

4D-Earth

Un projet de mission spatiale pour continuer
d'observer les surfaces continentales et leur
topographie à haute résolution spatio-temporelle

Etienne BERTHIER, LEGOS – CNRS
Olivier HAGOLLE, CESBIO – CNES
pour un consortium de chercheurs sur les
Surfaces Continentales et la Terre Solide

Plan de la présentation

Contexte : Importance du suivi régulier des surfaces continentales en 4 dimensions.

- Biais vers les glaciers
- Biais vers la 3D

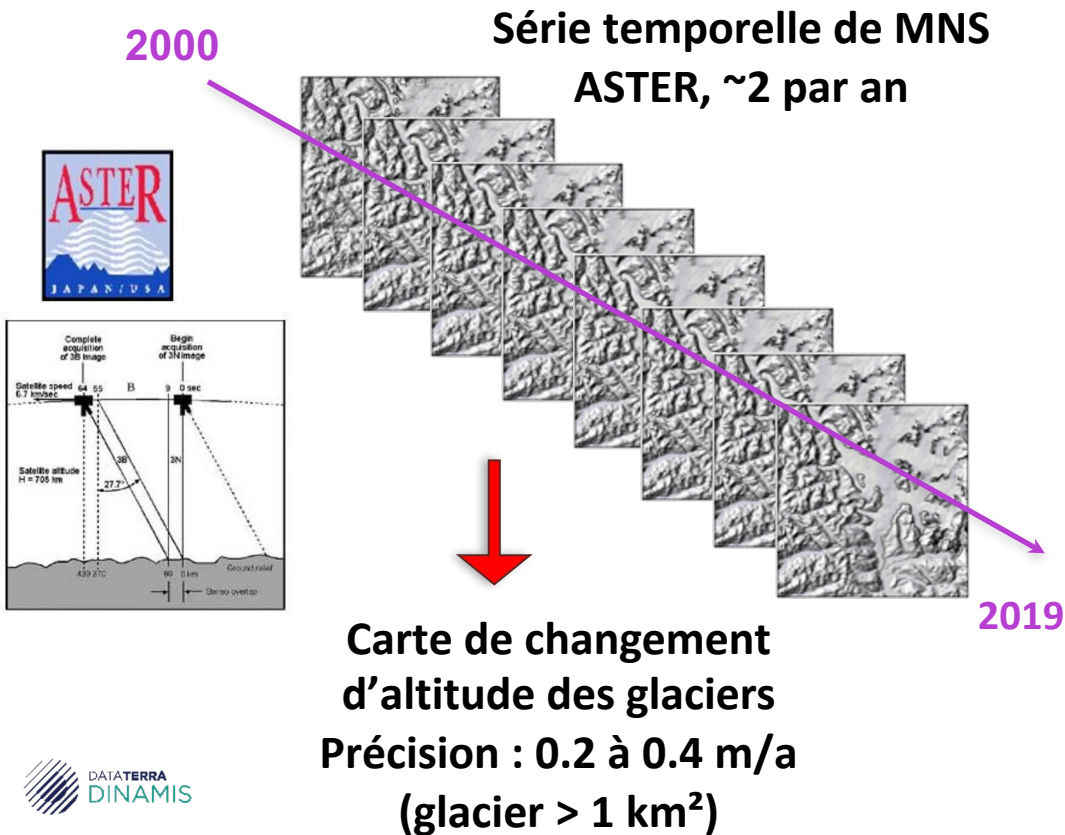
Programmatique : les données haute résolution (stéréo) globales vont manquer

Le projet de mission 4D-Earth (ex Sentinel-HR)

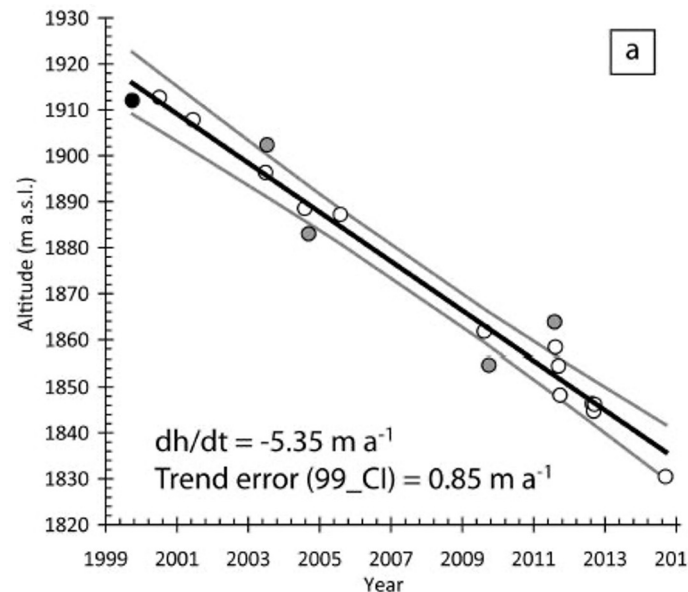
Principe de cartographie des changements de volume des glaciers



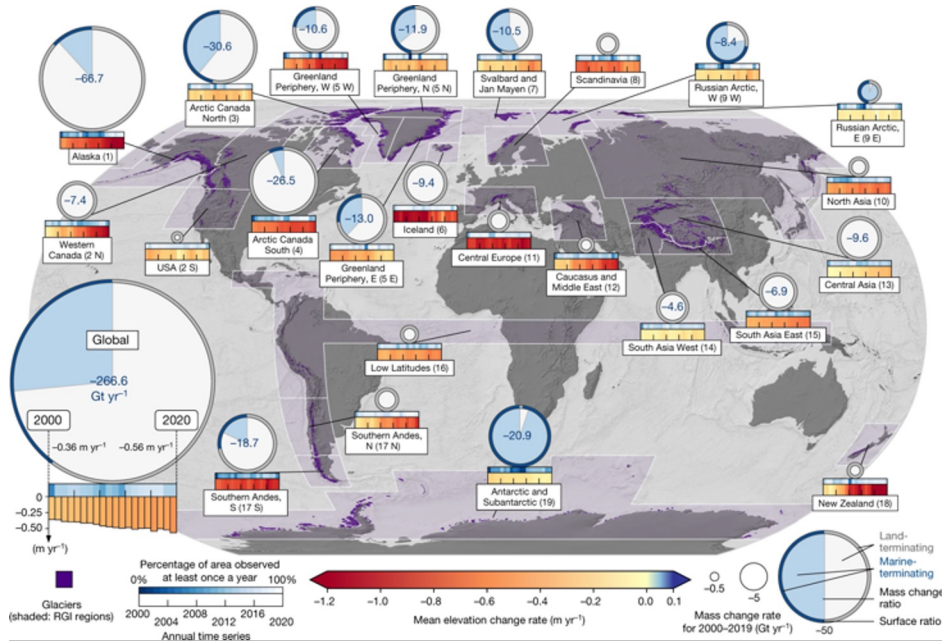
Principe de cartographie des changements de volume des glaciers



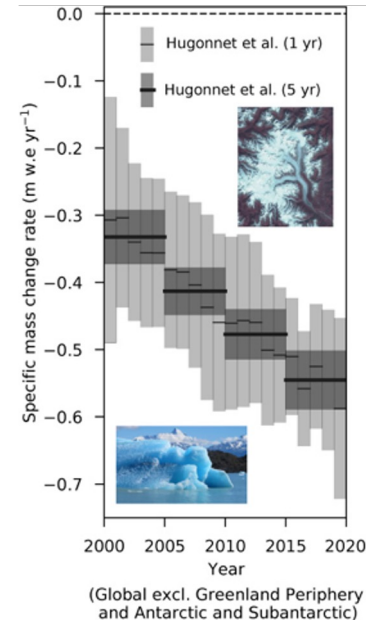
Langue Mer de Glace (Mt Blanc)



Cartographie globale des pertes des glaciers



- Première estimation exhaustive et résolue des changements de masse des >200000 glaciers du globe (2000-2019: 20% hausse niveau marin)
- Global: Accélération des pertes, régional: forte variabilité décennale
- Le “standard” pour la calibration des modèles d’évolution des glaciers

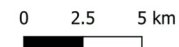


Hugonnet et al., 2021

Un potentiel inexploité pour d'autres thématiques. Exemple des forêts (Ouest Canada)



Taux de variation
d'altitude (m/yr)



Revisite fréquente imagerie métrique (2D). Aussi un besoin multi-thématique.



Urbain : artificialisation, étalement urbain, végétation, nouvelles constructions

Aménagement du territoire : voies de communication, mise à jour des cartes

Hydrologie : surveillance des masses d'eau

Agriculture : soutien aux déclarations agricoles ou à leur contrôle, changements dans le cadastre agricole, variabilité intra-parcellaire, agroforesterie

Forêts : suivi des variables forestières, densité du couvert végétal, coupes rases

Environnement et paysages : suivi des éléments boisés (haies, corridors), transition des écosystèmes, repousse des forêts, habitat naturel.

Occupation du sol : classification de l'occupation du sol, délimitation des parcelles.

Côtes : surveillance du trait de côte et de la bathymétrie

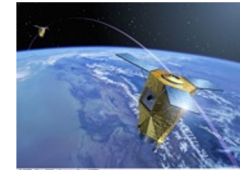
Risques : évaluation des risques et des dommages, tremblements de terre, inondations, cyclones, glissements de terrain

Programmatisation : vers un "stereo data gap"

ASTER est la seule mission actuelle permettant un suivi global avec des couples stéréoscopiques (résolution 15 m). **Fin de vie 2027**



Pléiades (1A et 1B) permettent des études plus locales et plus précises grâce à leur plus haute résolution (0.7 m). Non global. **Fin de vie : fin 2026**



CO3D fournira un MNS quasi global de référence. Mission de couverture et non de revisite. Zones polaires, hors de $[-60^{\circ}/+70^{\circ}]$, observées exceptionnellement. Fantastique démonstrateur !



Missions radar (e.g., ESA Harmony) : pénétration / images moins "intuitives"

2D : Succès des missions Sentinel-2 (open access et revisite) mais résolution

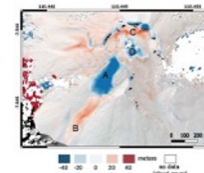
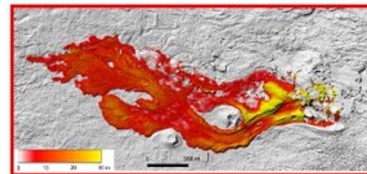


4D-Earth. Imagerie et topographie "mensuelles" des terres émergées

Couverture systématique, quasi-mondiale et fréquente (~mensuelle, plutôt trimestrielle compte-tenu des nuages) des surfaces terrestres pour surveiller les changements d'altitude, les déformations de surface et les conditions de surface.

multi-thématique : glaciers, calottes glaciaires, écosystèmes, forêts, glissements de terrain, volcans...

Mission héritée de Z-Earth (demande Earth-Explorer en 2010), et des phases 0 ESA puis CNES Sentinel-HR. 4D-Earth synthèse des besoins 2D et 3D.



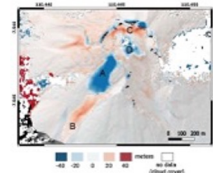
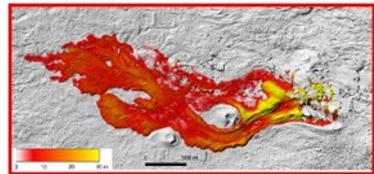
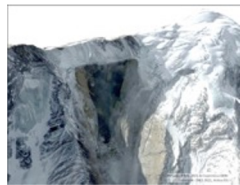
4D-Earth. Imagerie et topographie "mensuelles" des terres émergées (suite)

Données en libre accès : "Vraies" ortho-images à 2 m (ou mieux?) ; MNS à ~5 m dérivés des couples stéréoscopiques. Stopper tendance vers TTHR (< 50 cm), non indispensable pour les paysages naturels. Choix nécessaire pour revisite régulière et globale. Empreinte environnementale...

Hybridation avec les données Sentinel-2 (ou leurs successeurs) pour affiner la résolution temporelle.

Une constellation (9 à 12) de micro-satellites types CO3D sur une orbite plus haute permettrait de répondre au besoin. *cf. rapport Phase 0 sentinel-HR*

Mission proposée au CNES lors du dernier séminaire de prospective (oct 2024) et classée en priorité substantielle (= pas haute priorité).





Rejoignez nous à bord de 4D-
Earth

MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contact :

etienne.berthier@cnsr.fr

olivier.hagolle@cnes.fr

Plus d'info:

[https://www.legos.omp.eu/pgo/2024/
07/03/beyond-pleiades-4d-earth/](https://www.legos.omp.eu/pgo/2024/07/03/beyond-pleiades-4d-earth/)