

# Vers une meilleure connaissance des débits et du potentiel hydroélectrique dans le bassin du Congo grâce à l'altimétrie spatiale. Perspectives avec la future mission d'altimétrie SWOT.



Alice ANDRAL<sup>1</sup> [alice.andral@cnes.fr](mailto:alice.andral@cnes.fr), S.LEGRAND<sup>2</sup>, J-F CRETAUX<sup>1,3</sup>, S. CALMANT<sup>3,4</sup>, A.PARIS<sup>5</sup>, S.DELICHERE<sup>6</sup>, P-O MALATERRE<sup>7</sup>, H.OUBANAS<sup>7</sup>, D.JOUVE<sup>2</sup>, F.LEFEVRE<sup>5</sup>, G.GULEMVUGA<sup>8</sup>, B.TONDO<sup>8</sup>, M.LEMENAGER<sup>9</sup>, C.BRACHET<sup>10</sup>, S.CHERCHALI<sup>1</sup>, N.PICOT<sup>1</sup>

1- CNES, 18 av. Edouard Belin 31401 Toulouse cedex 9, France; 2- CNRS; 3- LEGOS; 4- IRD; 5- CLS; 6-BRLi; 7- IRSTEA; 8- CICOS; 9-AFD; 10-

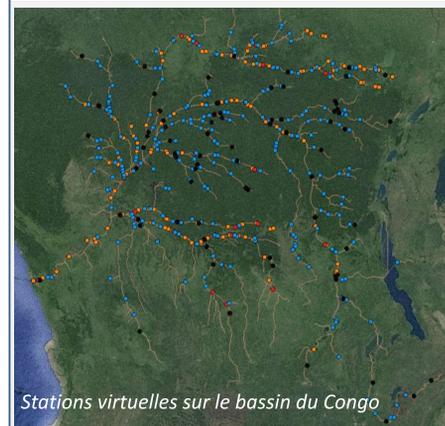
CICOS N° 341480



## 1. Contexte

- Nouvelles perspectives avec la future mission **SWOT (Surface Water and Ocean Topography)** : première étude mondiale sur les eaux de surface relative aux hauteurs d'eau des cours d'eau et des lacs, avec une précision de l'ordre du décimètre pour les cours d'eau.
    - ⇒ Groupe de travail sur l'hydrologie spatiale, composé de 8 organismes français, impliqués sur des applications et des services qui utilisent des données spatiales en hydrologie : CNES, AFD, BRLi, CNRS, IRD, IRSTEA, OIEau, IRSTEA, CLS.
    - ⇒ Premier projet pilote = le bassin du Congo avec le soutien de la CICOS et de l'AFD.
  - Le bassin du Congo est le deuxième plus grand bassin versant fluvial dans le monde :
    - Besoin d'une gestion intégrée des ressources en eau, mais seulement **une trentaine de stations hydrométriques opérationnelles** sur l'ensemble du bassin.
    - Le **potentiel hydroélectrique** du bassin est sous-exploité.
- ⇒ Les données altimétriques actuelles et futures permettent d'**augmenter le nombre d'observations de hauteurs d'eau** et par conséquent du **débit des cours d'eau**.

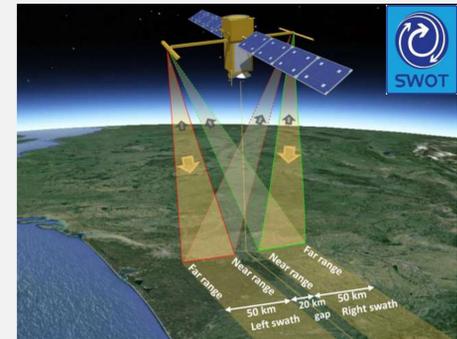
## 2. Altimétrie spatiale et perspectives avec la mission SWOT



Stations virtuelles sur le bassin du Congo

**Station virtuelle** = Intersection entre la trace au sol du satellite et le cours d'eau = point de mesure de la hauteur d'eau.

- Aujourd'hui : **544 séries temporelles de hauteurs d'eau issues de stations virtuelles sont en accès libre sur la plateforme HYDROWEB** : <http://hydroweb.theia-land.fr> ( et en complément, 163 séries temporelles d'ENVISAT et 33 de JASON 2 sont disponibles à la CICOS et l'IRD).
- Des travaux sont en cours sur les **courbes de tarage** d'ENVISAT et JASON qui sont utilisées en première estimation pour les stations virtuelles de Sentinel 3 ( cf. posters de A.Paris n° 351525 & 341604 et de J.Santos Da Silva n°341436).

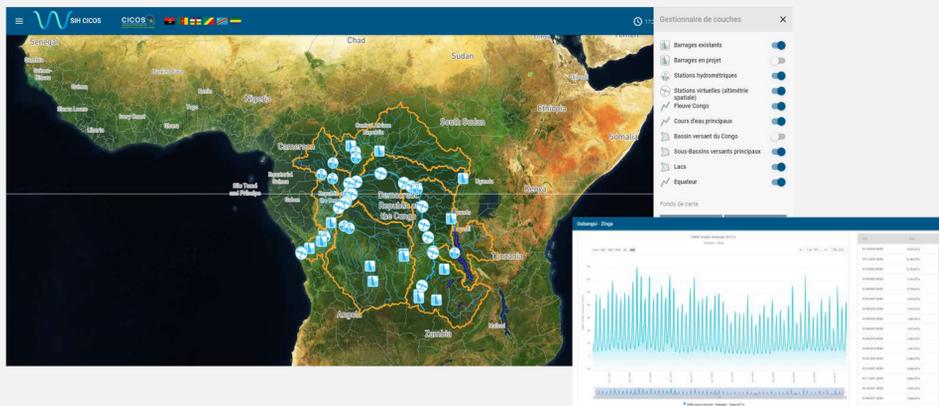


Nombre total de stations virtuelles (SV) dans HYDROWEB	544
Nb de SV opérationnelles avec Sentinel-3A (en bleu)	259
Nb de SV opérationnelles avec Jason (en noir)	79
Nb de SV avec Jason 2 (en rouge)	52
Nb de SV avec Envisat (en orange)	154

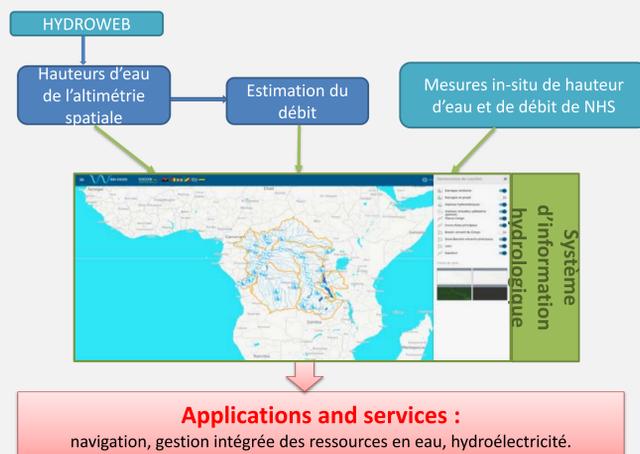
- En 2021 : la future mission **SWOT (Surface Water and Ocean Topography)** :
  - Interféromètre SAR Ka-band avec une cyclicité de 21 jours
  - Accès libre à toutes les données de SWOT de
    - hauteur d'eau et surface des lacs >250\*250m<sup>2</sup> avec une précision de quelques cm
    - hauteur d'eau et débit des cours d'eau > 100m, avec une précision de 10cm sur 1km<sup>2</sup>

## 3. Le système d'information hydrologique - SIH

- Développé par BRLi et l'IRD pour la CICOS avec le soutien de l'AFD, le SIH intègre :
  - des mesures in-situ (hauteurs d'eau, débits et courbes de tarages des services hydrologiques nationaux du bassin du Congo)
  - des hauteurs d'eau provenant de l'altimétrie spatiale.

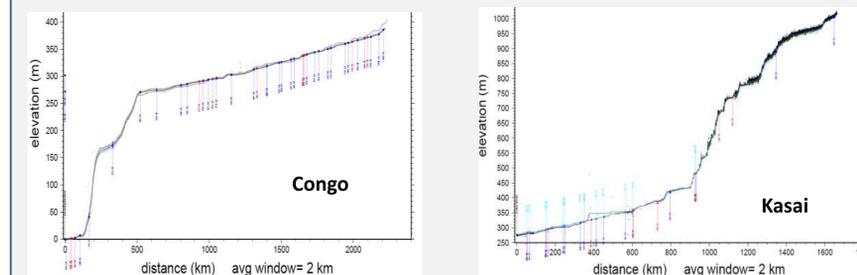


- Le SIH sera exploité au travers de futurs services et applications pour la navigation (prévision de hauteur d'eau) et pour le potentiel hydroélectrique.

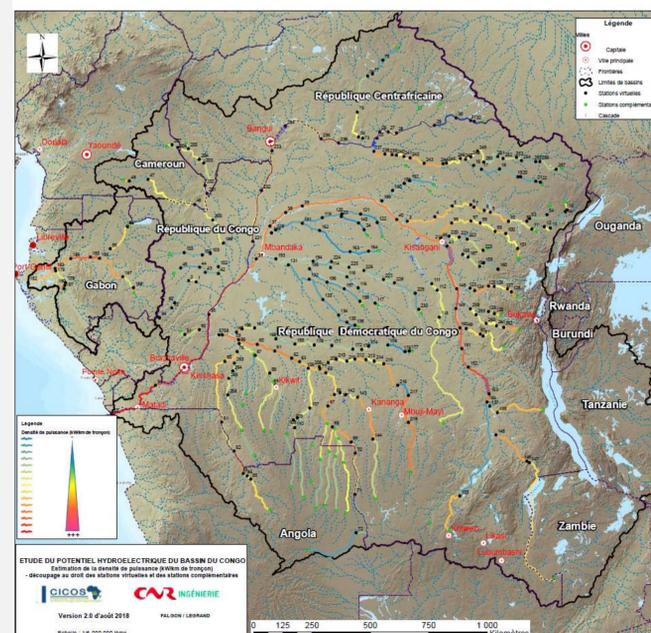


## 4. Potentiel hydroélectrique

- **Potentiel hydroélectrique déduit des stations virtuelles (en kW/km)**
  - A partir des stations virtuelles de hauteur d'eau → pente du cours d'eau
  - Combiné avec des informations additionnelles de débit et MNT (SRTM) → potentiel hydroélectrique sur une surface déterminée.



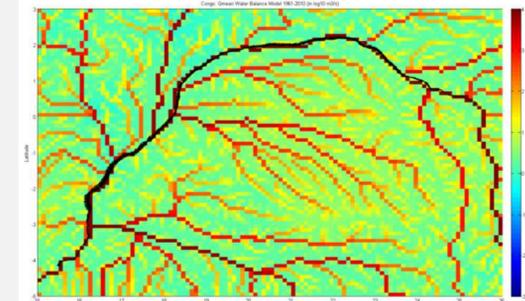
CICOS ETUDE DU POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DU BASSIN DU CONGO  
ESTIMATION DE LA DENSITE DE PUISSANCE (kW/km) - DECOUPAGE AU DROIT DES STATIONS VIRTUELLES



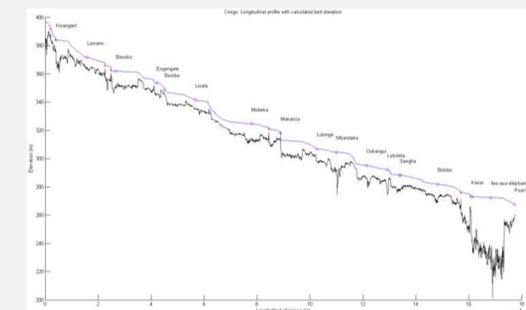
## 5. Estimation du débit

- Objectif = Estimer le **débit à partir des données actuelles d'altimétrie et avec le modèle hydraulique SIC2** ©IRSTEA.

Débits moyens (1960-2010)  
issus du Water Balance Model



- Première étape : définir la bathymétrie en utilisant le MNT MERIT (Yamazaki D. et al. A high accuracy map of global terrain elevations - Geophysical Research Letters, vol.44, pp.5844-5853, 2017)



Calcul du lit du cours d'eau (en noir) et de la hauteur d'eau (en bleu), basé sur les données altimétriques

## 6. Travaux à venir

- Finaliser l'**assimilation** des données altimétriques dans le modèle hydrologique pour calculer le débit
- **Augmenter le nombre et la qualité** des observations et des estimations des variables hydrologiques
- Préparer l'**arrivée des futures données SWOT**
- Poursuivre les **applications sur le potentiel hydroélectrique**
- Production opérationnelle de **prévisions pour la navigation** sur la rivière Sangha et meilleure connaissance de la **cuvette centrale et des forêts inondées**.