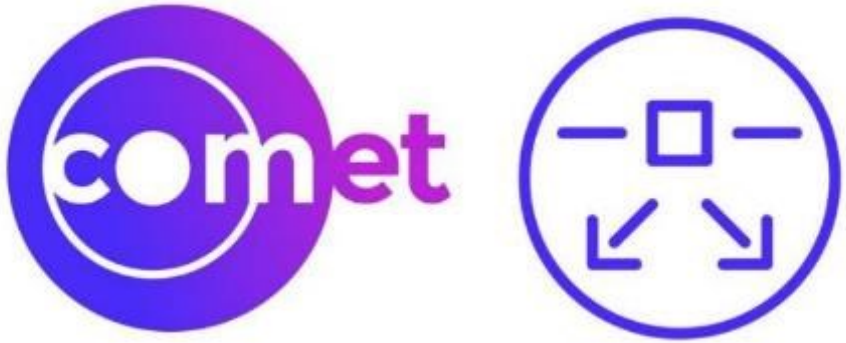
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

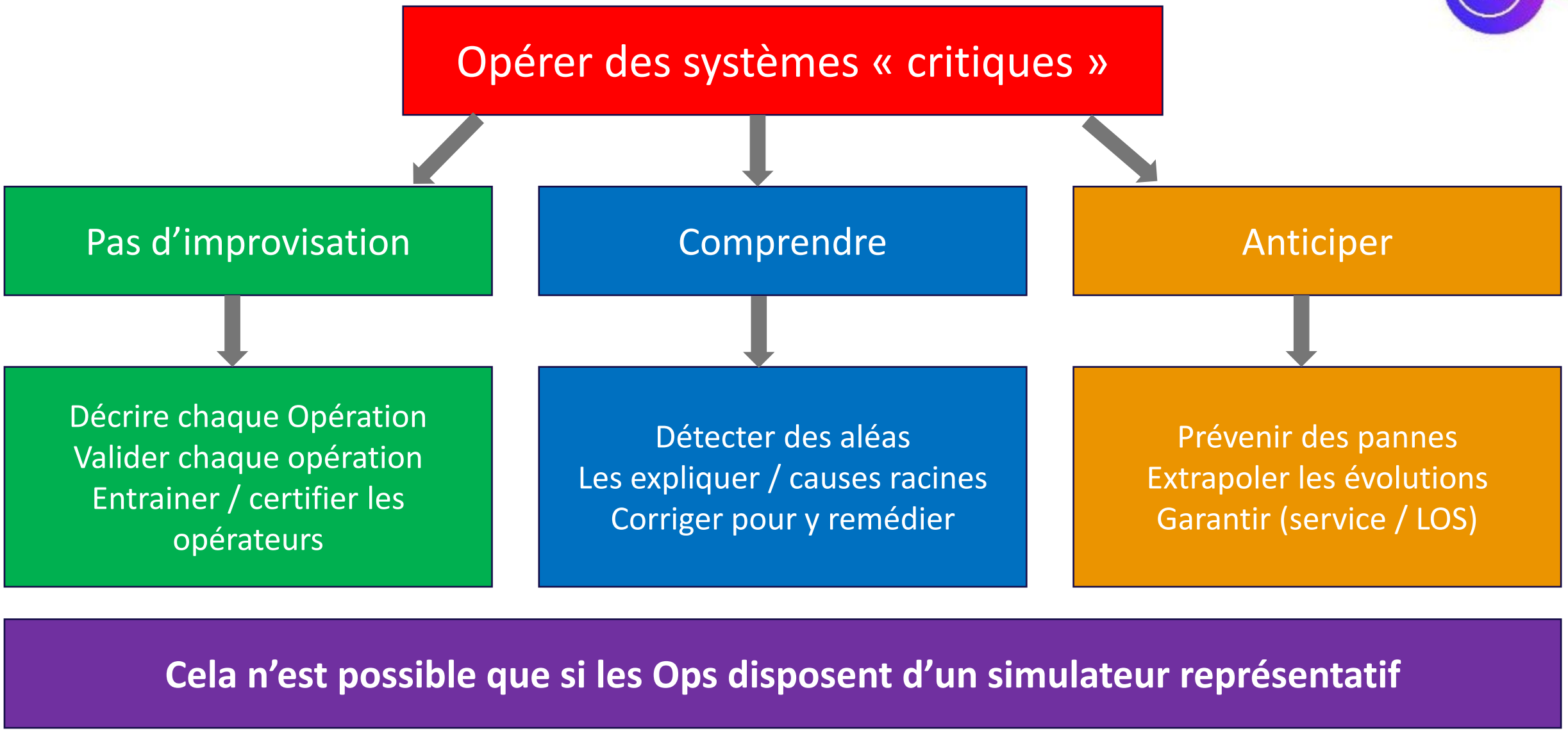
cnes
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



DIGITAL TWINS
VUE DES USERS / OPS

GÉRARD GALET

Contexte des opérations : Vue simplifiée



La simulation vue des OPS

THE BASE OF OPERATIONS = OPERATIONS SIMULATOR

- **Ops simulator must be part of the development in parallel with the space segment**
  (based on simplified models from design)
- **Level of representativeness must be well evaluated & known by all**
- **Simulator helps to :**
  - Validate the Ops products / The Ops sequences
  - Train the Ops teams for nominal and contingencies scenario (30/70)
  - Reproduce the issues for investigations
  - In the future, tendency to extrapolate the SL behavior for Prognostic (digital twins)
- **From very simple (for nano-simulations) up to full integrated simulators**

No simulator => No operations

Et notamment parce que :

Public

Main particularities of Space Missions Operations (1/5)

SPACE SYSTEMS OPERATIONS COURSE

cnes



- **No “direct” access to the space object**

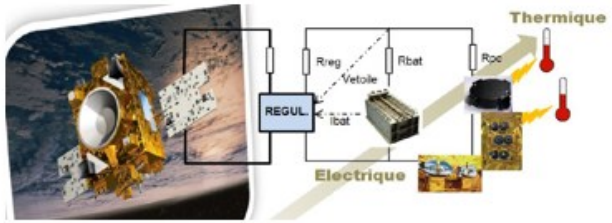
  ↓

  - Maintainability is limited (SW tuning & On-board redundancies)
  - Investigation is limited to available observability
  - The ground stations network is a sensitive / strategic element of the chain

  ↓

KEY ELEMENT = Representative simulator of the space object









Et du coup : Simulateur versus Digital Twins ?

Pas d'improvisation	Comprendre	Anticiper
Décrire chaque Opération Valider chaque opération Entrainer / certifier les opérateurs	Détecter des aléas Les expliquer / causes racines Corriger pour y remédier	Prévenir des pannes Extrapoler les évolutions Garantir (service / LOS)
OK avec nos simulateurs Avec DT : OK - A priori Idem (Croisement / tests sols ?)	OK avec nos simulateurs mais DT : Gain espéré sur création de contextes + Augmenter détection comme si c'était fait à bord (eq. SESAM)	Peu fait avec les simulateurs DT : Accélération du temps et donc propagations possibles **Diagnostic => Pronostic**

En synthèse, un gain évident apporté par le DT / simulateurs existants

Questionnement vu des opérateurs

- Faut faire vivre le DT en // mission réelle : Automatisation prévue ? (Contrainte RH) – Interfaces requises avec le centre de contrôle ?
- Utilisation du DT : Pas plus complexe que celle d'un simulateur ?
- Investigations / propagations : Sessions en // de la session temps réel ?
- Mises à jour / recalages modèles DT : Comment ? Auto ? Fréquence ? Rétroactif ?
- Infrastructures Ops requises / Portabilité du DT versus simulateur ?

En résumé, Gain évident pour les opérations mais à condition de ne pas augmenter les contraintes / simulateurs existants