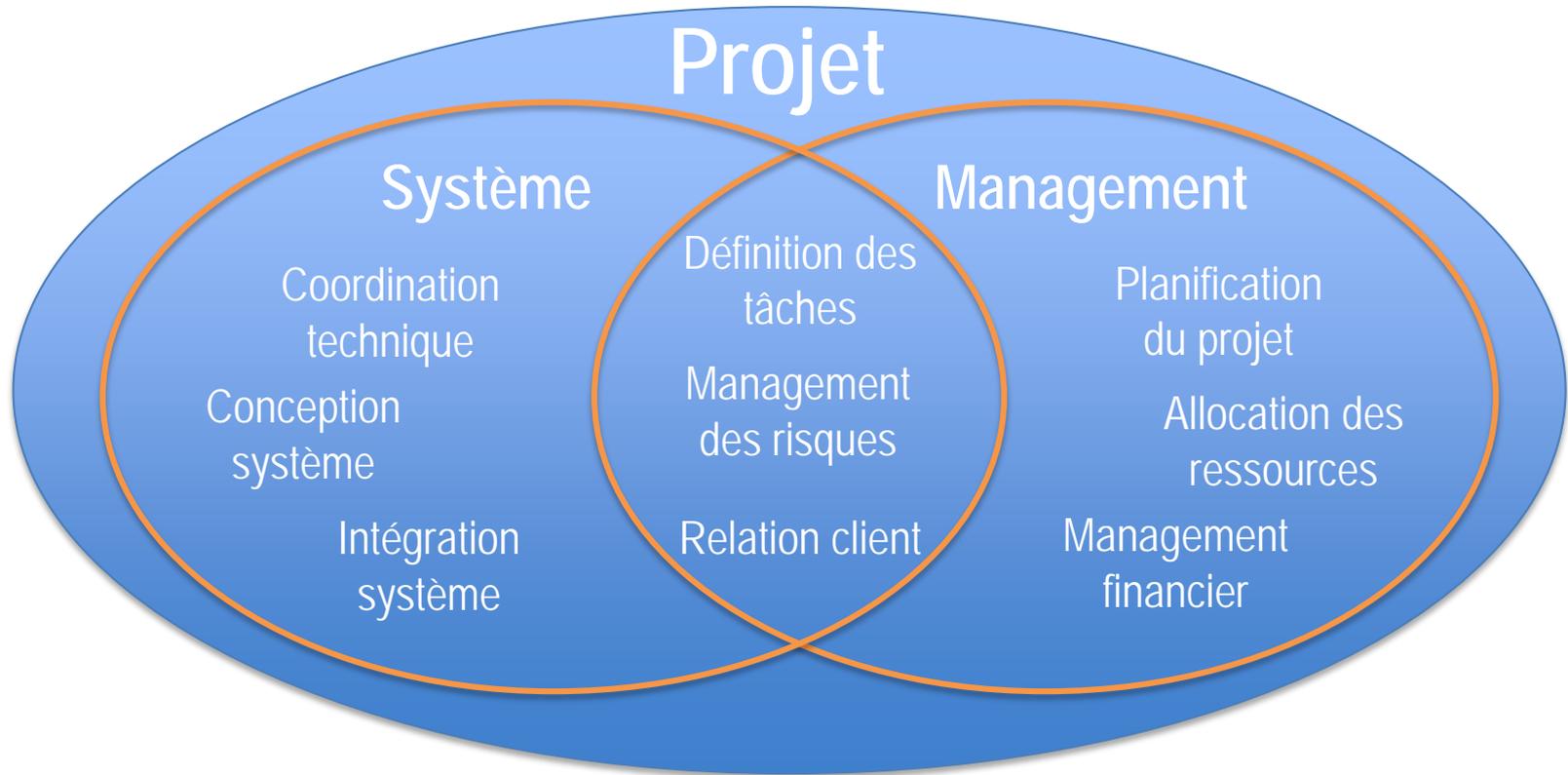


Source: AXONE

Animation du projet: Mettre en place un environnement créant:



Articulation entre Système et Management



Les rôles de l'IS

- **Etre garant des performances**
 - Collecter et clarifier les besoins (*au début du projet*)
 - Les traduire en spécifications techniques
 - Vérifier les performances (*à la fin du projet*)
- **Développer l'architecture du système**
 - Découper le système en sous-systèmes
 - Définir les spécifications des sous-systèmes
 - Définir les interfaces
- **Mener l'étude technique**
 - Etre le point d'entrée technique du projet
 - Coordonner l'activité des spécialistes métiers
- **Contrôler la configuration du système**
- **Participer au management des risques**

Les activités de l'IS

Une myriade d'activités « invisibles »



Réfléchit et analyse



Enseigne, discute et débat



Ecoute, parle promène



Assiste le cdp sur la définition de la WBS, le planning le portefeuille de risques



Conçoit brainstorme explique



Vérifie les essais et intègre



Ecrit, consolide et fait des recherches



Lit et vérifie



Voyage, rencontre les parties prenantes



Livre une vision et prend le leadership

Les livrables de l'IS

Peu de livrables mais importants

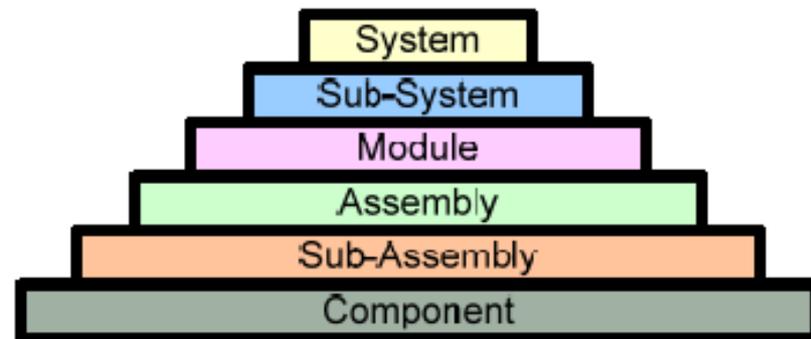


Découpe fonctionnelle

- Comprendre les besoins
 - Faire expliquer et expliciter
 - Exprimer par écrit et valider
- Analyse fonctionnelle
 - Traduire les besoins en fonctions
 - Quoi → Comment
 - Identifier des blocks fonctionnels

Découpage en produits

- PBS: Product break-down structure (arbre produit)
 - Le découpage du système (l'instrument), produits:
 - Sous-systèmes, modules, assemblages, etc
 - Le produit est l'expression physique d'un block fonctionnel
 - Chaque produit est un système en soi
 - Chaque produit a un cahier de charges, un responsable, etc
- L'arbre produit définit le nomenclature et permet a chacun de s'y retrouver

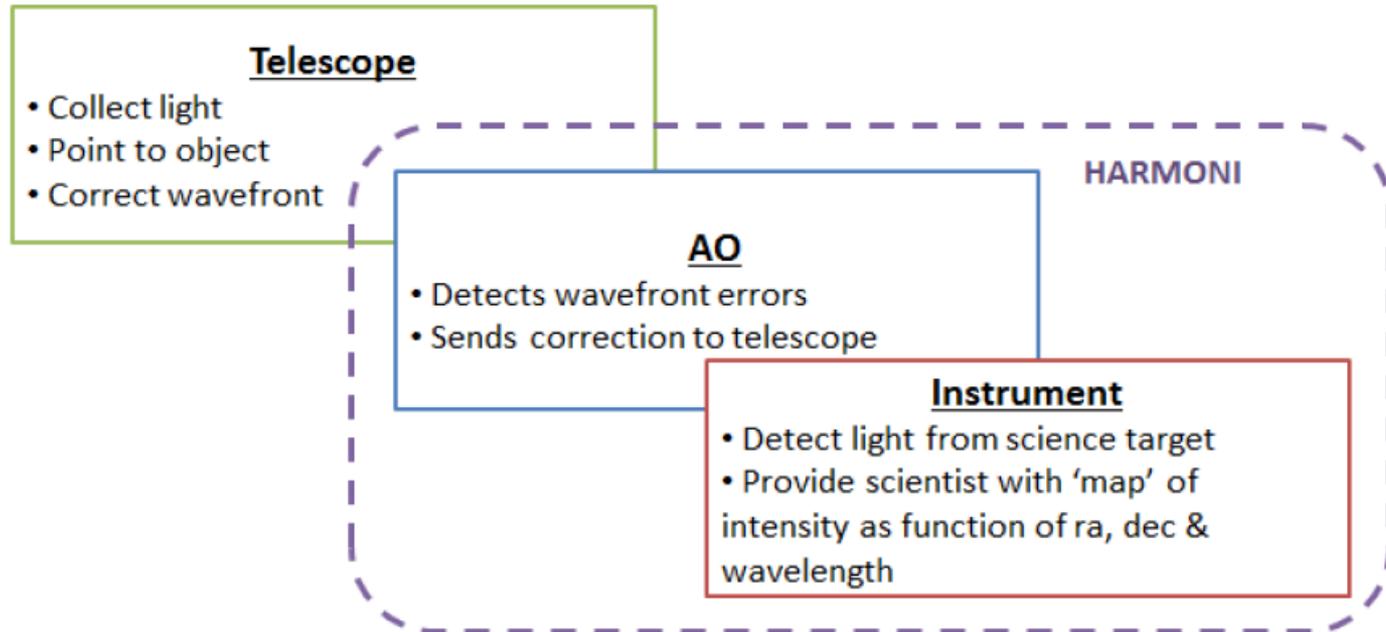


Découpage en lots de travail

- WBS: Work breakdown structure
 - Outil d'organisation du travail et des entités participant au projet
 - Lot = work package (WP)
- Cas optimal: le WBS ressemble au PBS
 - Interfaces claires entre produits, séquence de test et vérification simplifiée
 - Développement des produits simplifiée et efficace
 - Formalisme des échanges minimisé
 - Exemples:
 - Télescope vs instruments
 - Satellites vs instruments (Hubble, Rosetta, Herschel, ...)
 - SPHERE (CPI, IRDIS, IFS, ZIMPOL)
 - Coût en masse et volume
 - Structures indépendantes et autonomes
- Quand WBS s'éloigne du PBS:
 - Produits distribués sur plusieurs participants
 - Attention complexité: interfaces, validation, responsabilité...
 - Risque de découvrir problèmes tardivement
 - Situation imposée par
 - Contraintes de coût
 - Contraintes de masse
 - Distribution des compétences
 - Typiquement le cas pour un système fortement intégré
 - Herschel SPIRE
 - Lot « miroirs » séparé du lot « structure »
 - Spectrographes PFS
 - Lot « caméra » séparant « cryogénie », « optique », « détecteur », « assemblage »

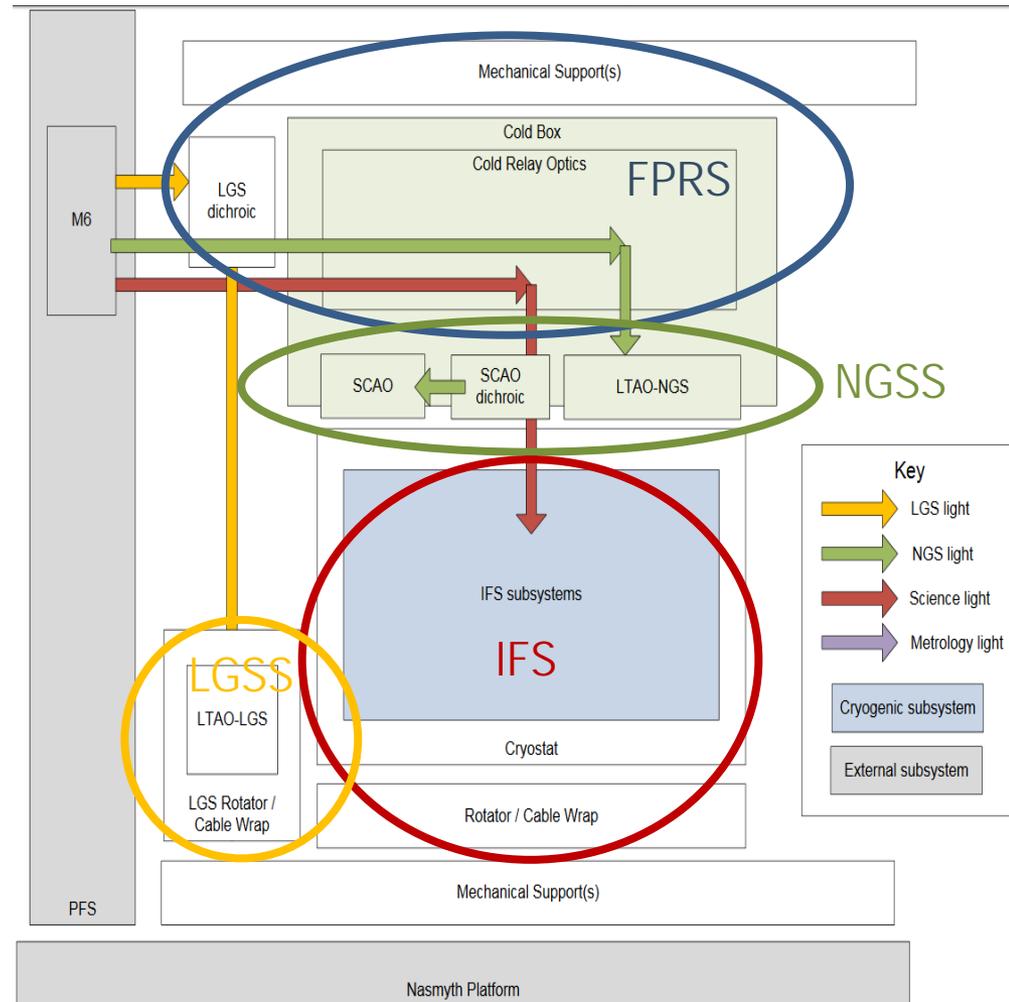
Exemple: HARMONI

- Analyse fonctionnelle de base
 - Identification des fonctions



Exemple: HARMONI

- Analyse fonctionnelle évoluée
 - Détailler les fonctions
 - Les localiser géographiquement
 - Découpage en systèmes et sous-systèmes
 - PBS
- Attention ne pas confondre
 - Fonctions -> produits
 - NGSS vs LGSS
 - Modes d'observation
 - SCAO vs LTAO





LGSS



Calibration module



ISS



Rotator and wrap



FPRS



NGSS



IFS

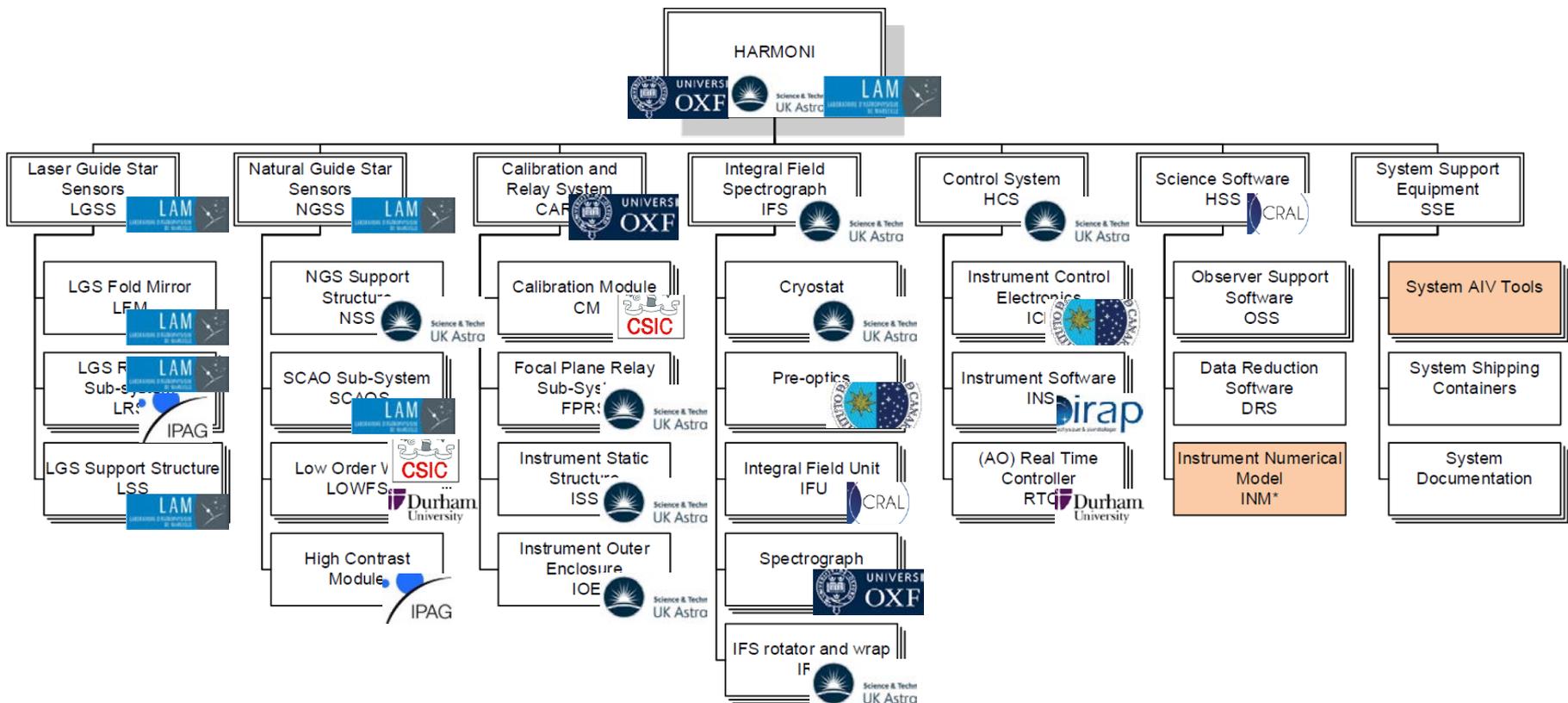


Control



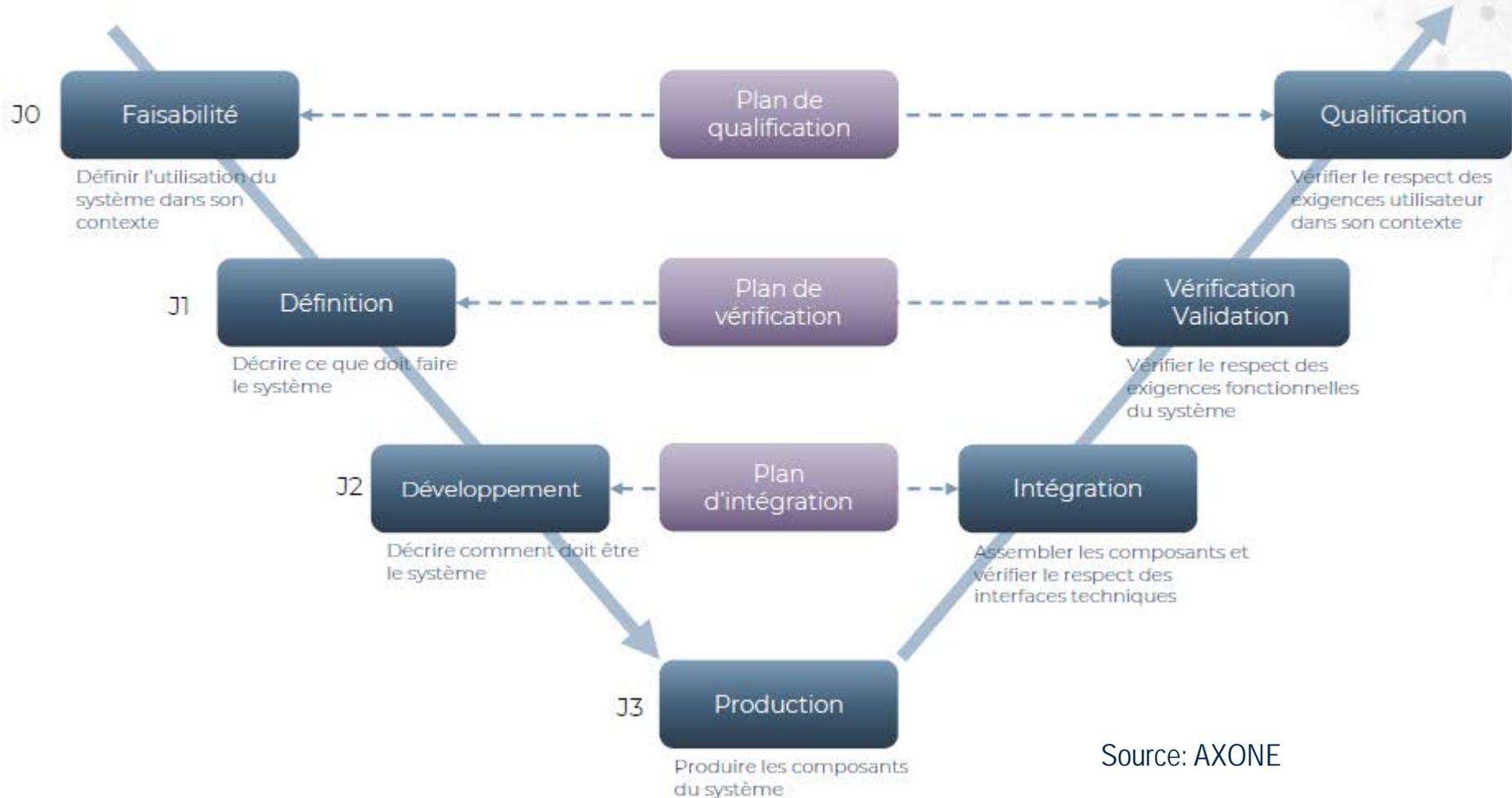
HARMONI

- Construction du PBS
- Distribution des produits: WBS



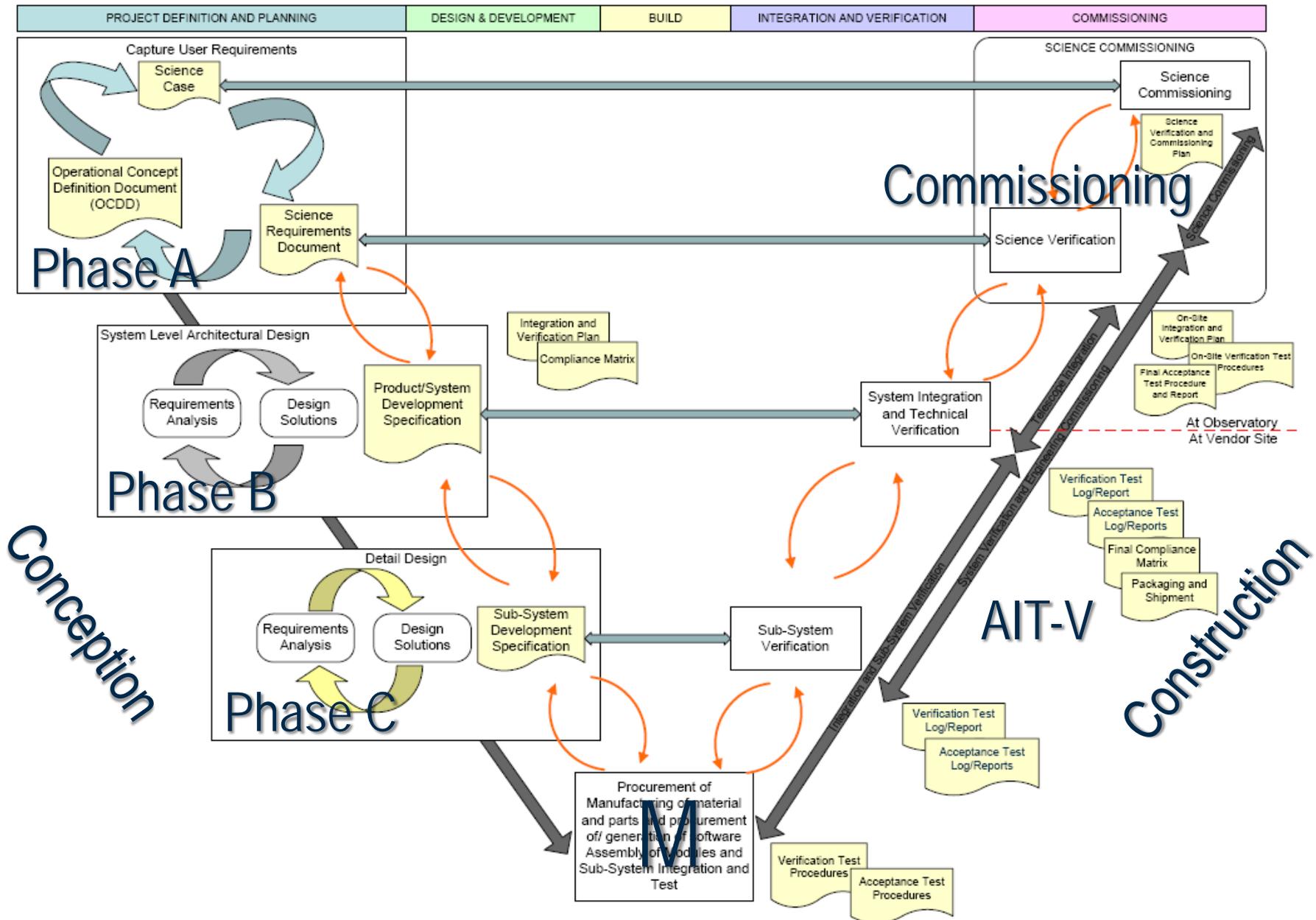
Modèle du cycle en V

Un exemple parmi d'autres ...



Source: AXONE

V- Development Model



Note: Evolution en cours

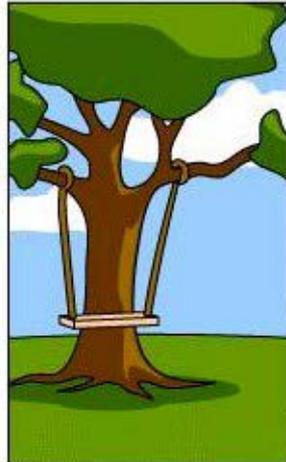
- Les projets deviennent gigantesques
 - Ex: l'ELT est un télescope de 38m
 - Instruments grands comme des bâtiments de 4 étages
 - Des centaines de fonctions motorisés
- Des centaines de documents
 - Si imprimés, les documents d'un instrument ELT pèserait une tonne
- Revues très lourdes
 - PDR HARMONI: Deux semaines de réunions
 - Des milliers de questions (RIX)
- Besoin ressenti de découper et d'organiser les revues autrement
 - HARMONI aura son FDR en 5 revues distincts sur plus d'un an

Est-ce que le V a joué son rôle?

Quelques pièges à éviter...



Le besoin exprimé



La vision du
Chef de Projet



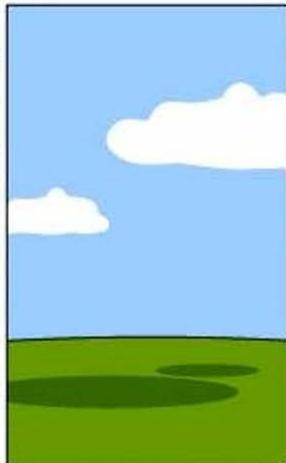
La vision de
l'Ingénieur Système



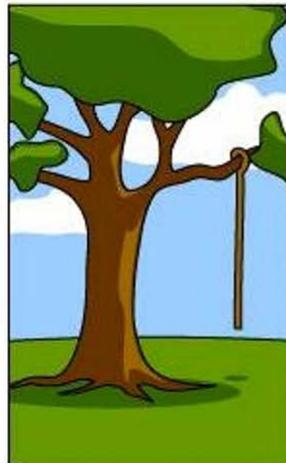
La vision du
programmeur



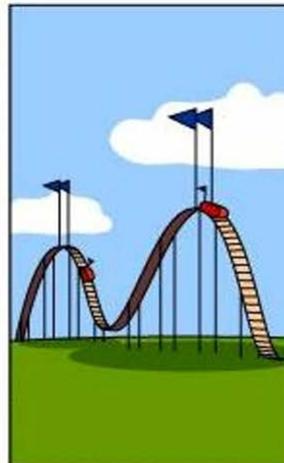
La vision du
communicant



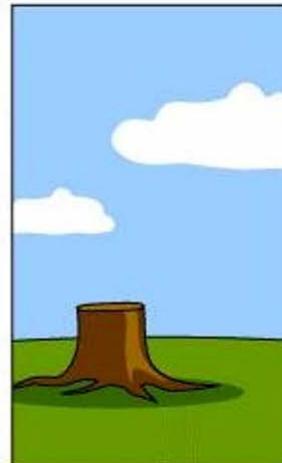
La documentation
livrée



Le plan
opérationnel



Les demandes de
financement



Le support
après vente



Le vrai
besoin

Fin