

# GROUPE DE TRAVAIL SUR L'HYDROLOGIE SPATIALE

## Programme SWOT

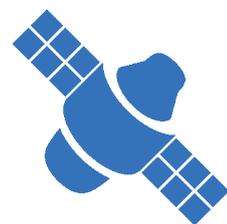
La connaissance des hauteurs d'eau et des débits des cours d'eau est essentielle à leur gestion, en particulier dans un contexte de changements climatiques. Cependant le nombre de stations hydrologiques *in situ* est réduit, va en diminuant et le financement de leur maintenance est souvent problématique. Ainsi les calculs de « hauteurs d'eau » (altitudes de cours et plans d'eau) issues des données de satellites d'observation de la Terre, constituent une nouvelle source d'information très prometteuse. Ces données d'altimétrie spatiale complétées par les autres informations hydrologiques satellitaires ouvrent de nombreuses perspectives tant pour la recherche scientifique que pour la gestion opérationnelle des ressources en eau, notamment pour les grands fleuves frontaliers.

### OBJECTIFS

En 2014, un groupe de travail a été créé afin de **concilier les visions techniques, scientifiques et les besoins des utilisateurs**, concernant l'altimétrie spatiale (estimation des hauteurs et débits des cours d'eau), mais aussi plus généralement des données « multi-capteurs » (imagerie, radar) utiles à la gestion de l'eau.

Le groupe de travail sur l'hydrologie spatiale réunit à la fois des acteurs français de la recherche, institutionnels, techniques et opérationnels. Il est également en relation étroite avec des utilisateurs potentiels comme les organismes de bassins transfrontaliers, en particulier en Afrique. Les membres du groupe **mutualisent leurs travaux** et favorisent la mise en œuvre de **technologies et de savoir-faire innovants**.

Ce groupe travaille en particulier autour du **programme satellitaire SWOT** (« Surface Water and Ocean Topography »), projet franco-américain de satellite d'observation de la Terre qui fournira à l'horizon 2021 les variations spatio-temporelles des hauteurs d'eau des grands fleuves, lacs et rivières, et des débits des grands cours d'eau et des niveaux des océans.



## Les membres du groupe

Le groupe de travail sur l'hydrologie spatiale, animé par l'OIEau, réunit le CNES, l'IRD, l'AFD, IRSTEA, BRLI, la CNR et CLS.



Etablissement public à caractère industriel et commercial, le CNES propose aux pouvoirs publics la politique spatiale de la France et la met en œuvre dans 5 grands domaines stratégiques : Ariane, les Sciences, l'Observation, les Télécommunications et la Défense.



Institution financière publique qui agit sur quatre continents pour combattre la pauvreté et favoriser le développement durable.



Etablissement public français à caractère scientifique et technologique qui porte une démarche de recherche, d'expertise, de formation et de partage des savoirs, en travaillant principalement en partenariat avec les pays méditerranéens et intertropicaux.



Association de droit français sans but lucratif déclarée d'utilité publique, qui intervient dans le développement des compétences pour une meilleure gestion de l'eau en France, en Europe et dans le monde.



Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture - établissement public français à caractère scientifique et technologique de recherche environnementale.



Société d'ingénierie spécialisée dans les domaines liés à l'eau, à l'environnement et à l'aménagement du territoire.



Compagnie Nationale du Rhône - premier producteur français d'énergie exclusivement renouvelable et concessionnaire du Rhône pour la production d'hydroélectricité, le transport fluvial et les usages agricoles.



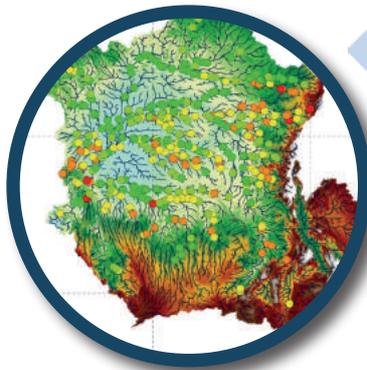
Société internationale, pionnière dans la fourniture de solutions d'observation et de surveillance de la Terre.

# Les activités du groupe



## Bilan des connaissances et des besoins

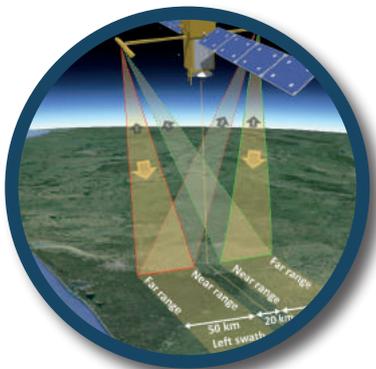
- Bilan de l'existant en termes d'utilisation des données spatiales en hydrologie
- Veille en continu des avancées sur le domaine
- Analyse des besoins des organismes de bassins transfrontaliers



## Création de modèles utilisant les données des stations virtuelles

- Ces modèles permettent de calculer :
- Les hauteurs d'eau de cours d'eau ou de lacs
  - Les débits de cours d'eau
  - Des prévisions de valeurs futures des hauteurs d'eau ou de débits de cours d'eau

Une station virtuelle est l'intersection entre une trace d'un satellite altimètre et un cours d'eau ou plan d'eau. Elle fournit la hauteur d'eau par rapport à une référence, l'ellipsoïde.



## Détermination de stations virtuelles fonctionnelles sur des bassins pilotes

- Recueil et traitement des données d'altimétrie spatiale provenant de divers satellites (SARAL, Envisat, série Jason, Sentinel 3)
- Comparaison à des données mesurées par des stations sur le terrain afin d'estimer la précision
- Sélection de stations virtuelles pertinentes



## Transfert à l'opérationnel

- Application aux usages : navigation, hydroélectricité, prévision des crues, maintien des écosystèmes...
- Mise en place d'un système d'information à destination des utilisateurs permettant le recueil, la bancarisation, le traitement, la diffusion et l'échange des données
- Formation des bénéficiaires pour assurer une bonne appropriation des outils



## Mise à disposition de données

Des séries temporelles des hauteurs d'eau des fleuves et des lacs sont accessibles sur la plateforme Hydroweb. Ces séries temporelles sont continues et couvrent une longue période. Elles sont produites à partir de données fournies par différents satellites altimétriques. Une visualisation cartographique et des filtres facilitent l'accès aux séries disponibles.

<http://hydroweb.theia-land.fr/>

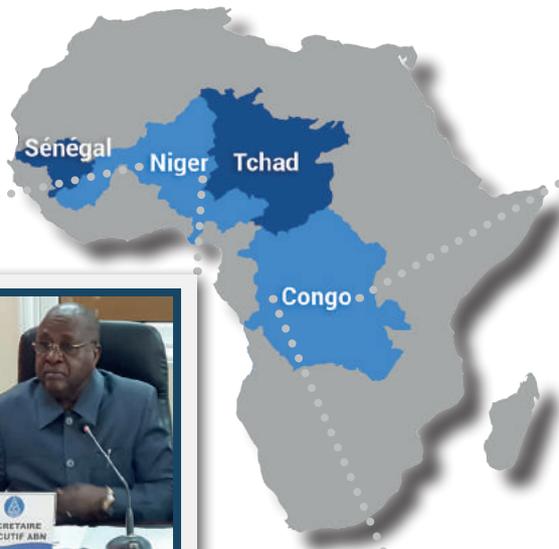
## Les dates marquantes



# Les bassins pilotes : fleuves Congo et Niger

Témoignage de Monsieur ABDERAHIM Bireme Hamid, Secrétaire Exécutif de l'Autorité du Bassin du Niger

Témoignage de Madame ENAW, née Judith Efundem Agbor, Secrétaire Général de la CICOS



« Depuis plus de quinze ans, l'Agence Française de Développement (AFD) accompagne l'ABN dans le suivi hydrologique du bassin du Niger. Dans le cadre de la phase en cours, un contrat très innovant a été signé entre l'ABN et le groupement IRD-CNES pour développer des applications hydrologiques basées sur les données spatiales, en particulier l'altimétrie spatiale. Ces données viennent compléter celles mesurées au sol. »



Nous nous félicitons des avancées dans ce domaine et souhaitons que les prochains appuis de l'AFD puissent conforter, compléter et consolider les acquis, pour une meilleure connaissance des ressources en eau, si nécessaire au développement harmonieux du bassin du Niger au bénéfice des 160 millions d'habitants qui y vivent. »

« Le Groupe hydrologie spatiale, créé par des Institutions françaises de recherche et d'applications, a choisi le bassin du fleuve Congo comme bassin pilote. »



Suite à ma signature à la COP 22 d'une Déclaration d'intention avec Madame le Ministre français en charge de l'environnement, de nombreuses activités ont été développées avec le groupe hydrologie spatiale sur financement de l'AFD. Grâce à cette coopération, la CICOS dispose aujourd'hui d'un système d'information hydrologique alliant données in situ et spatiales, extrêmement utile aux Etats membres.

Des applications ont également été développées sur la base de ces données, concernant le développement de la petite hydroélectricité d'une part, et la navigation fluviale d'autre part. »

■ Bassins pilotes  
■ Autres bassins d'application

## Zoom sur...

### Le système d'information hydrologique du bassin du Congo

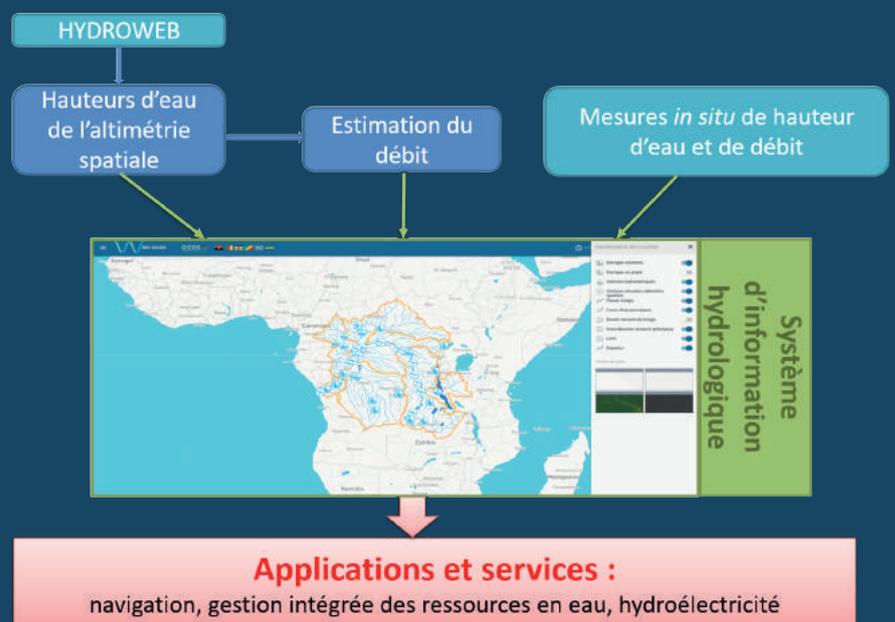
Le système d'information hydrologique (SIH) développé pour la CICOS intègre :

- Des mesures *in situ* (hauteurs d'eau, débits et courbes de tarages)
- Des hauteurs d'eau provenant de l'altimétrie spatiale.

Le SIH est développé sur la base de la plateforme WIMES éditée par BRILI.

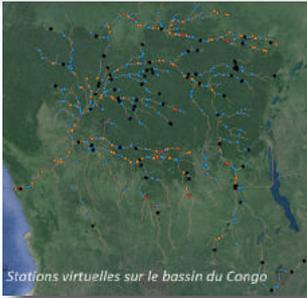
Il est exploité au travers de services et applications pour la navigation (prévision de hauteur d'eau) et pour le développement du potentiel hydroélectrique.

Les équipes de la CICOS ont été formées pour s'approprier l'outil.



# Exemples d'actions réalisées

## Mise à disposition de stations virtuelles



Stations virtuelles sur le bassin du Congo

- 544 séries temporelles de hauteurs d'eau issues de stations virtuelles sur le bassin du Congo en libre accès sur Hydroweb et en complément, 163 séries temporelles d'ENVISAT et 33 de Jason 2 sont disponibles à la CICOS, à l'IRD et sur Hydroweb.
- Les données de ces stations servent pour alimenter les modèles et le système d'information hydrologique en complément des données *in situ*.

Stations virtuelles sur le bassin du Congo

## Installation de stations de mesure sur le terrain



Mise en place de la station à Kollo

- M'Bata en Centrafrique, Maluku-Tréchet au Congo et Kollo au Niger
- Mesures de pluviométrie et de hauteur d'eau
- Maintenance des stations par les services hydrologiques nationaux
- Utilisation des données pour comparer à celles des stations virtuelles

## Cartographie du potentiel hydroélectrique du bassin du Congo



Source : CICOS

CNR a cartographié un indicateur de potentiel hydroélectrique sur les bassins du Congo et de l'Ogooué, croisant informations de débit et de pente, et utile pour l'identification de projets hydroélectriques. Il est construit sur l'altimétrie spatiale, les débits *in situ*, des données de précipitations et un modèle numérique de terrain. Un second volet du projet, relatif à la navigation, a permis la mise en place d'un service de prévisions des hauteurs d'eau sur la Sangha, affluent du Congo.

Cartographie d'un indicateur de potentiel hydroélectrique sur les bassins du Congo et de l'Ogooué

## Prévision des crues dans le bassin du Niger



Photo de Niamey pendant une crue rouge

Une nouvelle approche pour la prévision des débits et tout particulièrement de la « crue rouge » (affluents rive droite venant du Burkina), parfois dévastatrice à Niamey, a été développée. Elle intègre des outils complémentaires : l'estimation de la pluie par satellite pour détecter les événements pluvieux qui alimentent le fleuve et les bassins latéraux parfois très réactifs, un modèle hydrologique pour propager ce ruissellement et les débits, et enfin l'altimétrie spatiale basée sur les satellites opérationnels (Jason, Sentinel 3) pour surveiller la crue.

## Chiffres-clés

**2021**

Année de lancement du satellite SWOT

**100 m**

SWOT pourra mesurer la hauteur d'eau des cours d'eau d'une largeur supérieure à 100 m et des plans d'eau de 200\*200m minimum

**10 cm**

La future mission SWOT fournira des hauteurs d'eau avec une précision de l'ordre de 10 cm

**544**

Nombre de stations virtuelles dans le bassin du Congo

## PERSPECTIVES

➔ Poursuite des activités sur les bassins versants transfrontaliers pilotes du Congo et du Niger :

- Elargissement des séries opérationnelles à d'autres satellites en orbite
- Opérationnalisation d'autres variables hydrologiques issues du spatial (qualité des eaux, humidité des sols, surfaces en eau, occupation des sols...)
- Densification spatiale et temporelle du réseau de stations virtuelles, état de la ressource en eau sur l'ensemble du bassin versant et prévision des crues et étiages
- Etablissement de liens avec l'Observatoire Spatial du Climat piloté par le CNES

➔ Des activités sont en cours sur les fleuves partagés par la Guyane. Le groupe pourra élargir par ailleurs ses activités à d'autres bassins transfrontaliers : Sénégal, Lac Tchad, Mékong ou encore Nil.

➔ La formation des utilisateurs finaux et des experts locaux ainsi que les initiatives d'actions citoyennes doivent être au cœur des enjeux pour assurer la pérennité des actions.

## Contact - Ressources

CONTACT : [gt.hydro.spatial@oieau.fr](mailto:gt.hydro.spatial@oieau.fr)

CNES - <https://swot.cnes.fr/fr>  
Hydroweb - <http://hydroweb.theia-land.fr>

ABN - <http://www.abn.ne/>  
CICOS - <https://www.cicos.int>