







Surface Water & Ocean Topography

- Description de la mission
- Objectifs scientifiques
- Role des PI et animation de la communauté
- Perpectives







La mission SWOT: quelques points essentiels

SWOT est une mission qui va répondre aux besoins et attentes de <u>trois</u> communautés

- Océanographie : Première détermination globale de la circulation des océans, des interactions et mécanismes de circulation à haute résolution
- Hydrologie : Premier inventaire à l'échelle planétaire des stockages d'eau de surface et leur évolution (dans le temps, dans l'espace)
- Côtière: Meilleure compréhension des phénomènes dans cette zone d'échange

Coopération majeure France / USA

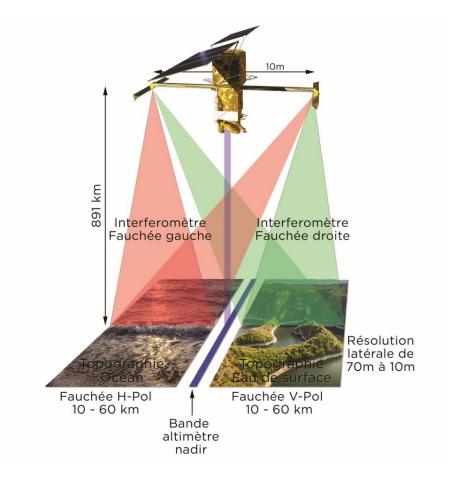
 avec une contribution de la part de CSA et de UKSA, coopération de plus de trente ans dans le domaine de l'altimétrie (Topex/Poseidon, Jason-1/2/3/CS)

Mission très ambitieuse, et innovante

- Altimétrie interférométrique à large fauchée : Wide-swath interferometer (KaRIN)
- Lancement : date officielle le 18 novembre 2022 au plus tôt (impacts covid pris en compte)

Financement inédit

SWOT a reçu un financement du PIA en raison de son <u>potentiel applicatif important</u> <u>1er programme aval, précurseur pour d'autres missions</u>



Objectives en hydrologie



SWOT va mesurer

- Niveaux et etendues d'eau dans les lacs, reservoirs et planies inondées
- Les niveaux, pentes et largeur des fleuves

SWOT va produire

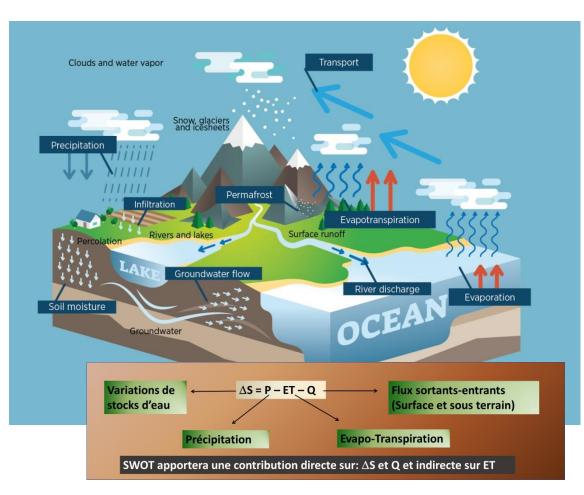
- Les variations de stocks d'eau dans les lacs et réservoirs
- Les débits des rivières

SWOT va permettre

- Etude du cycle de l'eau
- Assimilation des données dans les modèles
- De générer des bathymétries de lacs, rivières et plaines inondées

Des applications nouvelles 'non scientifiques'

- Démonstrateur de service aval opérationnel sur le suivi des fleuves
- Amélioration des modèles de prediction de crues
- Cartographie de probabilité d'inondabilité



Les LACS, DEUX QUESTIONS:

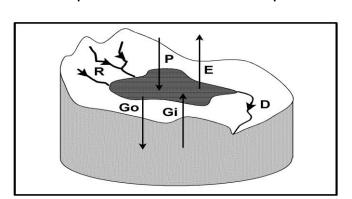
Quels role dans le cycle de l'eau et le climat? Peut-on le mesurer par satellites?

Schindler et al., 2009 Trinvik et al., 2009 Williamson et al., 2009

Les lacs jouent un role fondamental dans diverses activités humaines (agriculture, industrie, consommation d'eau potable, tourisme, etc.) "Lakes are sentinels, regulators and integrator of climate change" (Traceurs, Régulateurs, Intégrateurs)

- 1- De nombreuses variables sont des indicateurs des CC (Tracage), ECVs
- 2- Ils accumulent des GhG qui proviennent des écoulements, les stockent et les ré-emettent en partie vers l'atmosphère (régulation)
- -Une simulation sur 30 ans a montré que les températures moyennes sur l'Europe du Nord étaient impactées à 1/1.5°C par la présence des lacs
- -Les lacs salés et peu profonds sont de forts émetteurs
- 3- Ils enregistrent le climat du passé dans leurs sédiments (integration)
- Les lacs participent au cycle global de l'eau

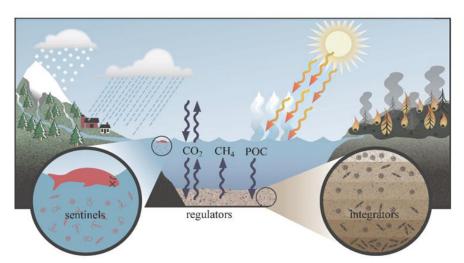
Un lac est en permanence en état de déséquilibre = > il évolue donc vers un état d'équilibre dont la stabilité peut à tout moment être rompue



$$A_{LE} = \frac{R}{(E - P)}$$

$$\tau_E = \frac{1}{dA/dV(E-P)}$$

$$L(t) = L_0 + [L_{LE} - L_0](1 - e^{\frac{-t}{\tau_e}})$$



Pour les faibles valeurs de τe la surface est la variable à privilégier

Pour les hautes valeur de τe le niveau est la variable à privilégier



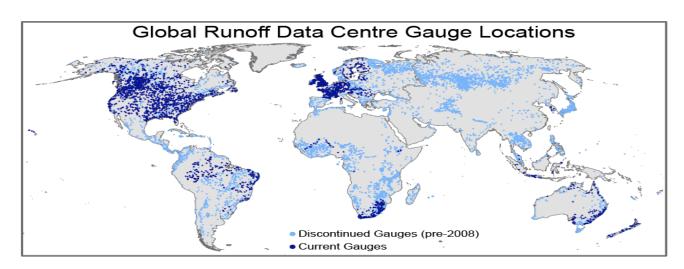
La bathymétrie est un paramètre essentiel

Ayakkum, 24 ans gde/ petite Aral, 23 / 17 ans Urmia, 10 ans Grand/ Petit Tchad, 4 / 1 ans

Tangra-Yumco, 522 ans Nam-co, 160 ans Zigetang-co, 134 ans

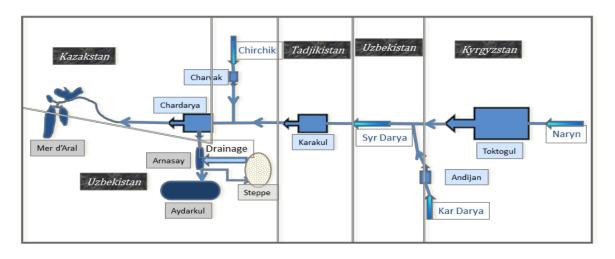
Les grands fleuves:

Quels role dans le cycle de l'eau et le climat? Peut-on le mesurer par satellites?



- Apport d'eau à l'océan, rôle dans la circulation et les panaches dans les zones côtières et estuariennes
- Contribution au GLSR
- Transport de sédiment
- Inter-actions avec l'environnement régional (inondations, sècheresses, irrigation, navigation, consommation

A l'échelle globale la seule BD disponible de débits est insuffisante, inhomogène et non pérène. Les altimètres nadirs couplés à des modèles (type MGB) permettent en partie de combler ces déficiences du réseau global.

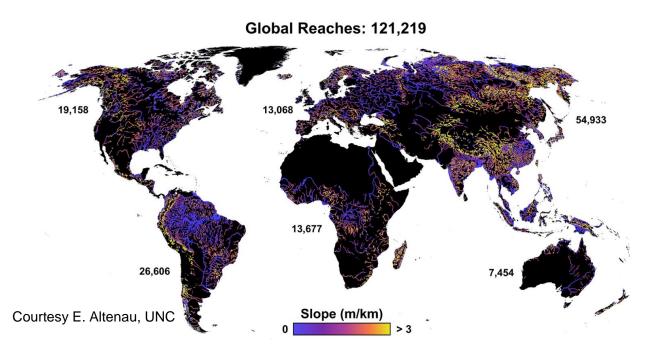


Connectivité lacs/reservoirs/fleuves/plaines inondées

- Débits/stocks/étendues par SWOT
- Précipitation par GPM ou équivalents
- E par modélisation
 - Echanges nappe/surface inconnus mais déductible avec GRACE

Rivières potentiellement visibles par SWOT

Variations d'étendues des Lacs d'Eurasie (2000-2015)



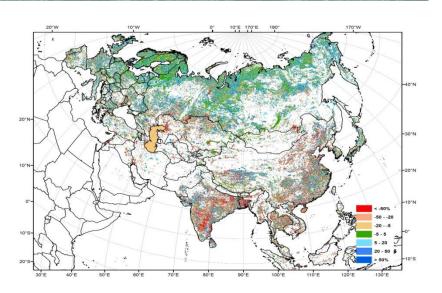
Par combinaison de plusieurs jeux de données globaux rivières, un base à priori des biefs SWOT a été crée et est utilisée dans les algorithmes de génération des produits débits.



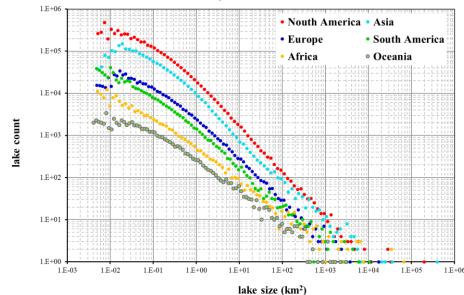
H et W sur noeuds tous les 200 m



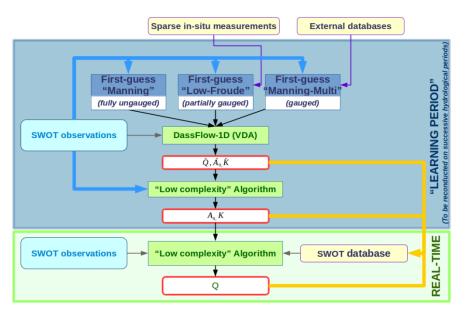
H, pente, et débit moyens sur biefs de 10 km



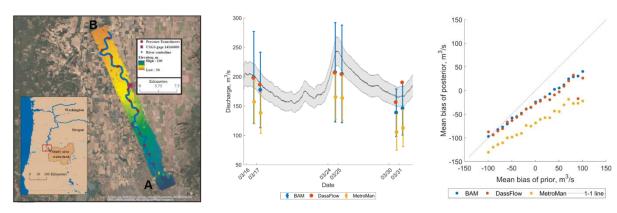
Sheng et al. (2019)



Algorithmes débits: HiVDI



Hierarchical Variational Discharge Inference (Larnier et al, 2020)



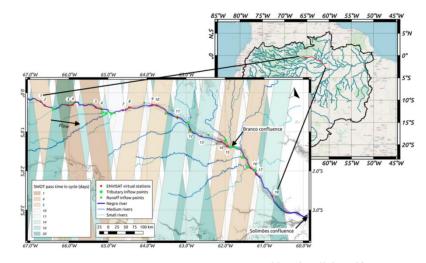
AirSWOT experiment on the Willamette River (Tuozzolo et al, 2019)

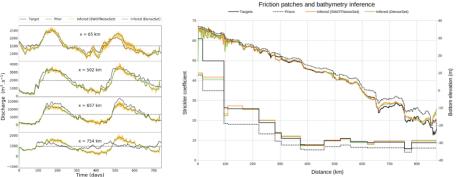












Estimation of multiple inflows and effective channel by assimilation of multi-satellite hydraulic signatures: the ungauged anabranching Negro River (*Pujol et al, 2020*)

Jusque là les modèles hydrologiques et climatiques globaux ne tenaient pas compte des lacs

Objectifs

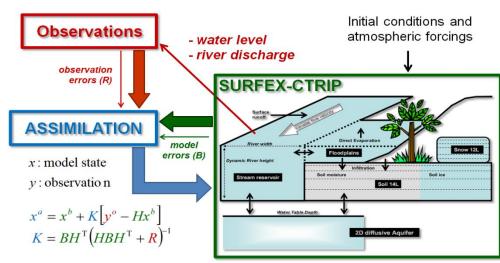
- -Modéliser les lacs/réservoirs et les rivières à grande échelle et leur couplage avec l'objectif d'obtenir une meilleure compréhension et modélisation du cycle hydrologique global complet avec SWOT.
- -> développement d'un modèle de bilan hydrique à l'échelle des bassins versants: MLAKE
- -Couplage avec ISBA (écoulement) Flake (flux de surface) et CTRIP (modèle de routage, interactions plaine-rivière / lac et eaux souterraines)

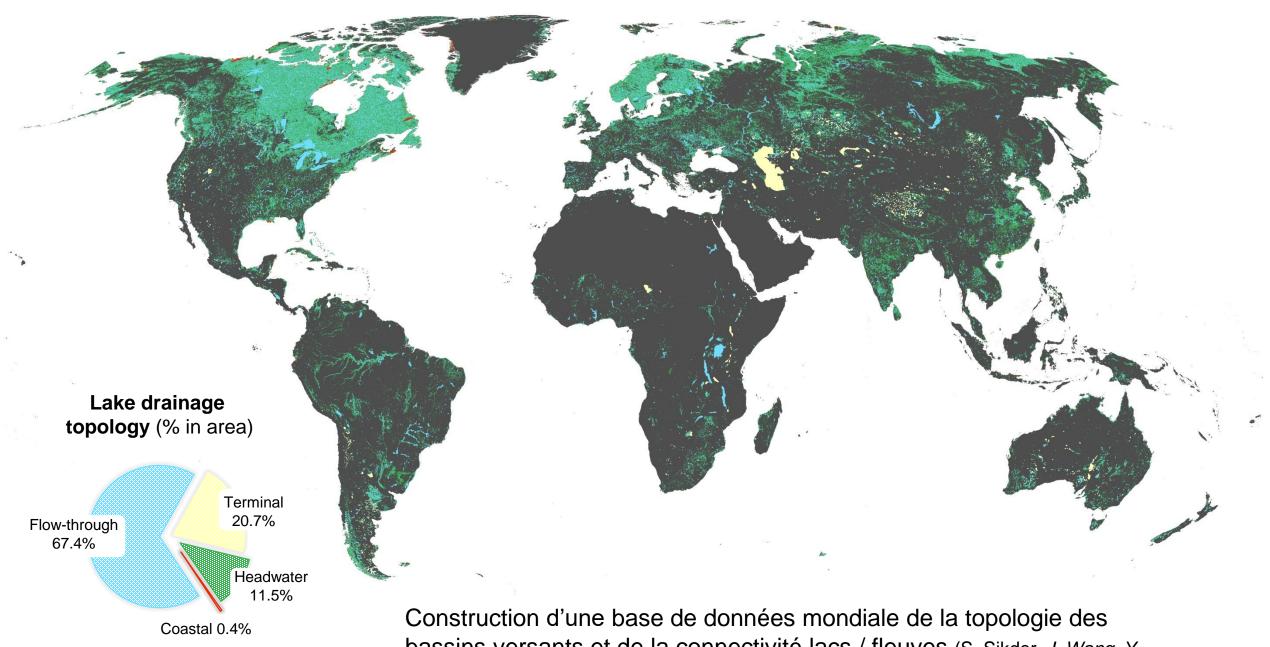
Résultats

- MLake a été intégré dans le modèle de routage CTRIP, utilisé au CNRM, à la résolution 1/12°. Ce développement va permettre l'assimilation des données/produits SWOT sur les lacs/réservoirs.
- FLAKE (simulation des flux énergétiques des lacs) a été intégré avec succès dans ORCHIDEE, et des évaluations et des tests de sensibilité ont été effectués.

Suite

- -Intégration des effets anthropique dans Orchidee et Surfex-CTRIP
- -Intégration des lacs et réservoirs et assimilation des données SWOT à l'aide du simulateur grande échelle
- -Assimilation des débits SWOT et nouvelles méthodologie en développement au CNRM pour intégrer les données SWOT dans le nouveau modèle

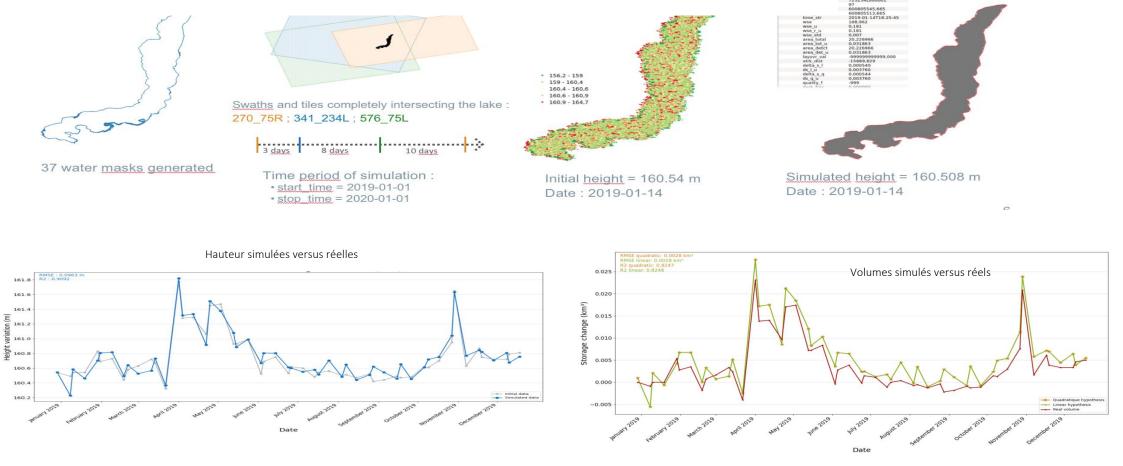




Construction d'une base de données mondiale de la topologie des bassins versants et de la connectivité lacs / fleuves (S. Sikder, J. Wang, Y. Sheng, G.H. Allen, D. Yamazaki, J.F. Cretaux, T.M. Pavelsky)

Résultats simulations Massawipi

- 1. Création de masque d'eau à partir de la bathymétrie et des séries de hauteurs
- 2. Selection de l'orbite
- Simulation du nuage de pixel (PixC)
- 4. Génération des 'LakeSP': niveaux, étendues, volumes



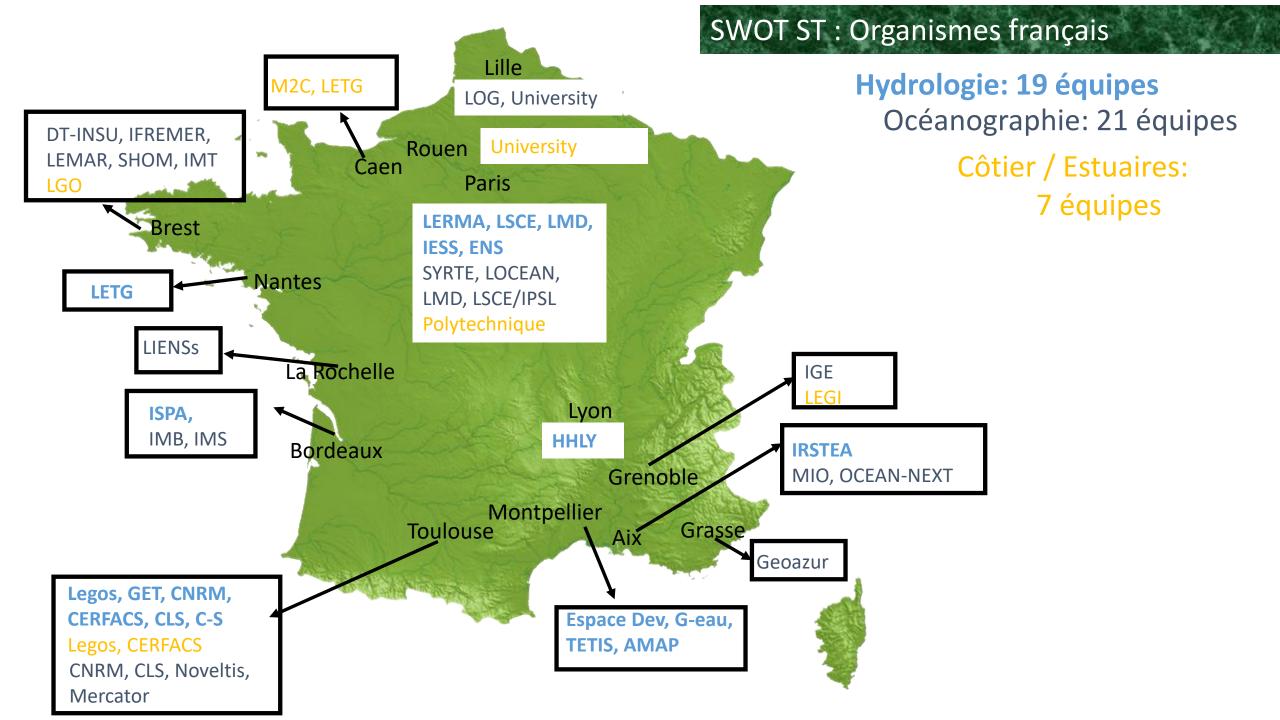
• Projet SNORKS, Equipes impliquées : CNES, CS GROUP, LEGOS, Université de Sherbrooke, Université de Victoria

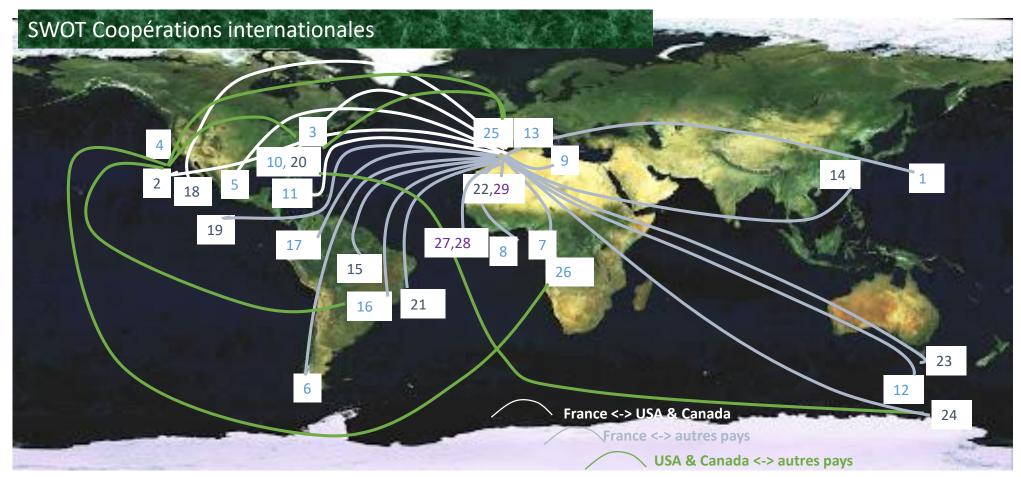
Rappel du rôle de l'équipe scientifique de SWOT et des PI

- -Recherche sur des applications scientifiques en océanographie & hydrologie
- -Participation à la création de base de données a priori et des algorithmes de production (Débits, volumes d'eau)
- -Participation à la Cal/Val de la mission
 - Une nouvelle équipe scientifique a été sélectionnée en 2020 suite à l'AO TOSCA/ROSES

Cette équipe travaille en lien avec le projet via les différentes conférences et groupe de travail (ADT, C/V)

La nouvelle équipe scientifique a une très forte coloration internationale (ouverture sur d'autres continents et un très grands nombre de coopérations)





1: University Tokyo

2: JPL, UCLA

3: University Sherbrooke, ECCC,

McGill University

4: University Victoria

5: University Kansas

6: Univ Concepcion

7: University Niamey

8: University Ouagadougou

9: University Bologna

10: Northern University, OSU

11: UNC

12: Monash University

13: University Stuttgart & Munich

14: Univrsity of Tsinghua

15: Université des Antilles & Guyanne

16: CEMADEN, UFAM, CPRM, UFMG, UFRJ, MAMIRAUA,

17: University of Cali

18: SIO

19: CICESE

20: NOAA, Universiy Michigan

& Columbia& Brown& Rhodes Island

21: UFPE

22,29: University Porto, university Cantabria

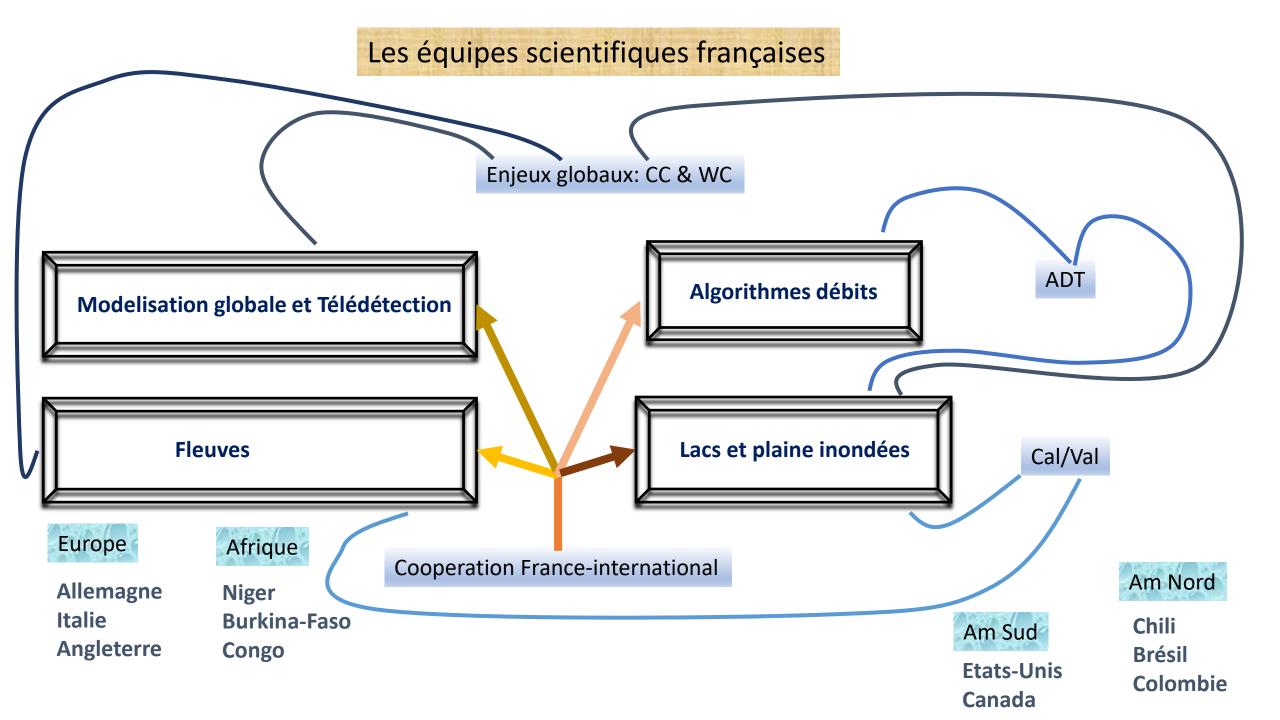
23, ANU, Canberra

24: University of Tamania & CSIRO

25: Univ Bristol & Leeds

26: Univ Kinshasa

27,28: UMA, UCAD, Dakar, Sénégal



Synergies/futur

Sentinel-3NG-T

- S3NG-T est la composante « altimétrique » de S3NG (après 2030)
- S3NG-T en phase A/B1 = 3 scénarios en cours d'étude par l'ESA (incluant pour certains des altimètres à fauchées)
- Objectifs prioritaires : océans et hydrologie continentale

SMASH

- Constellation de 10 nano-altimètres (Ka) en formation sur une même orbite pour suivi des fleuves à haute résolution temporelle: en phase A
- Objectifs prioritaire: Hydrologie opérationnelle (latence <6h) sur les fleuves de largeur > 50m et lacs > 1ha
 -> voir presentation suivante de D. Blumstein

Conclusions / perspectives

• SWOT représente une rupture pour l'hydrologie:

- Première estimation des débits de l'ensemble des rivières de plus de 50-100 m
- Inventaire complet des lacs, reservoirs et plaines d'inondation et leur dynamique spatio-temporelle
- Ouvre des perspectives pour des applications "non scientifiques"
 - Demonstrateur de service aval opérationnel sur le suivi des fleuves
 - Amélioration des modèles de prediction de crues
 - Cartographie de probabilité d'inondabilité
 -

Enjeux scientifiques:

- Détermination des débits par approche globale (hydrologique) ou le long des troncons de rivières (hydraulique)
- Les lacs comme sentinelles des changements climatique s(acteur, traceurs et intégrateurs) => quelles informations nouvelles par SWOT et quelle synergie avec les autres capteurs spatiaux
- Perspective cruciale aussi sur les bases de données => mise en place d'Hydroweb-NG et pôle thématiques

Contribution de SWOT à l'étude du cycle de l'eau via les débits et la dynamique des stocks d'eau => la communauté française est très impliquée sur ces enjeux au sein du ST et en dehors