

Bilan 2019-2023 Etude et Observation de la Terre

Synthèse du TOSCA - Introduction

Président : Cyril Crevoisier

Responsable programme Etude et Observation de la Terre : Selma Cherchali

Membres actuels : Agnès Bégué, Aurélien Carbonnière, Rodolphe Cattin, Alain Dabas, Carole Deniel, Adrien Deschamps, Yannice Faugere, Sophie Le Gac, Pierre-Yves Le Traon, Philippe Maisongrande, Mireille Paulin, Félix Perosanz, Annick Sylvestre-Baron

Membres ayant quitté le comité : Olivier de Viron, Juliette Lambin, Anne Lifermann, Mioara Manda, Véronique Mariette, Jean-Louis Roujean, Pierre Tabary, Cécile Vignolles

Etude et Observation de la Terre : les objectifs

Savoir et comprendre le système terrestre

- Comprendre la structure de la Terre et les processus qui la contrôlent.
- Prévoir son évolution
- Comprendre l'impact de l'homme



Vivre mieux

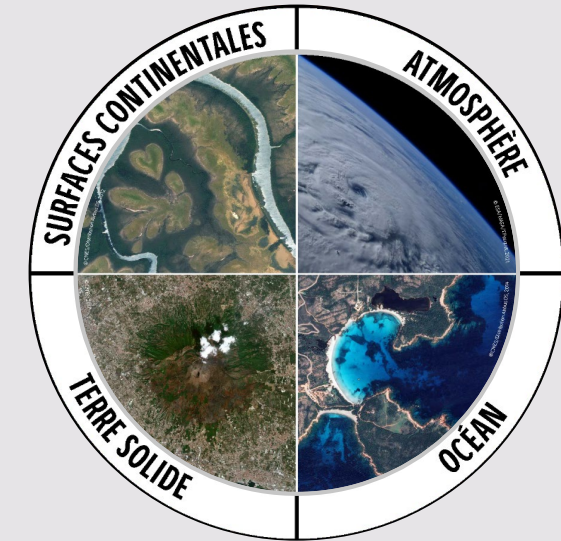
- Prévoir notre environnement dans les jours/semaines à venir
- Prévoir et gérer les événements extrêmes
- Répondre à nos besoins (eau, nourriture)

Un besoin commun : étudier et comprendre les processus en combinant l'ensemble des sous-systèmes terrestres.

Le système Terre

- **Un ensemble de sous-systèmes complexes et couplés :**
 - 4 domaines centraux : Terre solide, Océan, Surfaces Continentales et Atmosphère.
 - **Des thèmes intégrateurs** : cycle de l'eau, cycle du carbone, cycle de l'énergie
 - **Des thèmes aux interfaces** : cryosphère, côtier/littoral, zones critiques
- **Des changements globaux : changement climatique, anthropisation, perte de la biodiversité, forme de la Terre**
- **Des enjeux sociétaux :**
Répondre aux **objectifs de développement durable**.

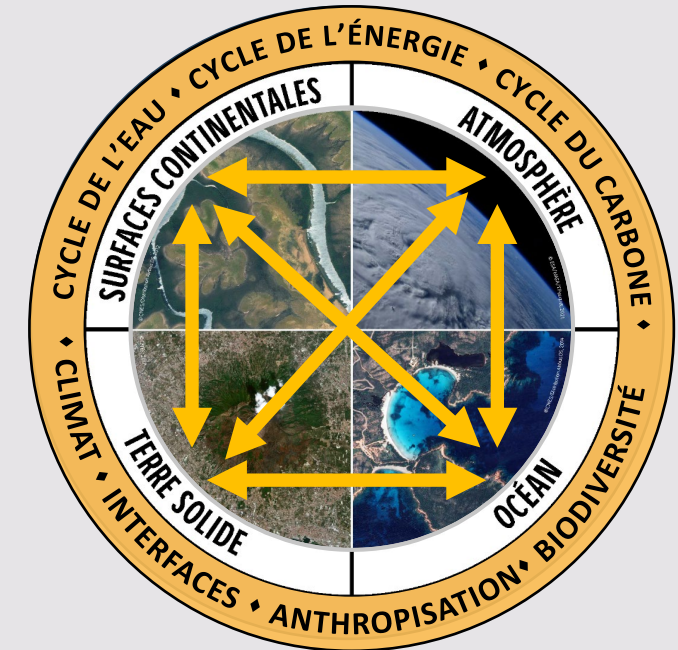
→ **De nombreux processus d'échelles spatio-temporelles variables, qui interagissent entre eux, et entre les milieux physiques et le vivant.**



Le système Terre

- **Un ensemble de sous-systèmes complexes et couplés :**
 - 4 domaines centraux : Terre solide, Océan, Surfaces Continentales et Atmosphère.
 - **Des thèmes intégrateurs** : cycle de l'eau, cycle du carbone, cycle de l'énergie
 - **Des thèmes aux interfaces** : cryosphère, côtier/littoral, zones critiques
- **Des changements globaux** : changement climatique, anthropisation, perte de la biodiversité, forme de la Terre
- **Des enjeux sociétaux** :
Répondre aux **objectifs de développement durable**.

→ De nombreux processus d'échelles spatio-temporelles variables, qui interagissent entre eux, et entre les milieux physiques et le vivant.



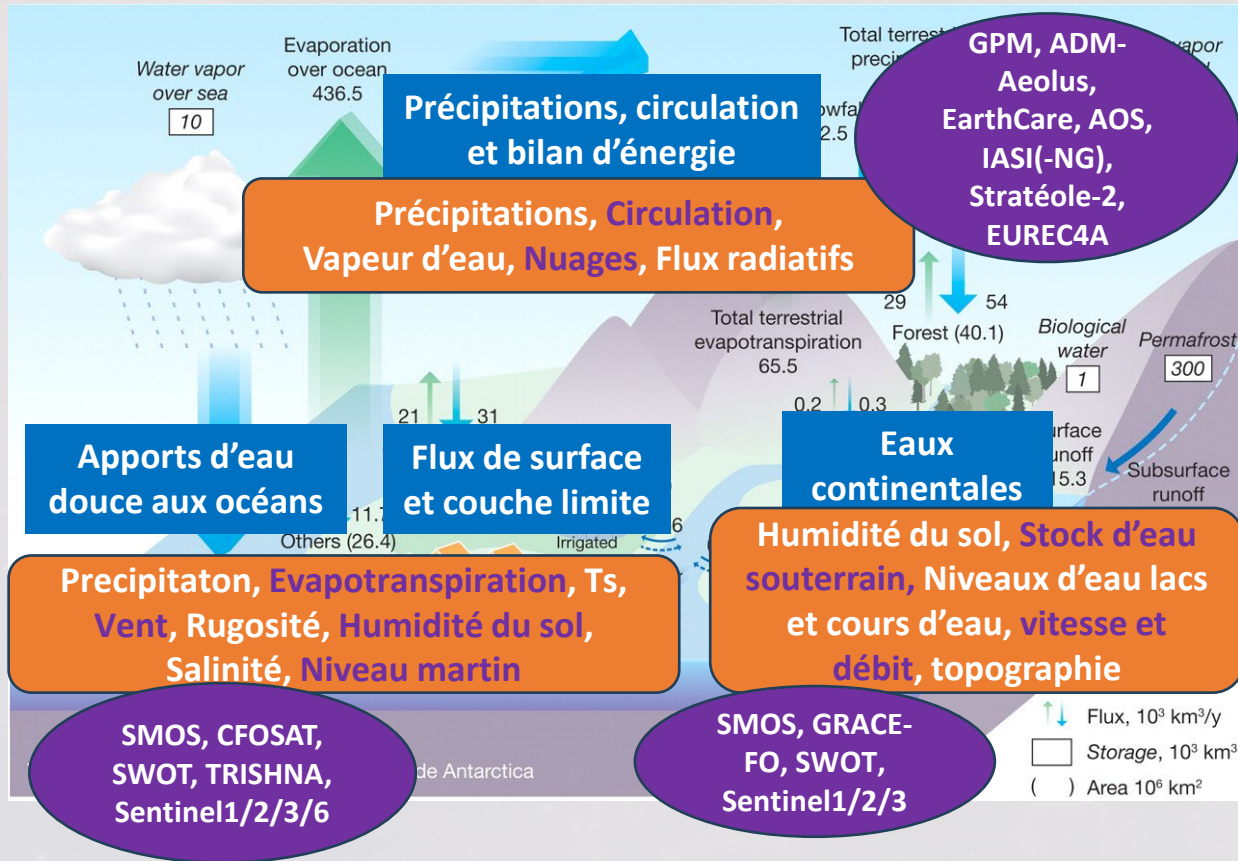
Le système Terre

- **Un ensemble de sous-systèmes complexes et couplés :**
 - 4 domaines centraux : Terre solide, Océan, Surfaces Continentales et Atmosphère.
 - **Des thèmes intégrateurs** : cycle de l'eau, cycle du carbone, cycle de l'énergie
 - **Des thèmes aux interfaces** : cryosphère, côtier/littoral, zones critiques
- **Des changements globaux** : changement climatique, anthropisation, perte de la biodiversité, forme de la Terre
- **Des enjeux sociétaux** :
Répondre aux **objectifs de développement durable**.

→ De nombreux processus d'échelles spatio-temporelles variables, qui interagissent entre eux, et entre les milieux physiques et le vivant.



Un exemple : le cycle de l'eau



Comprendre le cycle de l'eau

- Quels sont les stocks d'eau dans les grands réservoirs et les flux associés ?
 - Quel sera l'impact des changements globaux ?
- Missions de référence
 → Réseaux sol, campagnes avions/ballons

Répondre aux besoins sociétaux

- Gestion des ressources en eau, suivi des risques (sécheresse, inondation, glissement de terrain, santé, etc).
 - Besoin d'estimations plus rapides, en temps quasi réel et d'informations fiables et transparente au niveau territorial.
- Missions dédiées et développement de service

Connaissances scientifiques et questions sociétales s'enrichissent mutuellement et reposent sur l'étude du système terrestre dans son ensemble.

L'étude du système terrestre nécessite...

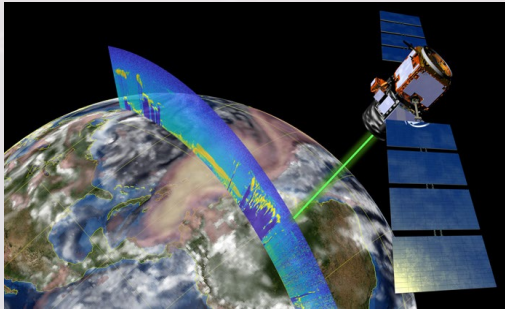
- **Une recherche intégrée et interdisciplinaire pour comprendre les processus associés au système terrestre et aux changements globaux.**
 - Une observation intégrée, globale et homogène et précise du système terrestre et de ses paramètres clés ("Variables essentielles")
 - **Besoin de données de qualité, validées et rattachés aux étalons internationaux.**
- **Des données multi-sources et multi-capteurs pour des utilisations spatiales, spectrales et temporelles à plusieurs échelles.**
 - **Suivi à long terme**, besoin important de **revisites**.
 - Observation **globale**, mais nécessité accrue de passer à une **résolution spatiale élevée/très élevée**.
 - Étude **d'objets particuliers**.
- **Une combinaison des observations (satellites, aéroportées, sol) et de modèles numériques.**
 - Nécessité de prendre en compte la nature indirecte du lien mesure - observable - question scientifique.
 - Utilisation **conjointe** de variables et/ou de missions (modèles numériques et assimilation de données)

De nouvelles questions scientifiques et de nouveaux services signifient de nouveaux besoins en observables et techniques de mesure... mais aussi d'assurer la continuité !

Quelques Illustrations...(1/2)

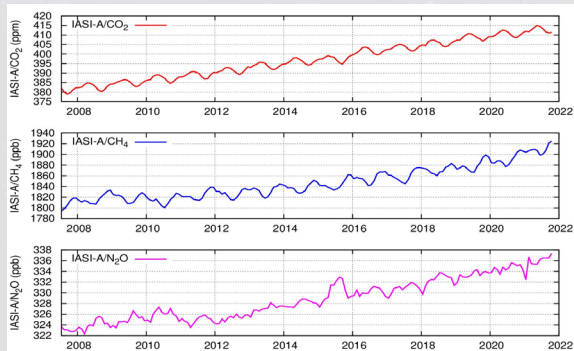
Le suivi à long terme des variables climatiques essentielles

- Le rôle-clé des nuages et des aérosols dans les rétroactions climatiques avec 17 années d'observation de CALIPSO



- Fin de vie de CALIPSO : 1er août 2023
- Plus de 4000 publications
- Des domaines initialement non ciblés (océan, cryosphère, biosphère) → EarthCare (2024), AOS

- Suivi des 16 variables climatiques essentielles avec 3 IASI et un total de 33 années de mesures



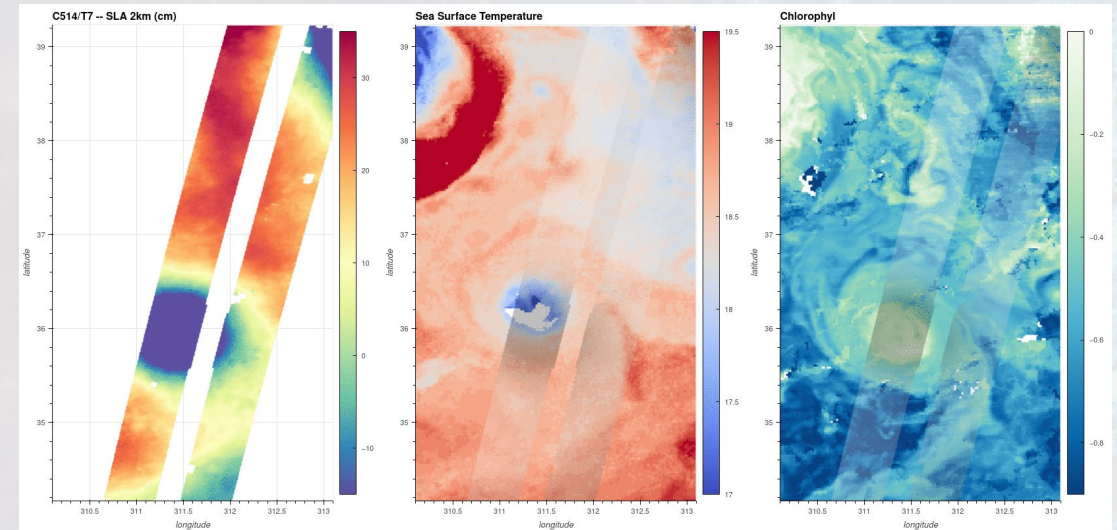
Crevoisier et al., 2023

- IASI sélectionnée comme référence internationale du WMO pour l'IR
- Une stabilité spectrale et radiométrique exceptionnelle pour la détection des tendances climatiques
- >50 publications par an → IASI-NG (2025, 2032, 2039)

La haute résolution spatiale

- Exemple de SWOT lancé le 16 décembre 2022

Une révolution pour l'étude des fines échelles océaniques...



Dibarboure et al., 2023

... et pour l'amélioration des prévisions (réduction des erreurs jusqu'à 40% sur la SSH hors zone tropicale)

Benkirane et al., 2021

→ Des résultats exceptionnels qui préfigurent la révolution TRISHNA (2026) pour le suivi de la température de surface à très haute résolution et l'étude du cycle de l'eau dans toutes ces composantes (land, ocean and coastal water)

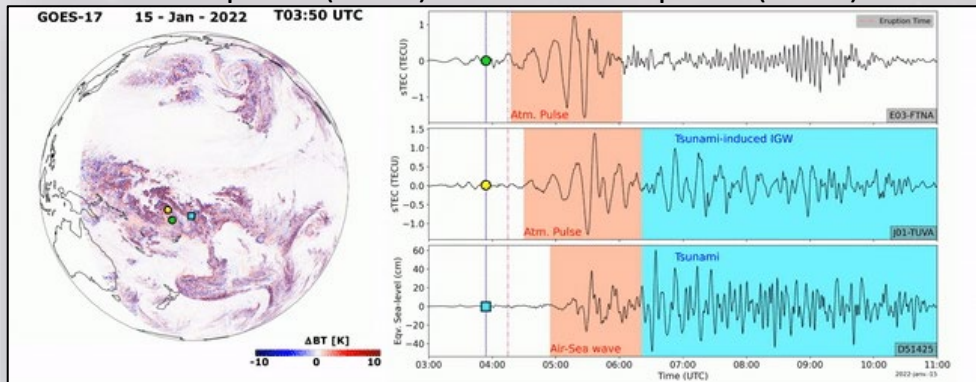
Quelques Illustrations...(2/2)

Un évènement exceptionnel : l'éruption du Honga Tonga le 15 janvier 2022



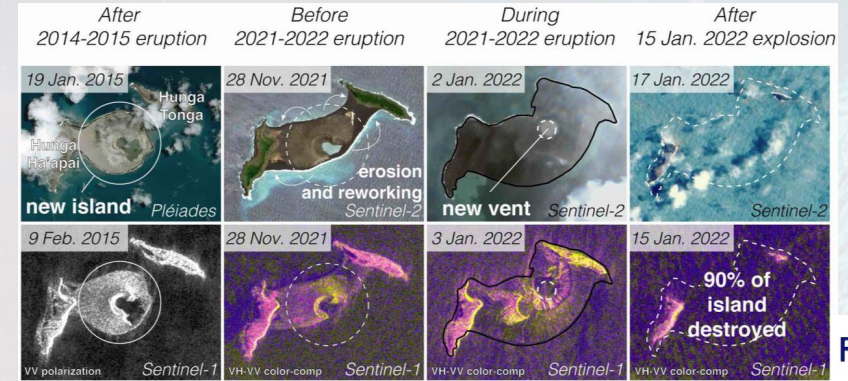
- Une éruption d'une intensité exceptionnelle.
- Caractérisation de la réponse impulsionnelle des enveloppes fluides (atmosphère, océan) à l'échelle globale
- **Analyse interdisciplinaire** des observations des réseaux de mesures au sol, satellites ou aéroportées (Lac et al. 2022)

Observation de l'éruption du Honga Tonga à la surface, dans la basse atmosphère (GOES) et dans l'ionosphère (GNSS)

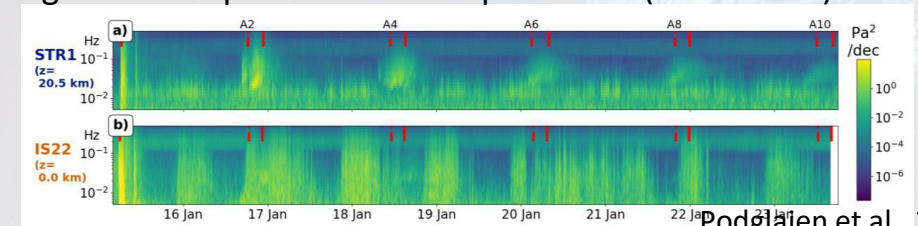


Matoza et al., 2022

Morphologie des îles vue par l'imagerie satellitaire (Pléiades, S2, S1)

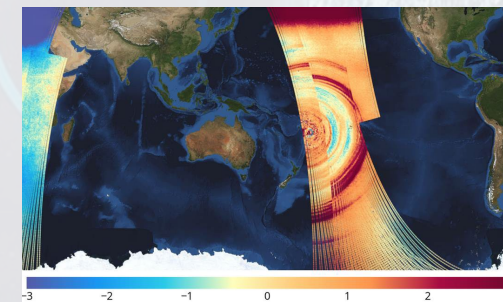


Histogramme de pression mesuré par ballon (Stratéole-2) et au sol



Podgajen et al., 2022

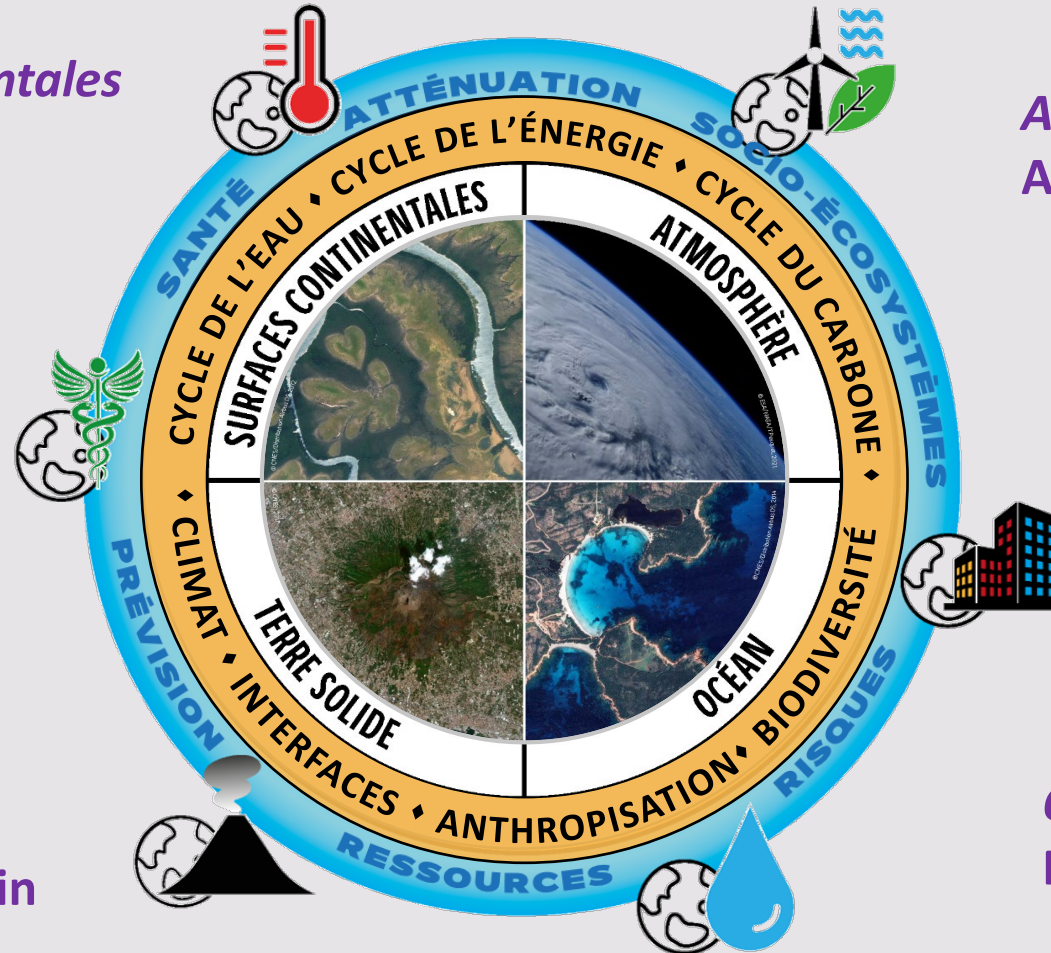
Perturbations du champ de température mesurées par le sondeur IASI



Wright et al., 2022

Présentations des GT TOSCA

Surfaces Continentales
Agnès Bégué



Atmosphère
Alain Dabas

Terre Solide
Rodolphe Cattin

Océan
Pierre-Yves Le Traon