

CRREBaC



Centre de Recherche  
en Ressources en  
Eau du Bassin du Congo

## Formation des formateurs sur les applications d'observation spatiale à la Gestion des Ressources en Eau dans Bassin du Congo et en Afrique centrale



KINSHASA

> 06 AU 08 MARS 2024

# RAPPORT

## Technique



# Table des matières

<b>Liste des abréviations et acronymes</b>	<b>3</b>
<b>I. Introduction</b>	<b>5</b>
1.1. Contexte et justification	5
1.2. Objectifs de la formation	6
1.3. Approche méthodologique	6
1.4. Apprentissage théorique	7
1.5. Mise en pratique	8
1.6. Participation à la formation	9
<b>II. Déroulement de la formation</b>	<b>11</b>
2.1. Phase d'apprentissage théorique	11
2.1.1. La distribution de l'eau sur Terre	11
2.1.2. Contexte de la ressource en eau dans le bassin du Congo	12
2.1.3. Hydrologie depuis l'espace	13
2.1.4. Altimétrie spatiale	14
2.1.5. Écho radar sur océan/grand lacs (altimétrie) classique	14
2.1.6. Performance des techniques d'acquisition	15
2.1.7. Caractéristiques des missions altimétriques, distance inter-trace à l'équateur	16
2.1.8. Surveillances des grands bassins tropicaux non-jaugés par altimétrie radar	18
2.1.9. Plateforme de distribution des séries temporelles	19
2.2. Mise en pratique	20
2.2.1. Introduction au logiciel ALTIS (Altimetric Time Series Software)	20
2.2.2. Prise en main du logiciel ALTIS	20
<b>III. Résultats de la formation</b>	<b>25</b>
<b>IV. Difficultés rencontrées</b>	<b>26</b>
4.1. Défis techniques	26
4.2. Défis logistiques	26
<b>V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b>	<b>27</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>28</b>
ANNEXE 1 : AGENDA DE LA FORMATION	28
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION	29
ANNEXE 3 : EXTRAITS DES REPONSES DE L'ÉVALUATION DE LA FORMATION	29
ANNEXE 4 : LISTES DE PRESENCE	33
Participants en ligne	39

# Liste des abréviations et acronymes

AOS : Applications d'Observations Spatiales

---

CICOS : Commission Internationale du bassin Congo-Oubangui-Sangha

---

CRH : Centre de Recherches Hydrologiques

---

CRREBaC : Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo

---

ERE : Ecole Régionale de l'Eau

---

ESA : Agence Spatiale Européenne

---

GIE-SCEVN : Groupe d'Intérêt Economique – Service Commun d'Entretien des Voies Navigables

---

GMES & AFRICA : Global Monitoring for Environment and Security

---

OT : Observation de la Terre

---

UNIKIN : Université de Kinshasa

# Liste des figures

Figure 1. Participation en ligne et en présentielle.....	7
Figure 2. Séance théorique pendant la formation.....	8
Figure 3. Séance pratique pendant la formation.....	9
Figure 4. Nombre de participants par tranche d'âge et genre.....	10
Figure 5. Répartition de l'eau dans la planète terre (Shiklomanov, 1993).....	11
Figure 6. Situation passée et actuelle des stations hydrométriques dans le bassin du Congo (Tshimanga et al., 2016).....	12
Figure 7. Cycle de l'eau.....	13
Figure 8. Estimation des composantes du bilan hydrologique dans l'espace.....	14
Figure 9. Echos radar et formes de l'onde émissent.....	15
Figure 10. Écho radar en hydrologie.....	15
Figure 11. Missions satellitaires existantes et futures.....	17
Figure 12. Station virtuelle et station limnimétrie.....	17
Figure 13. Localisation des SV au fil du temps dans le bassin du fleuve Congo.....	18
Figure 14. Plateforme de téléchargement des données altimétriques.....	19
Figure 15. Capture de la plateforme en ligne pour la procédure.....	20
Figure 16. Interface du logiciel Anaconda.....	21
Figure 17. Présentation des traces altimétriques chargées sous Google Earth.....	21
Figure 18. Création de la station virtuelle.....	22
Figure 19. Interface du logiciel ALTIS après lancement.....	22
Figure 20. Interface ALTIS avec les données importées.....	23
Figure 21. Traitement des données sous ALTIS.....	24
Figure 22. Extrait du résultat exporté dans EXCEL.....	24
Figure 23. Echanges dans le groupe WhatsApp.....	25
Figure 24. Pays d'origine (57 réponses).....	29
Figure 25. Genre des participants.....	29
Figure 26. Institution d'appartenance (50 réponses).....	29
Figure 27. Niveau d'étude.....	30
Figure 28. Niveau d'implication.....	30
Figure 29. Contribution à l'apprentissage.....	30
Figure 30. Compétences et réactivités du formateur.....	31
Figure 31. Contenu de la formation.....	31

# I. Introduction

## 1.1. Contexte et justification

L'Afrique centrale est riche d'un patrimoine hydrographique inestimable. Le bassin du Congo, véritable poumon d'eau du continent, abrite des ressources en eau d'une quantité exceptionnelles. Ces ressources fournissent un large éventail de services essentiels à grande échelle, irriguant les terres, alimentant les populations en eau potable, soutenant la production hydroélectrique et participant au maintien de la biodiversité aquatique. Loin de se limiter au fleuve Congo, l'Afrique Centrale abrite également de vastes zones humides telles que la Cuvette Centrale et un système lacustre composé de joyaux naturels comme les lacs Tanganyika, Édouard et Albert. Ce potentiel hydrologique apparaît comme un atout majeur pour le développement socio-économique de la région.

Cependant, la gestion durable de ces ressources se heurte à de nombreux défis. Le manque d'informations fiables sur la disponibilité et la dynamique des ressources en eau entrave la prise de décisions éclairées. L'insuffisance de connaissances et de moyens techniques limite la mise en place de stratégies adéquates pour une exploitation durable. Comme le souligne l'UNEP (2011), un financement substantiel est nécessaire pour établir un réseau de suivi performant et un système d'information complet permettant d'inventorier les ressources en eau du bassin du Congo et de soutenir le développement des secteurs économiques clés.

Un cas concret illustre que le réseau fluvial du bassin du Congo, qui s'étend sur près de 25000 km et relie les pays riverains (République centrafricaine, la République du Congo, et la République démocratique du Congo), est aujourd'hui en danger. La maintenance des infrastructures est rendue difficile par le climat tropical humide de la région. Plus important encore, le nombre de stations de jaugeage permettant de suivre le niveau d'eau et le débit des cours d'eau a drastiquement chuté, passant de plus de 400 à une vingtaine seulement. Cette situation impacte directement la navigation fluviale, autrefois vitale pour le commerce et l'échange de biens. La diminution du débit de la rivière Oubangui, un des principaux affluents du Congo, accentue le problème en augmentant le nombre de jours non navigables.

Les inondations, en particulier celles d'origine fluviale, constituent une autre menace majeure. Plus de 120 événements majeurs ont été enregistrés depuis 1964, dont les inondations dévastatrices de Kinshasa en 2018 et 2024 qui ont causé de nombreuses pertes humaines et des déplacements massifs de population. L'absence d'un système opérationnel de surveillance des inondations et d'alerte précoce aggrave la situation et entrave la mise en place de mesures de prévention efficaces.

Heureusement, des solutions innovantes émergent pour relever ces défis. L'observation spatiale offre une nouvelle perspective prometteuse. L'altimétrie radar permet une surveillance en quasi-temps réel des niveaux d'eau des surfaces continentales, y compris les lacs, les grandes rivières et même les petits cours d'eau non jaugés. Des bases de données en ligne mettent à disposition des données libres d'accès et actualisées quotidiennement. Ces outils précieux permettent d'acquérir des informations précises et actualisées, indispensables à la gestion efficace des ressources en eau.

Sur le plan politique, la Communauté Économique des États de l'Afrique Centrale (CEEAC) a adopté en 2009 la Politique Régionale de l'Eau. Cette politique ambitieuse vise à réduire la pauvreté et à stimuler la croissance économique par une meilleure gestion des ressources en eau. Toutefois, la mise en œuvre de cette politique se heurte à l'absence d'un système de suivi dynamique des ressources naturelles. L'observation spatiale apparaît donc comme une solution opportune pour combler ce déficit et fournir les informations spatiales et temporelles nécessaires à une gestion efficace par les différents acteurs.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la deuxième phase du programme Global Monitoring for Environment and Security (GMES & AFRICA), une initiative de l'Union Africaine en partenariat avec l'Union Européenne, le Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo « CRREBaC » de l'Université de Kinshasa, avec l'appui et la collaboration de ses partenaires, notamment la Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha (CICOS), a organisé la Formation des Formateurs sur les Applications d'Observation Spatiale à la Gestion des Ressources en Eau dans le Bassin du Congo et en Afrique Centrale. Cette formation s'est tenue du 06 au 08 Mars 2024 dans la salle de reunion du CRREBaC à l'Université de Kinshasa, en République démocratique du Congo.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la deuxième phase du programme Global Monitoring for Environment and Security (GMES & AFRICA), une initiative de l'Union Africaine en partenariat avec l'Union Européenne, le Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC) de l'Université de Kinshasa, avec l'appui et la collaboration de ses partenaires, notamment la Commission Internationale du Bassin Congo-Oubangui-Sangha (CICOS), a organisé la Formation des Formateurs sur les Applications d'Observation Spatiale à la Gestion des Ressources en Eau dans le Bassin du Congo et en Afrique Centrale. Cette formation s'est tenue du 06 au 08 Mars 2024 dans la salle de reunion du CRREBaC à l'Université de Kinshasa, en République démocratique du Congo.

## 1.2. Objectifs de la formation

L'objectif principal de cette formation était de renforcer les capacités des chercheurs et des professionnels sur les applications d'observation spatiale pour la gestion des ressources en eau. Plus spécifiquement, cette formation a porté sur les aspects suivants :

- » *Les méthodes de surveillance des eaux de surface : état de l'art et perspectives ;*
- » *L'état actuel des observations satellitaires des eaux de surface et leur potentiel d'utilisation à l'échelle régionale et continentale ;*
- » *La chaîne de traitement des données d'altimétrie spatiale, du téléchargement à l'obtention de séries temporelles de niveaux d'eau à partir de données brutes haute résolution, à l'aide de logiciels en libre accès ;*
- » *La nécessité des mesures sur le terrain et leur interaction avec les observations satellitaires grâce à une visite sur le terrain*

## 1.3. Approche méthodologique

Cette formation s'est distinguée par son approche pédagogique hybride, associant des apprenants en ligne et en présentiel. Cette méthodologie innovante a permis d'offrir une expérience d'apprentissage riche et interactive à un large public.



Figure 1. Participation en ligne et en présentielle

La formation s'est articulée autour de deux grandes composantes :

## 1.4. Apprentissage théorique

Une séance plénière a été organisée pour présenter les concepts fondamentaux de l'altimétrie spatiale et de ses applications dans le domaine de la gestion des ressources en eau. Le formateur a partagé ses connaissances et son expertise, favorisant une compréhension approfondie des technologies et des méthodologies de l'observation spatiale. Cette approche théorique a permis aux participants de s'approprier les concepts clés et de développer une base solide pour la mise en pratique des outils et techniques présentés.



*Figure 2. Séance théorique pendant la formation*

## 1.5. Mise en pratique

Des séances pratiques ont été organisées pour permettre aux participants de mettre en pratique les concepts appris. Les participants ont été guidés dans le téléchargement des logiciels nécessaires, l'installation de ces logiciels, le téléchargement des données et le traitement de ces données à l'aide du logiciel Altis. Cette approche pratique a permis aux participants de se familiariser avec les outils et techniques de l'observation spatiale et de développer des compétences concrètes pour les utiliser dans leur travail quotidien.

Cette approche holistique a favorisé l'appropriation des connaissances et le développement de compétences concrètes pour une utilisation effective des outils et techniques de l'observation spatiale.



Figure 3. Séance pratique pendant la formation

## 1.6. Participation à la formation

La formation a réuni 65 participants de 8 pays différents, représentant 15 institutions. Les participants étaient des étudiants, des chercheurs-enseignants d'universités, des gestionnaires et autres professionnels du secteur de l'eau. La liste complète des participants, avec leurs institutions et pays de provenance, est disponible en annexe.

Tableau 1. Nombre des participants par institution et par genre représentant leurs pays respectifs

	Institutions	Nombre de participants	Genre		Pays	Audience
			M	F		
1	Université du Burundi	2	2	0	BURUNDI	En ligne
2	Université de Yaounde I	3	3	0	Cameroun	En ligne
3	Université de Tschang	1	0	1	CAMEROUN	En ligne
4	Université de Douala	1	0	1	Cameroun	En ligne
5	Université de Maroua	1	1	0	CAMEROUN	En ligne
6	Centre Universitaire de recherche et d'Application en Télédétection (CURAT)	1	0	1	Cote d'Ivoire	En ligne
7	Université Jean Lorougnon Guédé	1	1	0	Côte d'Ivoire	En ligne
8	Université de Omar Bongo	1	0	1	Gabon	En ligne
9	L'Université Omar Bongo	1	1	0	GABON	En ligne
10	Université Marien Ngouabi	1	0	1	R. Congo	En ligne
11	Université du Pétrole de Xi'an (Xi'an Shiyou University, en Chine).	1	0	1	RCA	En ligne
12	Ecole Régionale de l'Eau /UNIKIN	48	38	10	RDC	En présentielle
13	Université d'Abomey Calavi du Benin	1	0	1	Tchad	En ligne
14	Université de N'Djamena	1	1	0	Tchad	En ligne
15	CICOS	1	1	0	RDC	En ligne
<b>Total</b>		<b>65</b>	<b>48</b>	<b>17</b>		

La figure ci-dessous présente la répartition des participants par tranche d'âge et par genre. On observe clairement que la participation féminine s'élève à 32,3% de l'ensemble des participants. Cependant, il est important de noter que la tranche d'âge des 18-35 ans se distingue par une participation féminine plus élevée, atteignant 38,2%. Cette observation met en lumière l'intérêt accru des jeunes femmes pour les thématiques abordées lors de la formation. Par ailleurs, il est notable que l'audience était majoritairement composée de jeunes participants, soulignant l'importance d'encourager la participation des générations futures dans le domaine d'utilisation des données d'observation spatiale.

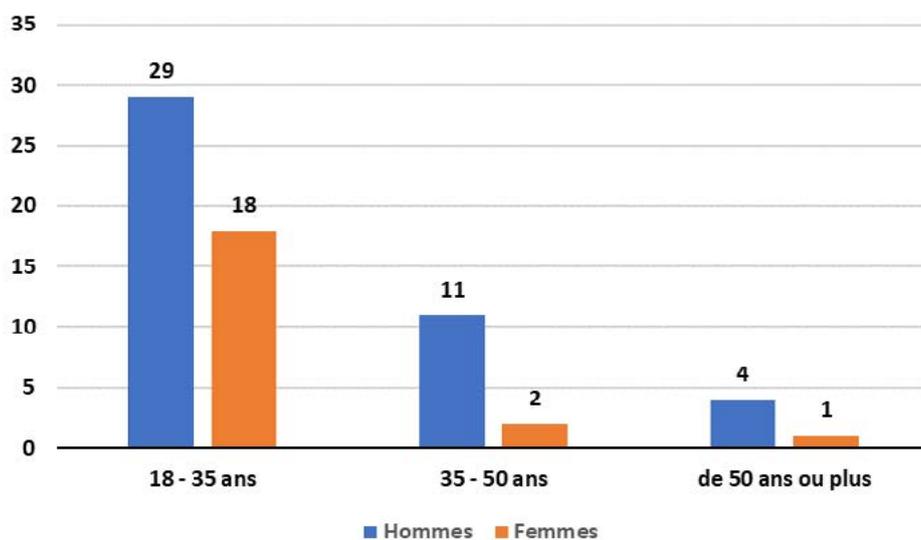


Figure 4. Nombre de participants par tranche d'âge et genre

## II. Déroulement de la formation

Conformément à la méthodologie définie, la formation s'est déroulée en deux étapes distinctes et complémentaires, chacune contribuant à l'acquisition optimale des connaissances et compétences par les participants.

### 2.1. Phase d'apprentissage théorique

#### 2.1.1. La distribution de l'eau sur Terre

Les eaux continentales, composées des lacs, rivières, fleuves et nappes phréatiques, constituent une ressource vitale pour la vie sur Terre. Elles soutiennent la biodiversité aquatique et terrestre, l'agriculture, l'industrie et l'eau potable. Elles jouent également un rôle important dans la régulation du climat en absorbant le CO<sub>2</sub>, en influençant les précipitations et en modulant les sécheresses et les inondations.

La demande mondiale en eau ne cesse de croître en raison de l'augmentation de la population, de l'urbanisation et du développement économique. Actuellement, 73% de l'eau douce provient des réservoirs de surface et 19% des nappes souterraines (Shiklomanov, 1993). La surexploitation de ces ressources menace leur pérennité et peut entraîner des pénuries d'eau, la dégradation des écosystèmes aquatiques et l'aggravation des effets du changement climatique. La figure ci-après présente la répartition de l'eau sur la terre.

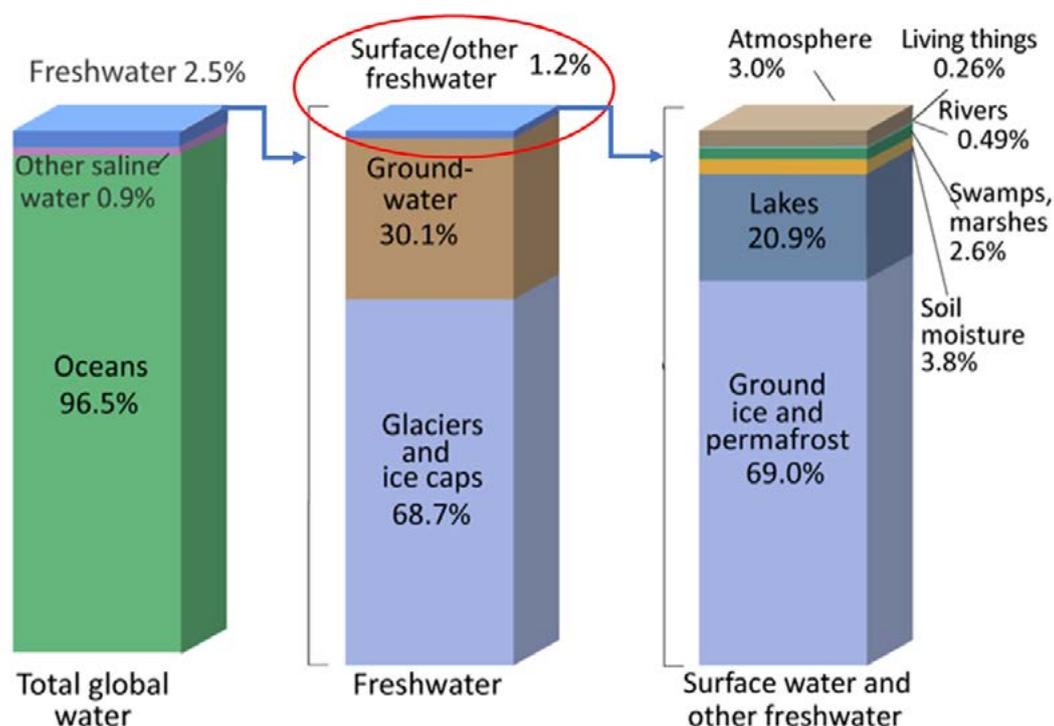


Figure 5. Répartition de l'eau dans la planète terre (Shiklomanov, 1993)

## 2.1.2. Contexte de la ressource en eau dans le bassin du Congo

Le bassin du Congo, deuxième plus grand bassin hydrographique au monde, abonde en ressources en eau. Cependant, la connaissance de ces ressources est limitée par un manque de données fiables et accessibles. Les réseaux de mesures in situ sont mal répartis et vieillissants, avec de moins en moins de stations en fonctionnement. L'accès à ces stations est souvent difficile en raison de la densité des forêts et du relief montagneux. De plus, le délai d'accès aux données est souvent trop long pour la prévision hydrologique et la gestion efficace des ressources en eau (Tshimanga, 2022).

Le partage des données hydrométéorologiques entre les pays du bassin du Congo est également un défi majeur. Les données sont souvent fragmentées et non harmonisées, ce qui limite leur utilisation pour des analyses et des modèles hydrologiques à l'échelle du bassin. L'absence d'une plateforme de partage ouverte et accessible à tous les acteurs entrave la collaboration et la prise de décisions concertées.

Dans ce contexte, les conséquences ci-après s'en suivent :

- » Difficulté à évaluer les ressources en eau et à anticiper les changements hydrologiques
  - » Risque accru de pénuries d'eau et d'inondations
  - » Gestion inefficace des ressources en eau et des infrastructures hydrauliques
  - » Difficulté à mettre en place des politiques de développement durable
  - » Par contre, les solutions possibles peuvent être :
- » Renforcement des réseaux de mesure in situ et développement de technologies de mesure innovantes
  - » Amélioration du partage des données entre les pays du bassin du Congo
  - » Mise en place d'une plateforme de partage ouverte et accessible à tous les acteurs
  - » Développement de la capacité d'analyse et de modélisation hydrologique

La figure ci-après présente une comparaison de la densité des stations des suivis hydrométriques dans le Bassin du Congo depuis 1960.

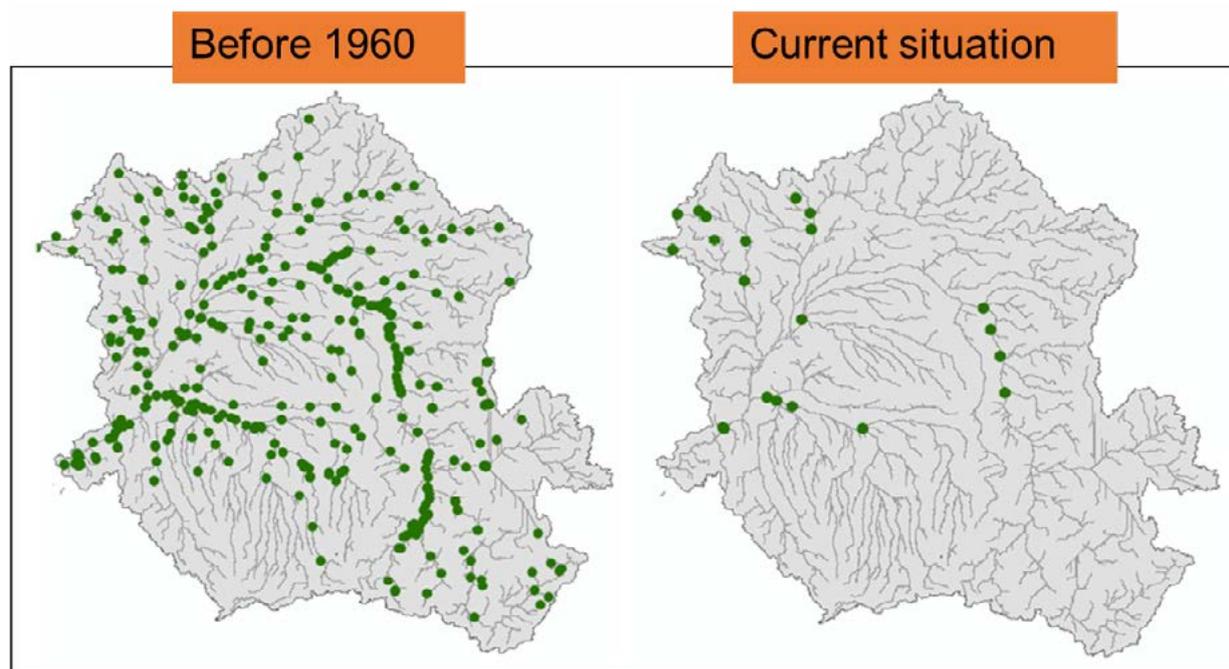


Figure 6. Situation passée et actuelle des stations hydrométriques dans le bassin du Congo (Tshimanga et al., 2016).

## 2.1.3. Hydrologie depuis l'espace

### 2.1.3.1. Estimation des paramètres hydrologiques

L'hydrologie spatiale utilise des satellites pour observer et suivre les ressources en eau à l'échelle globale. Les satellites permettent d'estimer divers paramètres hydrologiques, tels que la précipitation, l'évapotranspiration, le niveau d'eau, le stock en eaux souterraines, les étendues d'eau, l'humidité des sols, la qualité de l'eau, l'occupation des sols, etc. la figure ci-après schématise les éléments du cycle de l'eau.

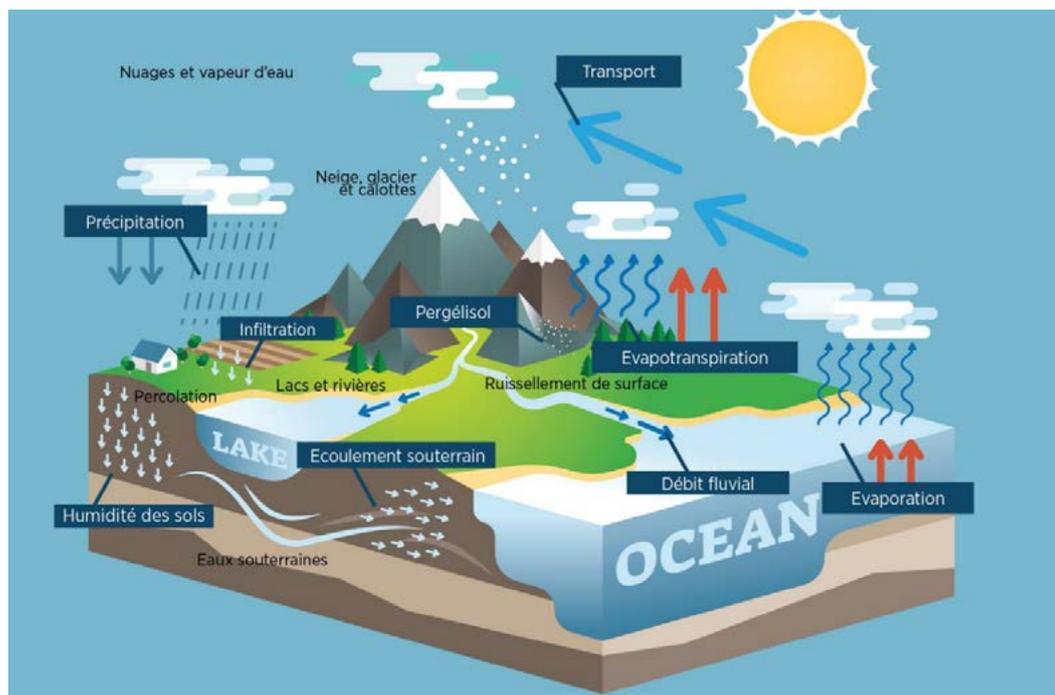


Figure 7. Cycle de l'eau

### 2.1.3.2. Bilan hydrologique au moyen des techniques spatiales

Le bilan hydrologique est l'évaluation des différentes composantes du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant. Les techniques spatiales, telles que la télédétection et les altimètres radar, permettent d'estimer les différents termes du bilan hydrologique, tels que les précipitations, l'évapotranspiration, le débit des rivières, le niveau des lacs et des nappes phréatiques, et l'humidité des sols.

Les techniques spatiales présentent plusieurs avantages pour le bilan hydrologique :

- » *Globalité* : Elles permettent d'obtenir des données sur de grandes surfaces, y compris les régions inaccessibles par des moyens terrestres.
- » *Répétitivité* : Elles permettent de suivre l'évolution des ressources en eau dans le temps.
- » *Homogénéité* : Elles permettent d'obtenir des données comparables sur de grandes surfaces.
- » *Opérationnalité* : Elles permettent d'obtenir des données en temps réel ou quasi-réel.

La figure ci-après présente l'équation du bilan hydrologique accompagné des satellites capables de fournir les données de chaque composante.

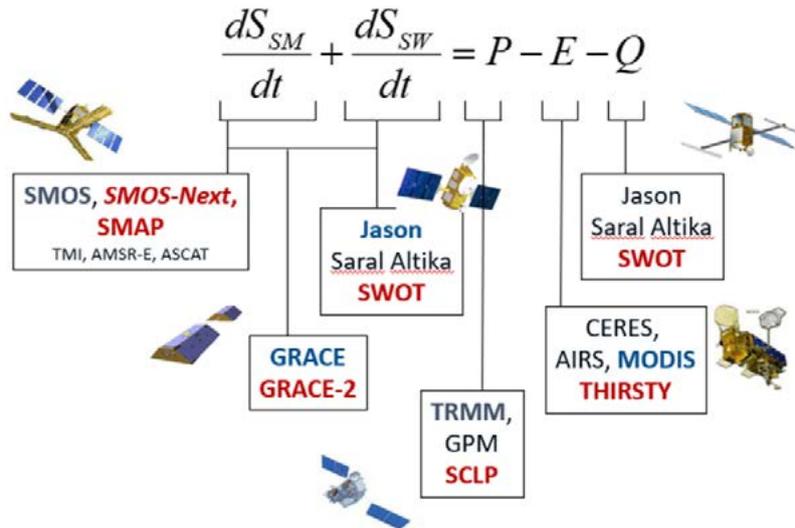


Figure 8. Estimation des composantes du bilan hydrologique dans l'espace

#### 2.1.4. Altimétrie spatiale

L'altimétrie spatiale est basée sur la mesure de la hauteur instantanée d'eau à l'aide d'un radar embarqué sur un satellite artificiel. L'onde radar émise par le satellite se réfléchit sur la surface de l'eau et est renvoyée à bord. Le satellite mesure alors le temps aller-retour et analyse la forme d'onde reçue, permettant respectivement de déterminer la distance entre le satellite et la surface de l'eau. L'altitude de la surface de l'eau est ensuite déduite de la différence : altitude du satellite - distance mesurée, où l'altitude du satellite est calculée de façon extrêmement précise à partir du suivi permanent de la trajectoire réalisé depuis le sol par des stations de poursuite. La figure suivante présente le principe appliqué en altimétrie.

#### 2.1.5. Écho radar sur océan/grand lacs (altimétrie) classique

Les altimètres radar embarqués sur les satellites envoient des impulsions radar vers la surface terrestre et analysent les échos radar moyennés, aussi appelés «formes d'onde», pour calculer la distance entre le satellite et la surface.

La forme de l'écho radar est ensuite analysée et comparée à des modèles analytiques (pour l'océan) ou empiriques (pour les surfaces continentales) afin d'extraire les différentes composantes de la mesure, telles que la hauteur de la surface, la rugosité, la pente et la présence de glace ou de végétation.

Les échos radar moyennés constituent la base de l'altimétrie radar et permettent d'obtenir une multitude d'informations sur la surface terrestre et marine. L'analyse et l'interprétation de ces données contribuent à une meilleure compréhension de l'environnement et à la gestion durable des ressources naturelles.

La figure ci-après présente la configuration des satellites qui émettent les échos radar et le signal retour de l'onde.

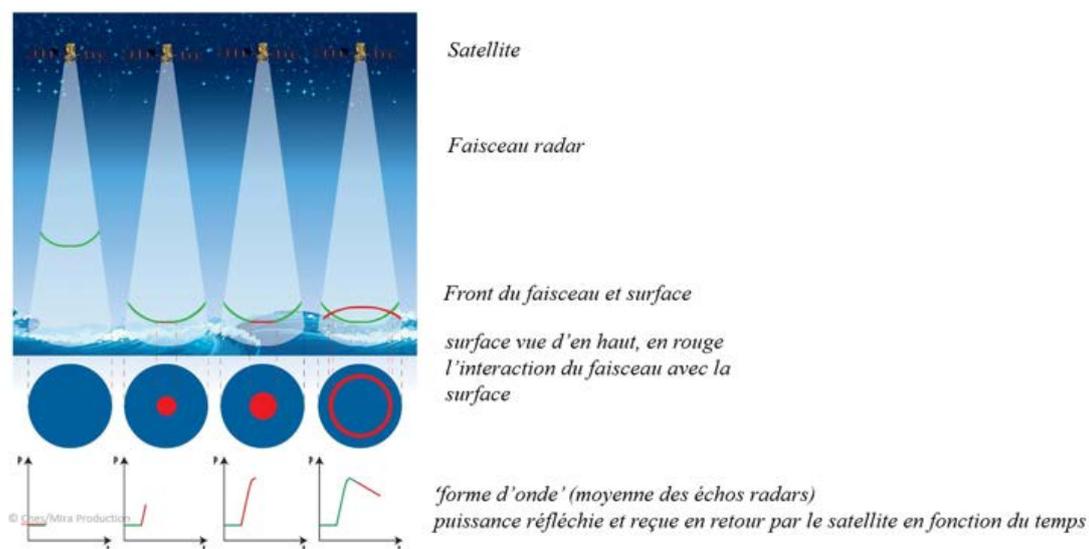


Figure 9. Echos radar et formes de l'onde émissent

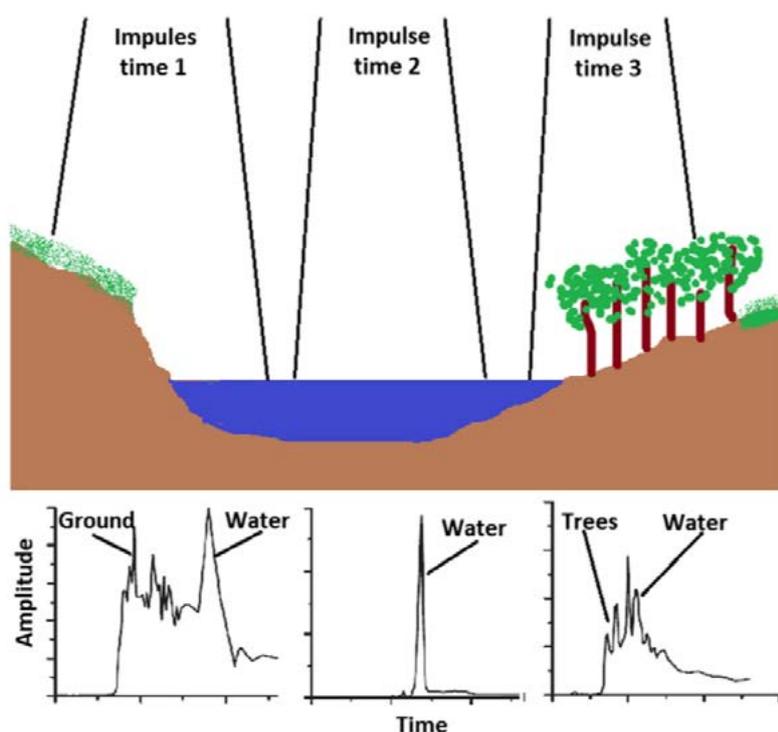


Figure 10. Écho radar en hydrologie

## 2.1.6. Performance des techniques d'acquisition

Malgré plusieurs défis, les développements méthodologiques et l'accès accru aux données spatiales ont ouvert de nouvelles perspectives pour l'exploitation de l'altimétrie spatiale dans la gestion de l'eau du bassin du Congo. L'amélioration de la performance et de l'accessibilité des techniques d'altimétrie spatiale ont permis d'améliorer la prise de décision et de promouvoir une gestion durable des ressources en eau. Le tableau ci-après présente un extrait des résultats sur la performance des missions de satellites (Kitambo et al., 2022).

Table 2. The rmsd and  $r$  per satellite mission for each in situ station related to Fig. 3.

No.	In situ station	ERS-2		ENV		ENV2		J2/3		SRL		S3A		S3B	
		rmsd (m)	$r$												
1	Bangui	0.46	0.99	0.15	0.99	-	-	-	-	0.23	0.99	-	-	0.42	0.99
2	Ouésso	0.75	0.91	0.32	0.96	0.89	0.89	-	-	0.20	0.99	0.17	0.99	-	-
3	Brazzaville	0.66	0.87	0.33	0.95	-	-	-	-	0.21	0.99	0.24	0.99	-	-
4	Lumbu-Dima	0.30	0.92	0.23	0.96	-	-	0.20	0.96	-	-	-	-	-	-
6	Kisangani	0.40	0.95	0.39	0.94	0.64	0.94	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Kindu	-	-	0.27	0.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Kutu-Muke	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.98	-	-
9	Maluku Tréchet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.99	-	-
10	Mbata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.10	0.98	-	-

### 2.1.7. Caractéristiques des missions altimétriques, distance inter-trace à l'équateur

Les missions altimétriques spatiales visent à mesurer l'altitude de la surface terrestre à partir d'un satellite. Elles utilisent des instruments radar ou lidar pour envoyer des impulsions vers la Terre et enregistrer le temps que met le signal pour faire l'aller-retour.

Plusieurs caractéristiques définissent ces missions :

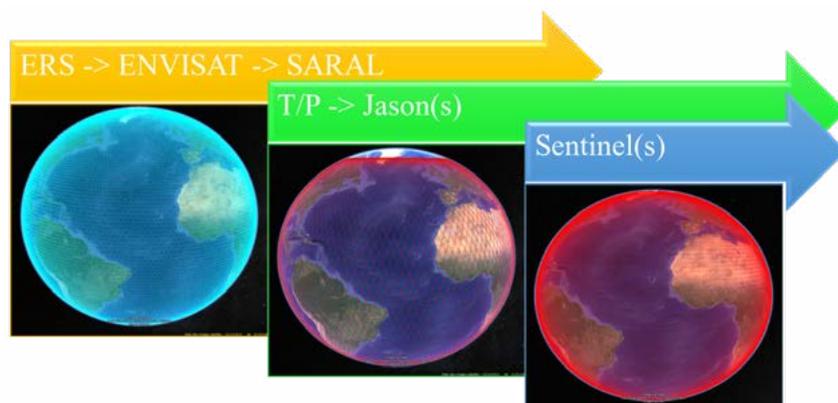
- » Type d'altimètre : radar ou lidar
- » Altitude de l'orbite : entre 200 et 2000 km
- » Répétitivité du cycle : le temps entre deux passages du satellite au même point
- » Distance inter-trace : la distance entre deux traces consécutives du satellite sur le sol
- » Précision : la précision des mesures d'altitude

La distance inter-trace à l'équateur est la distance parcourue par le satellite au sol entre deux passages consécutifs au-dessus de l'équateur.

Elle dépend de plusieurs facteurs :

- » Altitude de l'orbite : plus l'orbite est haute, plus la distance inter-trace est grande
- » Inclinaison de l'orbite : l'inclinaison par rapport à l'équateur affecte la distance inter-trace
- » Vitesse du satellite : la vitesse du satellite affecte la distance parcourue entre deux passages

La distance inter-trace est importante car elle détermine la résolution spatiale des données altimétriques. Une distance inter-trace plus petite permet d'obtenir des données plus fines et plus précises.



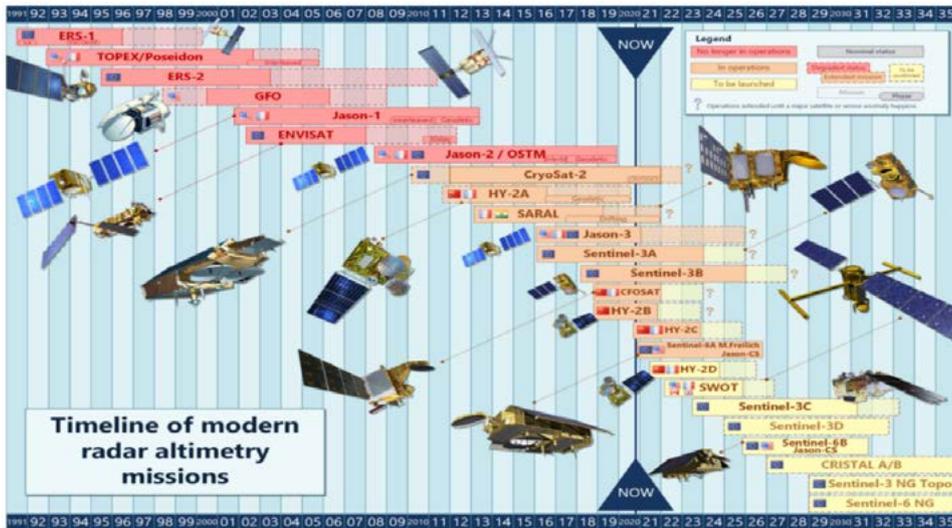


Figure 11. Missions satellitaires existantes et futures

Chaque fois que la trace au sol du satellite traverse un cours d'eau, on fait comme si une station in situ était placée au milieu, mesurant le niveau de l'eau. Un seul satellite, et une seule de ses traces au sol sont utilisés dans une série temporelle donnée. La hauteur d'eau est fournie par rapport à une référence (le géoïde).

Pour exploiter pleinement les données d'altimétrie spatiale, il est crucial de convertir les hauteurs d'eau mesurées en débits réels. C'est là qu'interviennent les courbes de tarage, outils essentiels pour établir une relation précise entre la hauteur d'eau et le débit à un point donné.

Ces courbes sont construites en se basant sur la simplification de l'équation de Manning, qui prend en compte divers paramètres hydrauliques tels que la pente du lit du cours d'eau et la rugosité du fond. Un algorithme d'optimisation global est ensuite utilisé pour affiner la courbe de tarage à chaque station virtuelle, en tenant compte des caractéristiques spécifiques du site.

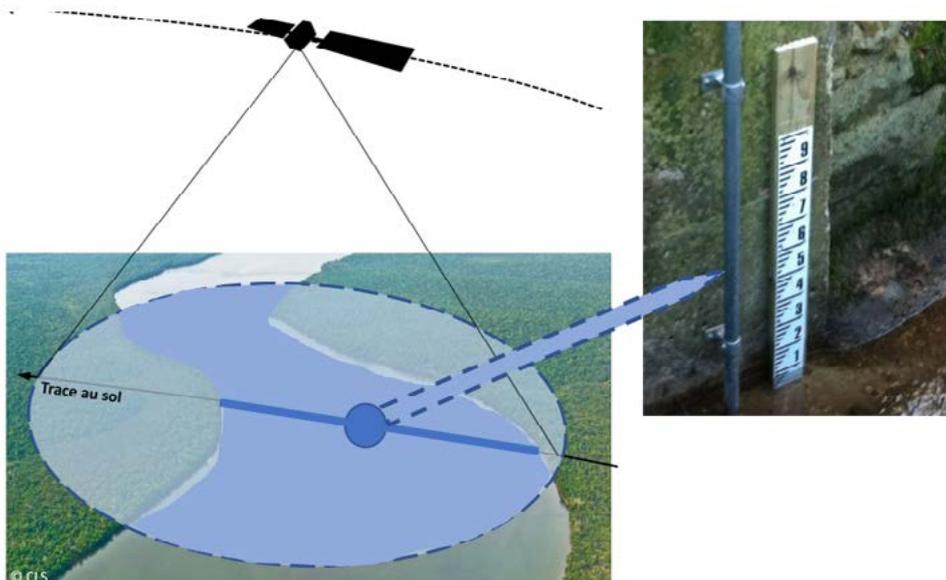


Figure 12. Station virtuelle et station limnimétrie

## 2.1.8. Surveillances des grands bassins tropicaux non-jaugés par altimétrie radar

La gestion efficace des ressources en eau est un défi mondial crucial, nécessitant une connaissance précise des débits des cours d'eau. Ces derniers jouent un rôle vital dans de nombreux aspects de la vie humaine, de la maîtrise des crues à l'alimentation en eau potable, en passant par l'agriculture, la production d'énergie et le transport fluvial. Traditionnellement, les mesures des débits reposaient sur des relevés in situ effectués manuellement. Cependant, cette approche présente des limitations significatives, notamment son coût, sa dangerosité dans certaines zones et sa difficulté de mise en œuvre dans les bassins fluviaux tropicaux souvent isolés et peu accessibles.

Heureusement, l'avènement de l'altimétrie spatiale a ouvert une nouvelle voie pour la surveillance et la gestion des ressources en eau. Cette technologie utilise des satellites embarquant des radars altimètres capables de mesurer la distance entre le satellite et la surface de la Terre. En analysant les variations de cette distance au fil du temps, on peut en déduire les variations du niveau d'eau des cours d'eau.

Cette technique a l'avantage de fournir des données en temps quasi-réel, données mesurées plusieurs fois en plusieurs points par jour. Les figures ci-après illustrent le maillage des itinéraires suivis par les satellites et quelques points mesurés dans le bassin du Congo.

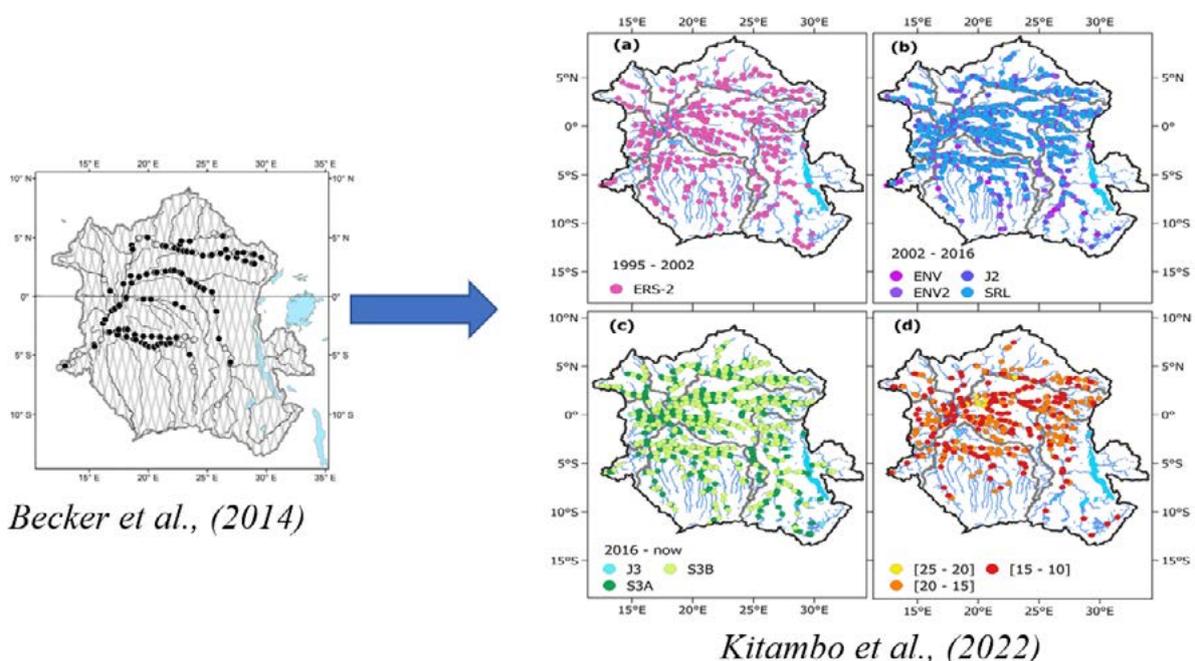


Figure 13. Localisation des SV au fil du temps dans le bassin du fleuve Congo

## 2.1.9. Plateforme de distribution des séries temporelles

Les données altimétriques sont actuellement accessibles gratuitement sur plusieurs plateformes de téléchargement en ligne, telles que Hydroweb et DAHITI.

Pour y accéder, il suffit de créer un compte utilisateur.

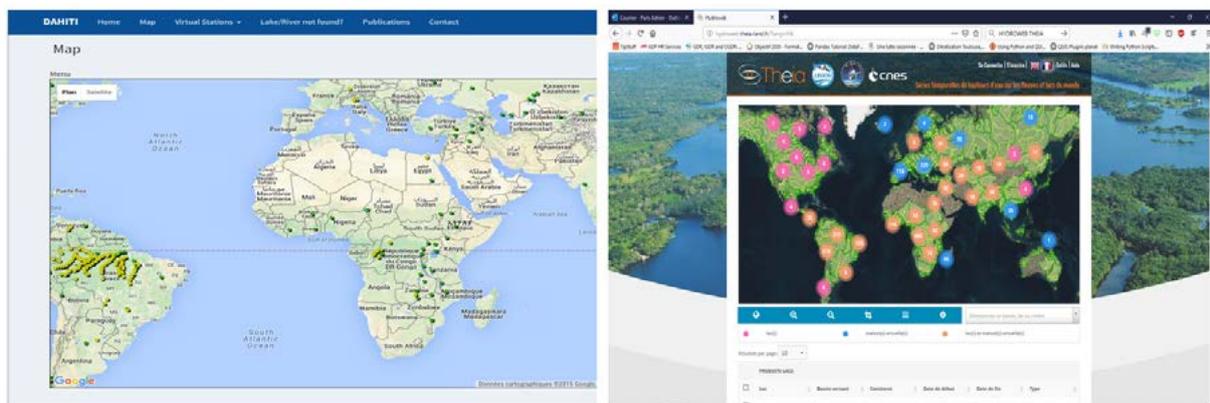
Voici les étapes à suivre :

- » Choisissez la plateforme de téléchargement souhaitée.
- » Créez un compte utilisateur en fournissant les informations requises.
- » Connectez-vous à votre compte.
- » Recherchez les données altimétriques qui vous intéressent.
- » Téléchargez les données dans le format de votre choix.

Remarques :

Les conditions d'accès aux données peuvent varier d'une plateforme à l'autre. Il est important de lire attentivement les conditions d'utilisation avant de télécharger les données. Certaines plateformes peuvent proposer des services payants pour des données plus précises ou plus complètes.

La figure ci-après présente les interfaces des plateformes de téléchargement des données altimétriques.



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

Figure 14. Plateforme de téléchargement des données altimétriques

## 2.2. Mise en pratique

### 2.2.1. Introduction au logiciel ALTIS (Altimetric Time Series Software)

Les Objectifs du logiciel ALTIS est d' :

- » Analyser des données altimétriques dans une petite zone ou sur des objets hydrologiques (Fleuve, lac, réservoir, Plaine d'inondation)
- » Calculer une série temporelle d'un paramètre altimétrique

Hauteur altimétrique :  $H_{alti} = H_{sat} - Range - \Sigma_{corr} - Geoid$

Coefficient de rétrodiffusion :  $\sigma$  ; Peakiness

- » Visualiser un paramètre altimétrique (Correction, Géoiide, etc)
- » Fournir un outil pédagogique de manipulation de données de télédétection pour l'hydrologie

### 2.2.2. Prise en main du logiciel ALTIS

Il existe plusieurs étapes à suivre pour une bonne prise en main du logiciel ALTIS

#### Etape 1 : Installation de Anaconda et l'Altis

Anaconda Prompt est une interface en ligne de commande (CLI) fournie avec la distribution Anaconda, qui propose une collection d'outils et de bibliothèques pour Python et la science des données.

Le lien ci-après conduit à la plateforme en ligne qui présente toute la procédure de l'installation d'anaconda et Altis : [INSTALL.md · main · CTOH / Altimetric Time Series Software · GitLab](https://gitlab.com/ctoh/altis/-/blob/main/INSTALL.md) (<https://gitlab.com/ctoh/altis/-/blob/main/INSTALL.md>).

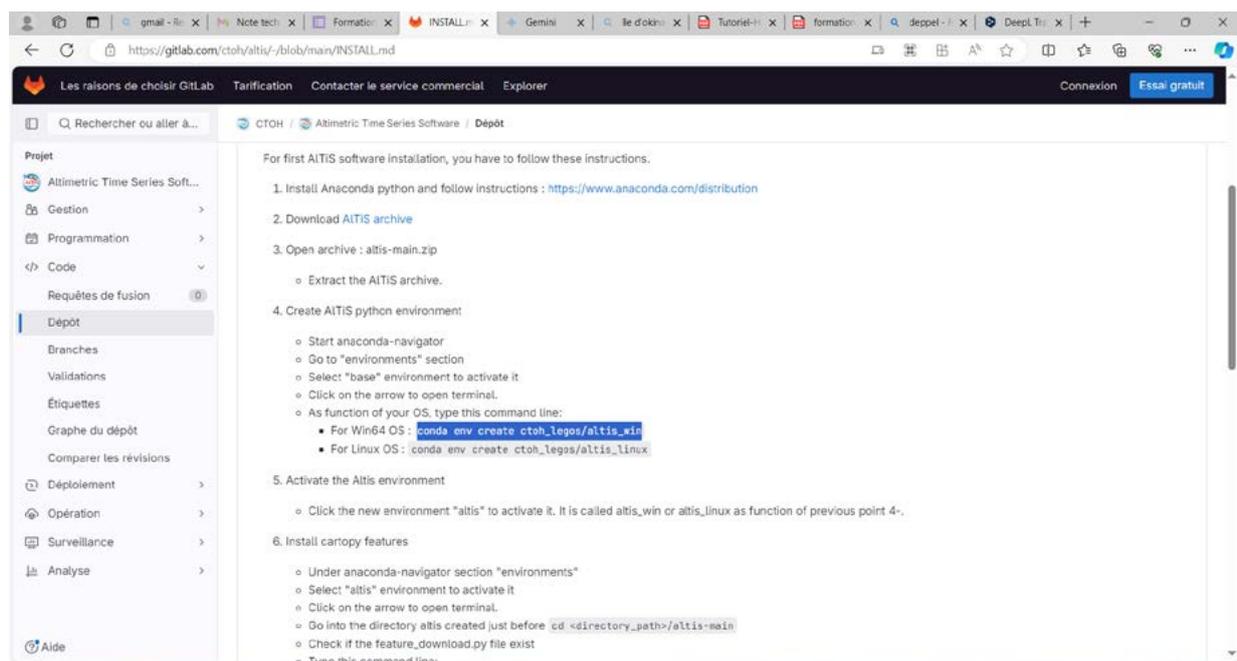


Figure 15. Capture de la plateforme en ligne pour la procédure



Figure 16. Interface du logiciel Anaconda

### Etape 2 : Création de la station virtuelle

Les traces altimétriques sont disponibles en ligne et peuvent être téléchargées gratuitement via le lien ci-après : <http://www.aviso.altimetry.fr/fr/donnees/outils/localiserune-demi-orbite.html>. Ensuite, la trace téléchargée est ouverte sous le logiciel Sous Google Earth pour la création de la station virtuelle. La figure ci-après présente les traces altimétriques importées dans Google Earth.

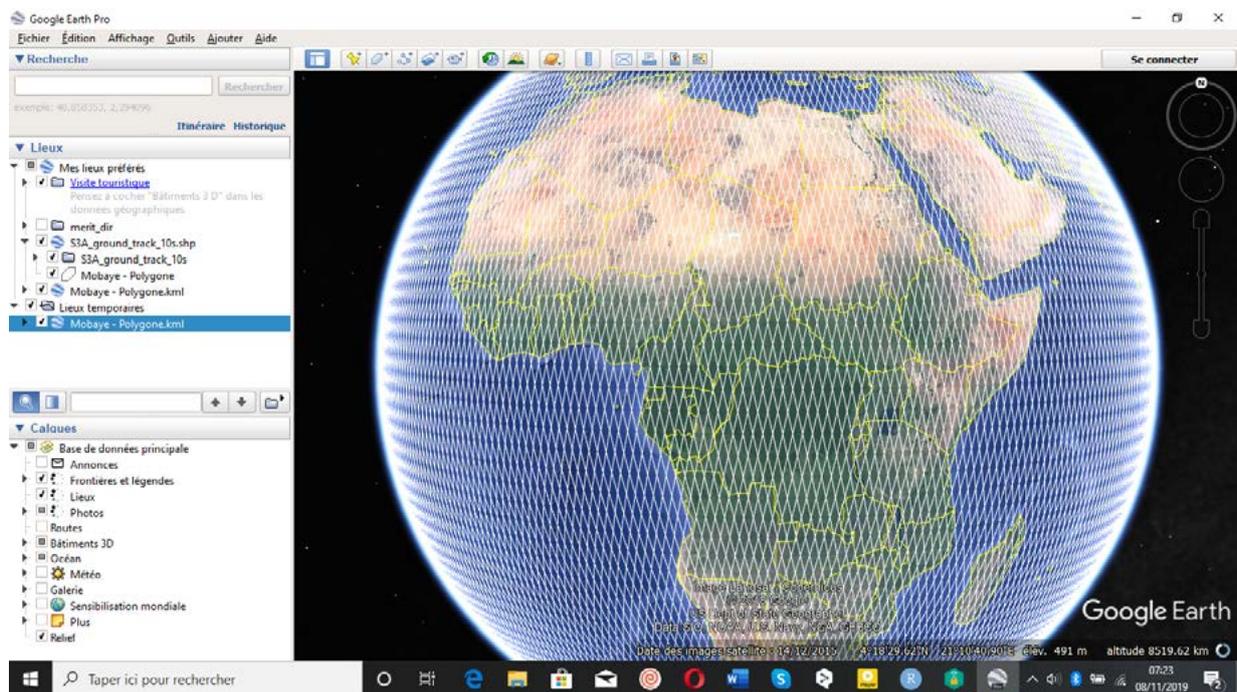


Figure 17. Présentation des traces altimétriques chargées sous Google Earth

Ensuite, sous Google Earth, on délimite la zone d'étude (station virtuelle) le long d'une trace altimétrique, et on sauvegarde le fichier en format « .kml ».

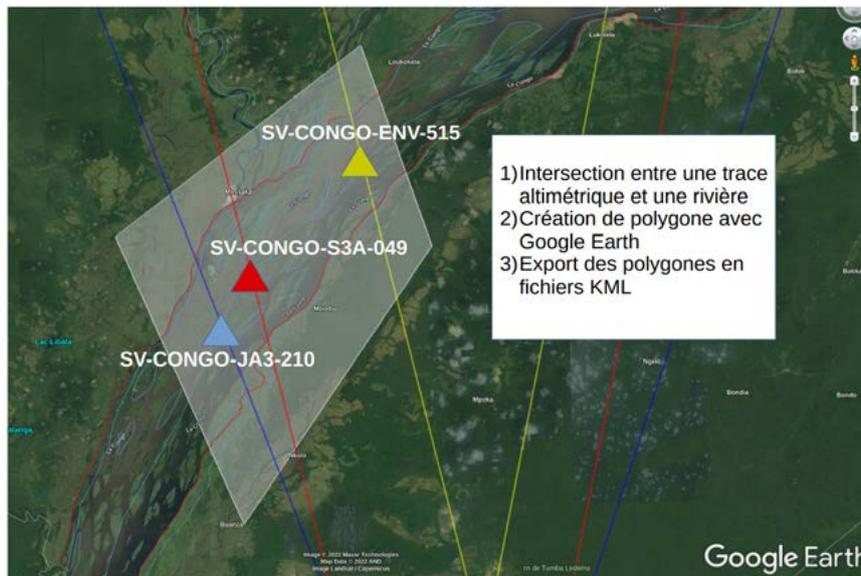


Figure 18. Création de la station virtuelle

### Etape 3 : Acquisition des données altimétriques

Avant d'utiliser le logiciel Altis, il est important de se rassurer d'être en possession des fichiers contenant les données altimétriques couvrant la zone d'étude. Ces données sont gratuitement téléchargeables via le lien ci-après : <http://ctoh.legos.obs-mip.fr>.

### Etape 4 : Lancement du logiciel ALTIS et chargement des données

Après la procédure d'installation fournie, le logiciel ALTIS est démarré par le code ci-après « altis\_gui » sous l'interface d'anaconda. La figure ci-après présente l'interface ALTIS lors de son lancement.

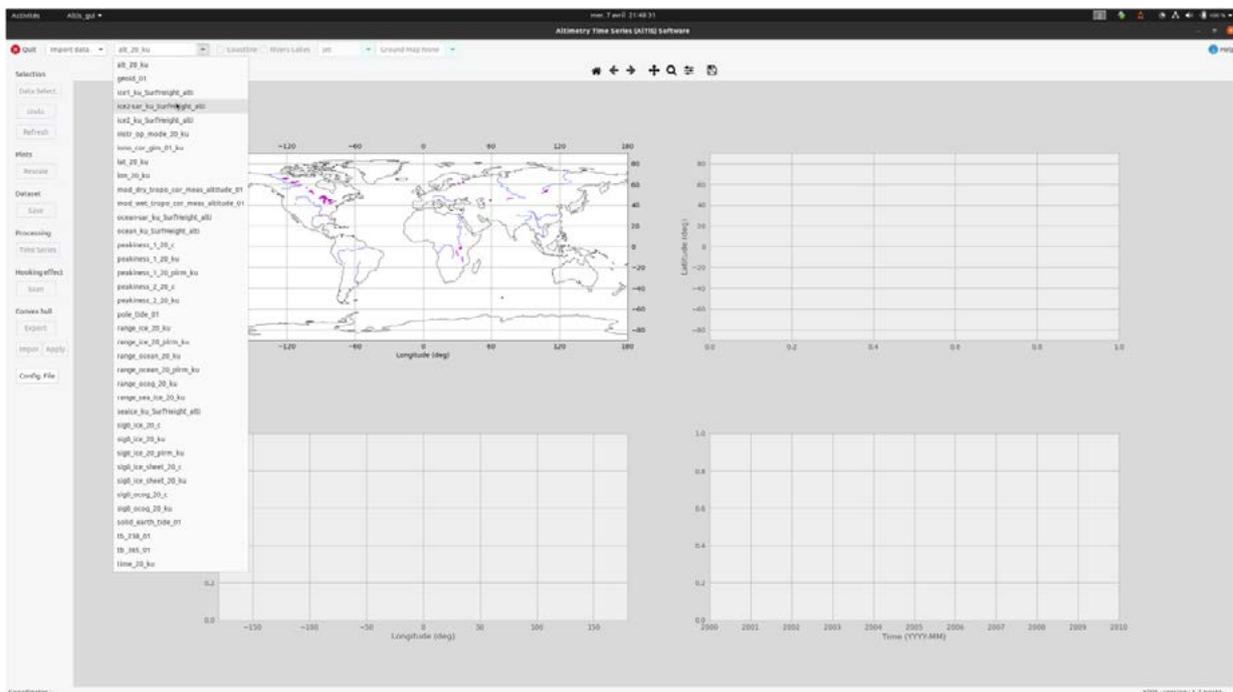


Figure 19. Interface du logiciel ALTIS après lancement

Une fois ALTIS lancé, l'utilisateur peut charger les données altimétriques de la zone d'intérêt préalablement téléchargées. Deux options d'affichage s'offrent ensuite : un fond de carte classique ou l'utilisation de Google Earth pour une meilleure visibilité (nécessite une connexion internet stable). Après le chargement et la visualisation des données, l'étape suivante consiste à choisir le paramètre d'analyse adéquat. ALTIS propose un menu déroulant en bas à gauche de son interface, regroupant plusieurs paramètres adaptés à différentes applications et résultats attendus. Durant la formation, deux paramètres spécifiques ont été utilisés :

- » *Sigma0\_Ku\_OCOG* : permet de visualiser la quantité d'énergie absorbée par un récepteur à la surface de la terre.
- » *ice1\_ku\_surfheight\_alti* : permet de visualiser les élévations de la surface de l'eau (WSE).

Il est important de noter que la surface de l'eau absorbe plus d'énergie que les autres types de surfaces (végétation, sol, roches...). Cette propriété permet d'utiliser les données altimétriques pour identifier et délimiter les zones d'eau.

La figure ci-après illustre l'interface d'ALTIS avec les données chargées et affichées sur un fond de carte classique. Le paramètre «ice1\_ku\_surfheight\_alti» est appliqué, permettant de visualiser les variations d'élévation de la surface de l'eau.

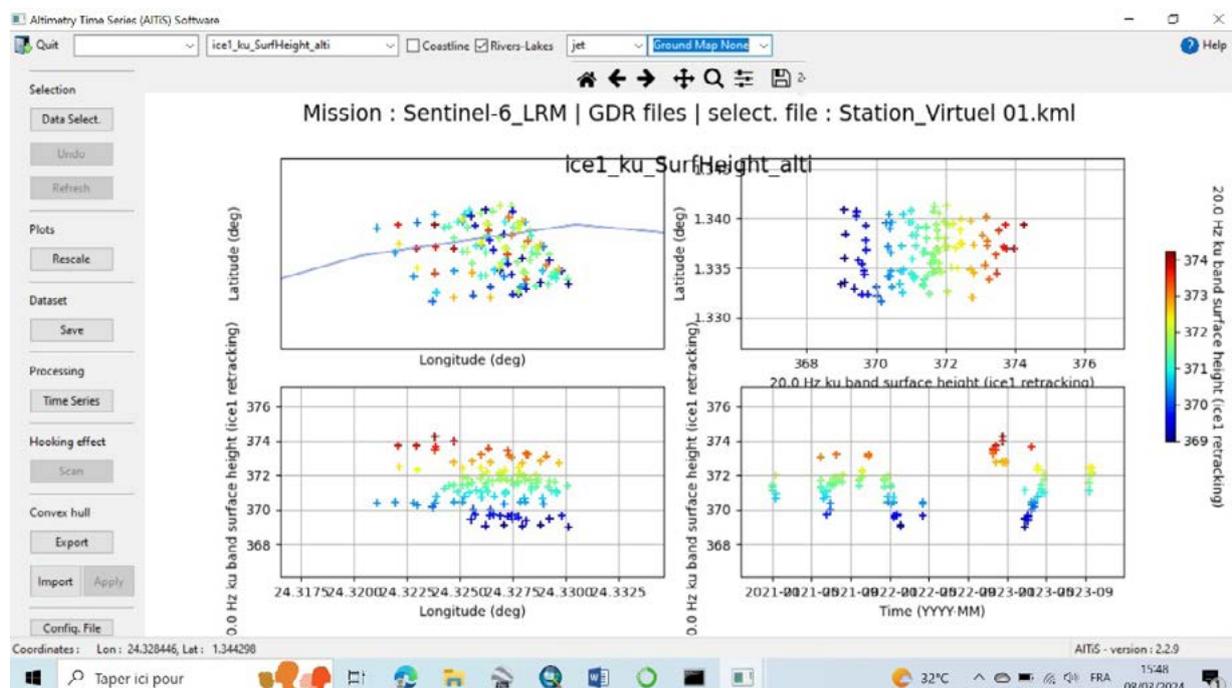


Figure 20. Interface ALTIS avec les données importées

### Etape 5 : Traitement et analyse des points de haute résolution

Lors de la collecte de données altimétriques par satellite, des points aberrants peuvent être acquis en dehors de la surface de l'eau. Pour obtenir une série temporelle précise, il est crucial de supprimer ces points. La suppression s'effectue en important les données dans ALTIS, en visualisant et sélectionnant les points aberrants, puis en les supprimant. Ensuite, chaque cycle d'énergie est analysé pour confirmer la validité des points restants. Cette suppression améliore la précision et la fiabilité de la série temporelle, permettant des analyses et des modèles plus précis.

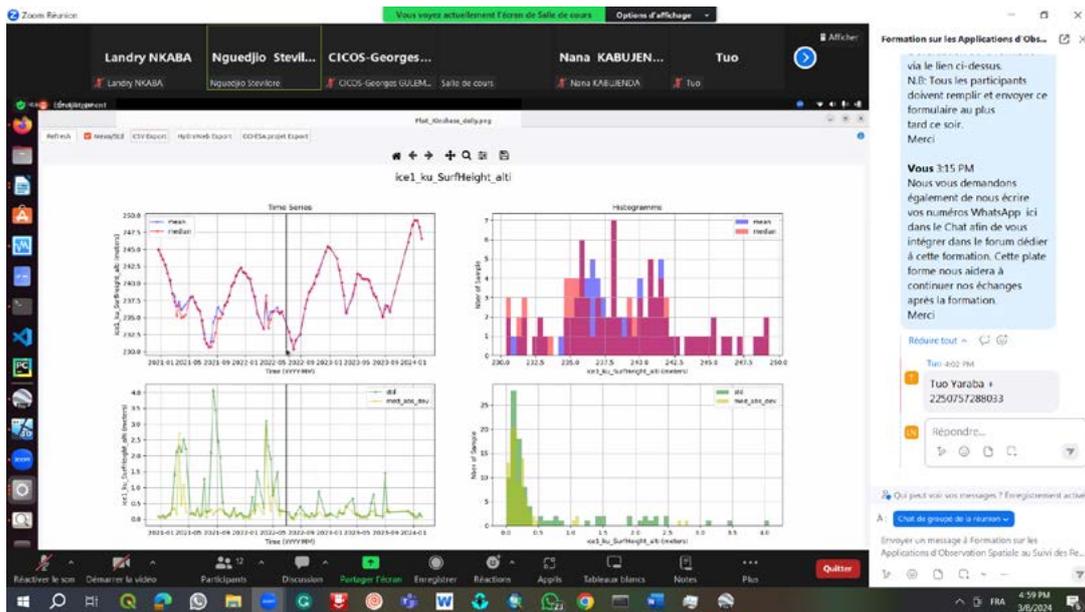


Figure 21. Traitement des données sous ALTIS

### Etape 6 : Affichage et exportation de la série temporelle

Le logiciel ALTIS offre des outils puissants pour visualiser et exporter les séries temporelles des données de hauteur d'eau. Pour afficher la série temporelle, sélectionnez la zone d'étude, définissez la période d'analyse, choisissez le menu «Statistics», sélectionnez «Water Level» et visualisez la courbe. Pour exporter la série temporelle, choisissez le menu «Export time series», définissez les paramètres d'exportation et exportez les données.

Les fonctionnalités avancées incluent le filtrage des données, les options d'analyse et l'exportation de plusieurs séries.

La figure ci-dessous illustre quelques moments saillants lors de l'initiation au programme ALTIS.

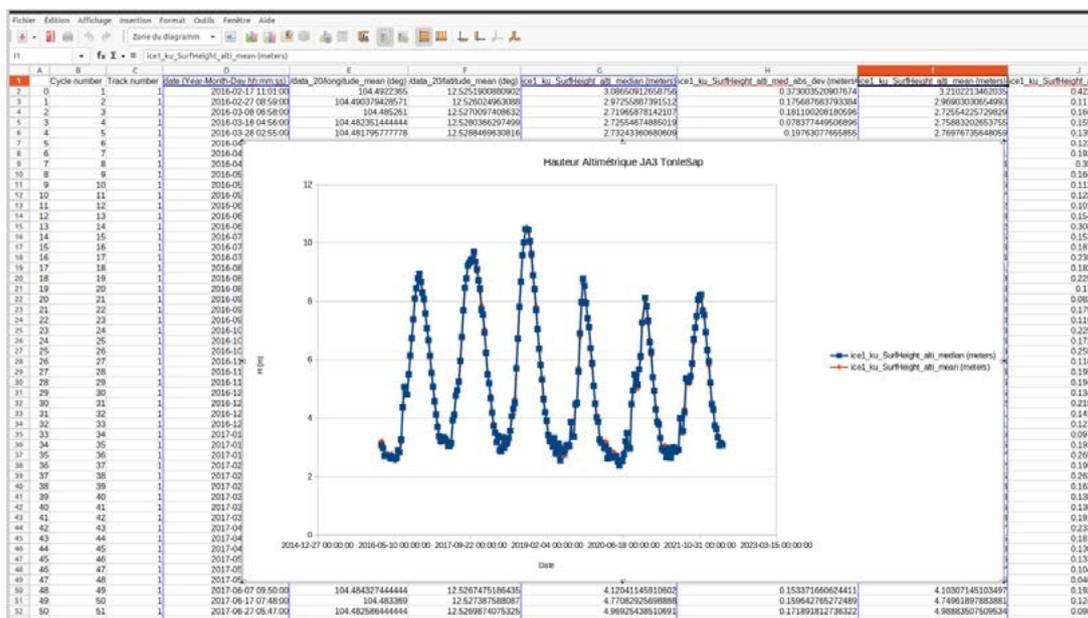


Figure 22. Extrait du résultat exporté dans EXCEL

### III. Résultats de la formation

La formation a connu un succès retentissant, surpassant largement les objectifs fixés en termes d'acquisition de connaissances et de développement de compétences. Les participants ont affiché une compréhension remarquable des applications des systèmes d'exploitation (OS) à la gestion des ressources naturelles, en particulier l'eau. Leurs réponses précises aux questions orales du formateur ont confirmé leur maîtrise des concepts clés abordés.

» *Acquisition des compétences*

Les participants à la formation ont été dotés des compétences pour exploiter les données satellites de hauteurs d'eau et les transformer en informations hydrologiques utiles pour divers acteurs de l'eau, tels que les agences gouvernementales, les utilisateurs, les gouvernements et les chercheurs. Cette capacité permettra d'améliorer la compréhension des ressources en eau et de faciliter la prise de décisions éclairées dans le domaine de la gestion de l'eau.

» *Maîtrise d'ALTIS : une adoption rapide et efficace*

Le logiciel ALTIS n'a plus de secret pour les participants ! Ils ont acquis une solide compréhension de son fonctionnement et de ses principes d'utilisation. Leurs réalisations lors de l'exercice pratique ont été saluées par le formateur, confirmant leur aptitude à utiliser l'outil de manière efficace et optimale.

» *Collaboration et partage : vers une communauté d'apprentissage dynamique*

Poursuivant l'esprit de collaboration et d'entraide, un groupe WhatsApp a été créé. Cette plateforme permettra aux participants et au formateur de :

- » *Échanger et partager des connaissances et des expertises sur l'utilisation d'ALTIS.*
- » *Partager des découvertes et des progrès liés au logiciel, favorisant ainsi l'innovation et l'apprentissage continu.*
- » *Poser des questions et obtenir des réponses rapides et précises.*

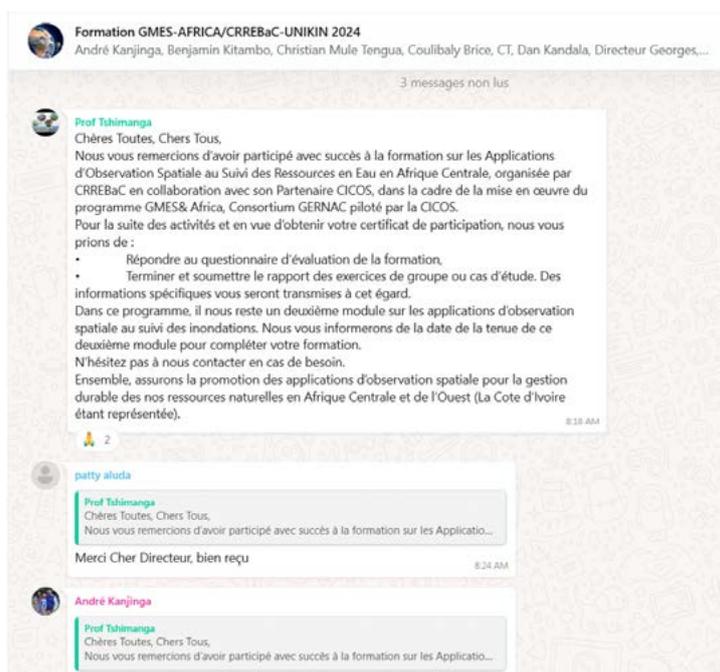


Figure 23. Echanges dans le groupe WhatsApp

## IV. Difficultés rencontrées

La formation s'est avérée un succès global, mais elle n'a pas été sans défis. Ces défis ont été d'ordre technique que logistique.

### 4.1. Défis techniques

Le principal défi technique était que certains ordinateurs des participants ne répondaient pas aux exigences minimales du logiciel ALTIS. Cela a entraîné des problèmes de performance et a rendu difficile pour certains participants de suivre la formation. De plus, la connexion internet des participants instables a rendu le téléchargement du logiciel et des applications fastidieux pour plusieurs participants.

### 4.2. Défis logistiques

Le principal défi logistique était que la durée de la formation s'est avérée insuffisante pour approfondir plusieurs exemples concrets dans le traitement et analyse des données altimétriques.

## V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La Formation des Formateurs sur les Applications d'Observation Spatiale à la Gestion des Ressources en Eau dans le Bassin du Congo et en Afrique Centrale a atteint ses objectifs avec brio. Les résultats ont dépassé les attentes, démontrant une maîtrise remarquable des concepts clés et une appropriation efficace du logiciel ALTIS par les participants.

La création d'un cadre permanent d'échanges entre les participants et le formateur a garanti la pérennisation des acquis et a encouragé la collaboration et le partage d'expertises. Cette initiative permettra de maximiser l'utilisation du logiciel ALTIS et de stimuler l'innovation dans le domaine de la gestion des ressources en eau.

Le succès de la formation incite à envisager une prochaine session axée sur les applications des techniques d'observation spatiale à la gestion des inondations. Cette thématique cruciale permettra aux experts, notamment ceux du domaine de l'enseignement et de la recherche et des professionnels, d'approfondir leurs connaissances et d'affiner leurs compétences pour mieux répondre aux défis croissants liés aux inondations.

Ainsi, la formation a marqué un tournant décisif dans le renforcement des capacités des acteurs clés de la gestion des ressources en eau en Afrique Centrale. L'engagement et la collaboration continue des participants et des organisateurs et ses partenaires garantissent un avenir prometteur pour l'utilisation des technologies spatiales dans ce domaine de gestion des ressources naturelles.



# ANNEXES

## ANNEXE 1 : AGENDA DE LA FORMATION

### Jour 1, Mercredi 06 mars : 13h00 à 16h30 :

- » *Configuration et installation des logiciels sur les ordinateurs individuels*

### Jour 2 , Jeudi 07 mars : 9h00 à 12h00

- » *Méthodes de surveillance des eaux de surface : état de l'art et perspectives*
- » *Observer les eaux de surface depuis l'espace*
- » *Histoire des missions altimétriques*
- » *Physique de la mesure*

### Jour 2, Jeudi 07 mars : 14h00 à 16 h00

- » *Missions opérationnelles en cours*
- » *Perspectives de l'altimétrie radar*
- » *Qu'apporteront les futures missions ?*
- » *Comment transformer les observations satellitaires en variables hydrologiques utiles ?*
- » *Altimétrie – les courbes de notation*
- » *Assimilation de données en modélisation hydrologique et hydrodynamique*

### Jour 3, Vendredi 08 mars : 9h00 à 12h00

- » *Chaîne de traitement des données d'altimétrie spatiale, du téléchargement à l'obtention de séries temporelles de niveaux d'eau à partir de données brutes haute résolution, à l'aide de logiciels en libre accès ;*
- » *Préparation de la zone d'étude*
- » *Chargement des données dans le logiciel ALTIS*
- » *Suppression des faux points*
- » *Post-traitement et validation*

### Jour 3, Vendredi 08 mars : 14h00 à 16 h00

- » *Exercices et perspectives*

## ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE D'ÉVALUATION

Le lien ci-après donne accès au questionnaire d'évaluation en ligne :

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScJ9\\_UsL8TRDf98DKFNmJS19KHhggmQ4RotBaOYiVib4KBlmg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScJ9_UsL8TRDf98DKFNmJS19KHhggmQ4RotBaOYiVib4KBlmg/viewform?usp=sf_link)

## ANNEXE 3 : EXTRAITS DES REPONSES DE L'ÉVALUATION DE LA FORMATION

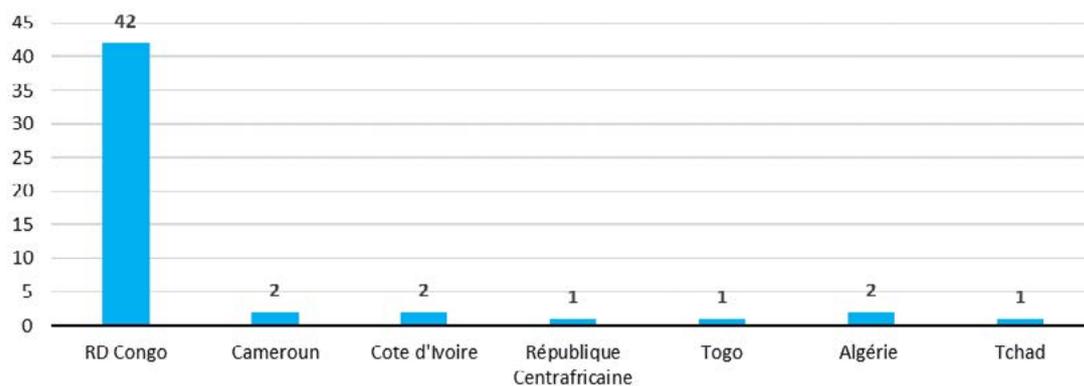


Figure 24. Pays d'origine (57 réponses)

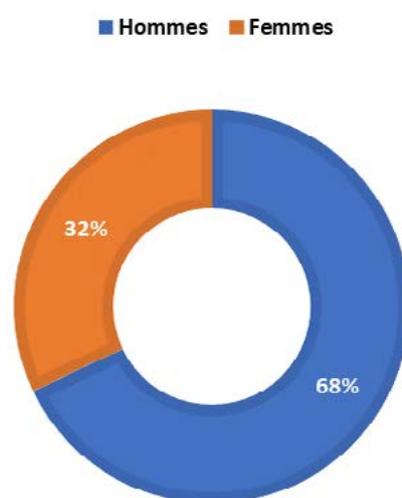


Figure 25. Genre des participants

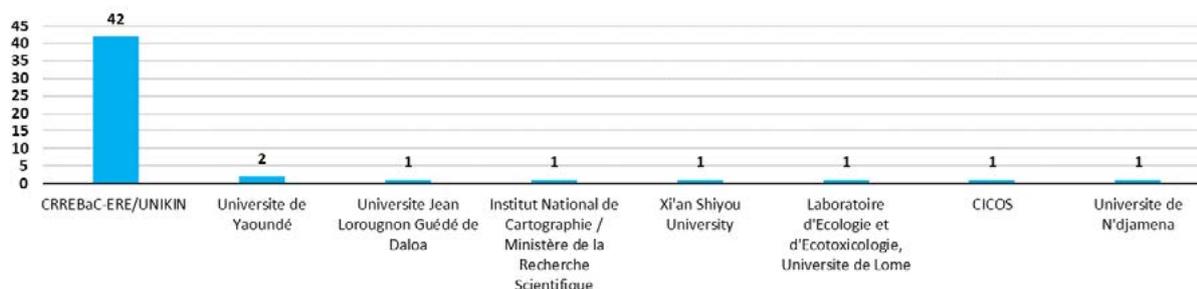


Figure 26. Institution d'appartenance (50 réponses)

Niveau d'étude  
23 réponses

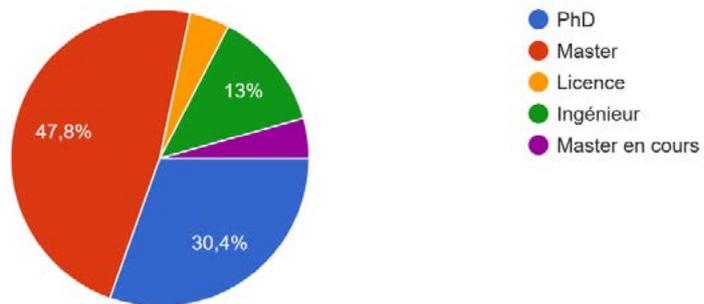


Figure 27. Niveau d'étude

Niveau d'implication

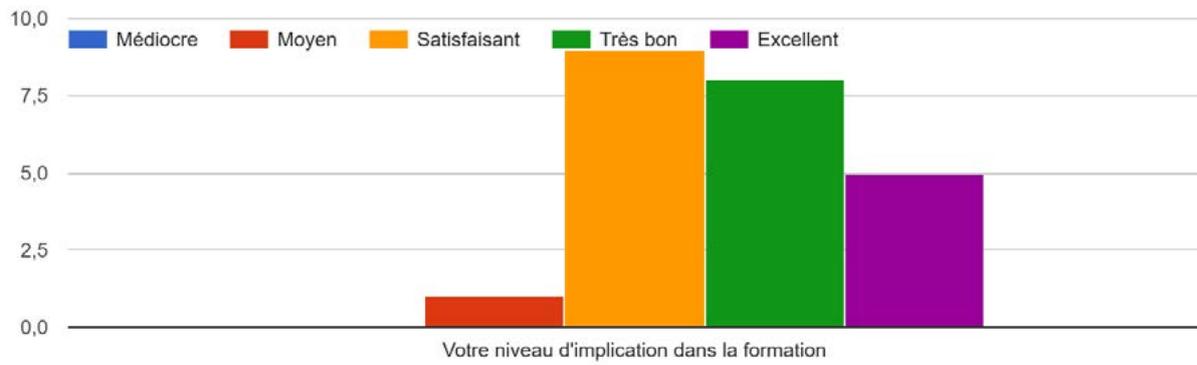


Figure 28. Niveau d'implication

Contribution à l'apprentissage

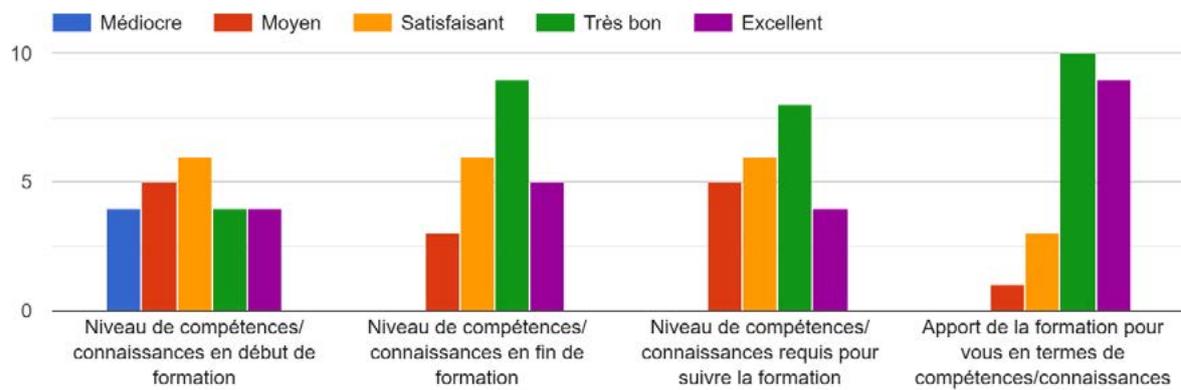


Figure 29. Contribution à l'apprentissage

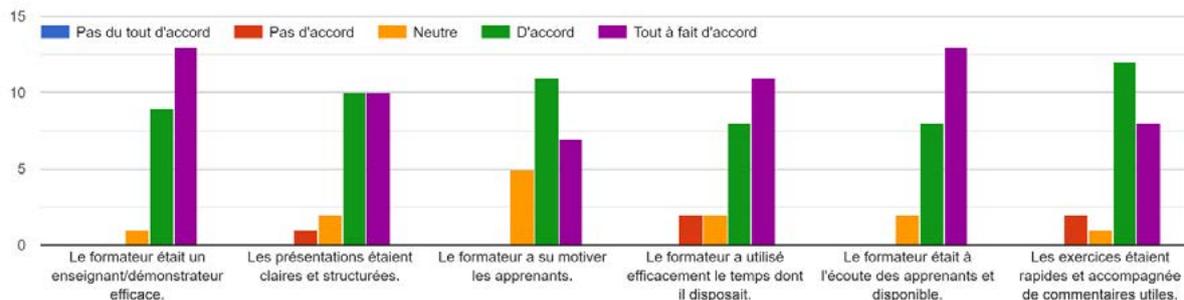


Figure 30. Compétences et réactivités du formateur

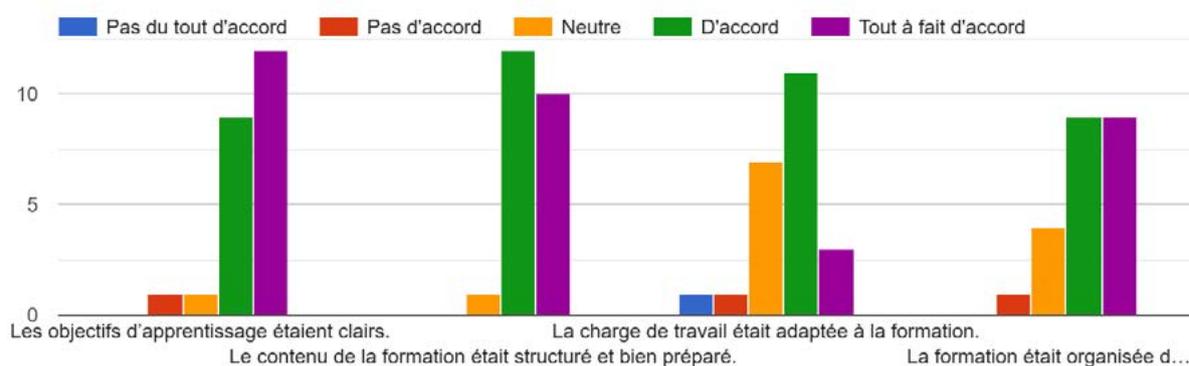


Figure 31. Contenu de la formation

### Quels éléments de la formation ont été les plus utiles ou intéressants, selon vous ?

32. Les applications d'observation spatiale
33. La possibilité d'avoir les données à partir des données d'observation spatiale surtout que nous vivons dans la zone où il y a manque des données climatiques. Ce qui nous permet d'aborder n'importe quelle étude.
34. Tout était utile mais le traitement de données m'intéresse plus
35. L'utilisation du logis altis
36. L'installation d'altis et la manipulation
37. Création de station virtuelle, trace altimétrique, transformation de la hauteur d'eau en débit grâce à la courbe de tarage
38. La partie Traitement des données brutes avec Altis
39. Les cours donnés hier jeudi 7 mars par le professeur
40. Traitement de données avec altis
41. L'EXERCICE D'ENSEMBLE
42. L'élément de la formation le plus intéressant c'est le traitement des données satellitaire et comment avoir des données non disponible dans le terrain.
43. le téléchargement des données
44. La partie pratique de la formation a été la plus intéressante pour moi, quoique j'aie suivi en ligne.
45. interaction entre plusieurs applications et plateformes
46. L'utilisation de sites de données et de logiciels libres d'accès
47. la connaissance et l'apprentissage du logiciel Altis
48. les méthodologies, concernant la détermination et le choix des satellites
49. La création du polygone en cas la zone au quelle nous voulons mener notre ne dispose pas des données
50. Différences entre Altimétrie et Bathymétrie
51. Installation des Logiciels et leur utilisation
52. Tous, mais particulièrement les plates formes de téléchargement des données à l'instant d'hydroweb

## Quelles sont vos propositions pour améliorer les futures formations dans le cadre de ce projet ?

1. Organiser d'autres formations
2. Avoir un cas d'étude type pour une meilleure appréhension
3. Il faut plus de temps, même 7 jours
4. Partage des outils (manuel ou support) de la formation avant ou au début de la formation
5. Plus de jours 5 maximum pour mieux assimiler
6. Augmenter le nombre de jours
7. Le temps alloué, cette formation doit prendre à mon humble avis une semaine, pour que les apprenants fassent beaucoup d'exercices enfin de bien maîtriser le modus operandi
8. Encourager ces types de formations
9. Si possible la CICOS doit inviter tous les boursiers pour les formations pratiques en présentiel pour la bonne maîtrise
10. Je ne sais pas
11. AMELIORER LES OUTILS DE LA FORMATION
12. C'est parfait
13. Que la durée de la formation s'étende sur deux semaines
14. Il serait souhaitable que la formation soit en présentiel pour tous les participants
15. Informer à l'avance et faire en présentiel
16. Cette formation requiert beaucoup plus de temps, et d'implication tant des apprenants que des formateurs. Il faudra lui réserver au moins 4 jours afin de se rassurer que tous les apprenants ont maîtrisé la technique et l'outil. Elle doit nécessairement être organisée en présentiel afin de faciliter le suivi et les échanges avec les participants.
17. Il faut Plus de pratique (exercices) et être plus à l'écoute des participants.
18. S'assurer que les apprenants disposent les moyens et le matériel nécessaire pour suivre la formation et faire participer tout le monde.
19. le formateur devrait être accompagné d'un assistant technique pour la logistique et d'un assistant en salle pour éviter de délaissé les participants en ligne. par ailleurs les enregistrements vidéos et PowerPoint de la formation devraient être transmis à la fin de chaque sessions pour que les participants puissent rattraper leurs retards. les horaires de formation devraient être honorés. une séance de questions réponses devrait être prévue. Dans la mesure du possible avoir deux formateur, un pour les cas pratiques et un pour la méthodologies. les bourses devraient être envoyés avants la formation pour permettre au apprenants disposés de tout les moyens nécessaire. il faudrait définir les règles d'interaction durant la formation des le début de chaque sessions. informer du matériel requis pour la formation.
20. Augmenter le nombre des jours de formation, s'assurer de l'installation effective de l'application Altis avant de commencer la partie théorique et pratique
21. Version française du document.
22. Plus de cas pratiques
23. Pour la future formation, il serait mieux de structurer les étapes depuis l'installation du logiciel (Altis) jusqu'au téléchargement et traitement des données.

# ANNEXE 4 : LISTES DE PRESENCE



**GEMES  
AND AFRICA**



## FORMATION DES FORMATEURS SUR LES APPLICATIONS D'OBSERVATION SPATIALE AU SUIVI DES RESSOURCES EN EAU EN AFRIQUE CENTRALE

### LISTE DE PRESENCE

#### ALTIMETRIE - INSTALLATION LOGICIELS

Mercredi: 06 Mars 2024

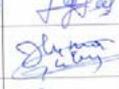
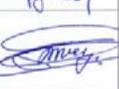
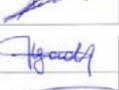
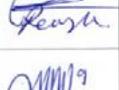
N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
01	MUSANGA MATOUK Jean	M	ERE/UNIKIN	jeanmusanga123@gmail.com	0810051096	
02	NKANZAKA	F	ERE/UNIKIN	nkankazaka@gmail.com	0899464612	
03	ALUDA MAYO	M	ERE	patty aluda@gmail.com	0824630042	
04	BIABZA Popol	M	ERE/UNIKIN	pbiabza3@gmail.com	0824446612	
05	BIWATA MIRA	F	ERE/UNIKIN	wafabiwata6@gmail.com	0823131908	
06	TENA-TENA MATENS	M	ERE/UNIKIN	clavematens@gmail.com	0898408300	
07	BONSTEMBO TTAMBA	M	ERE/UNIKIN	benorbonstembo@gmail.com	0816585417	
08	KIMPAKALA MAMBU	F	ERE/UNIKIN	glodiekiny@gmail.com	0817012039	
09	BOUZARI Seddik	M	ERE/UNIKIN chercheur	s.bouzarri@ens.08	093230648	
10	KANDALA MUTUMBA	F	ERE/UNIKIN	denkandale2@gmail.com	0821795700	
11	BUEHAM MBIDIKA BENNY	M	ERE/UNIKIN	mbidikabenny@gmail.com	0812399552	
12	NEWERI KAKAKI Christopher	F	ERE/UNIKIN	christophneweri@gmail.com	0810789220	
13	BUKASA MUAMBA	M	ERE/UNIKIN	lincolnbukasa@gmail.com	0816857478	
14	KANJINGA NGOYI	M	ERE/UNIKIN	andrekanjinga@gmail.com	0821694464	
15	BAKWITA-NKONO PASCAL	F	ERE/UNIKIN	bakwita@gmail.com	0815340306 0890338625	

N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
16	NANPUYA NZITA	M	ERE/UNIKIN	simmlidem57@gmail.com	0999340214	
17	Amandu KOMBAYI	M	ERE/UNIKIN	Kombayianaclt@gmail.com	0210584632	
18	SIBITALI ANKAKYA Stephano	M	ERE/UNIKIN	SibitaliStephano@gmail.com	0824328337	
19	NZADI BILONZA Jessica	F	ERE/UNIKIN	Jessicanzadi@gmail.com	0822660080	
20	KALONJI KABEMBA Noel	M	ERE/UNIKIN	NoelKalongi@gmail.com	0828907448	
21	MBONGOMINGI KILU BIENVENU	M	ERE/UNIKIN	mbongominguibv@gmail.com	0995227161	
22	MULEMBAKANI TENGA CHRISTIAN	M	ERE(UNIKIN)	christiankenguady@mail.com	0822487698	
23	BAHIZWE CAROLAGOBACH	F	ERE(UNIKIN)	maketjyadba@gmail.com	0998324461	
24	Landry NKABU	M	ERE	landry.nkabu@gmail.com	08132672x	
25	Kochint Djamb.	M	ERE/CRREBAC	J. Kochint Djamb.	0977596111	
26	BENJAMIN KILIMBO	M	CRREBAC	kilimbobenjamin@gmail.com	085300187	
27	LIKENGE AUGUSTIN	M	CRREBAC/ERE	augustinlikenge@gmail.com	0817519100	
28	WALTER BONSO	F	CRREBAC	lyettekazumba@gmail.com	+243998721658	
29	WALA Mamfete	M	CRREBAC/ERE	Walamamfete@gmail.com	0823845918	
30	BOLA BOLOMBO	M	CRREBAC/ERE	galle-bolobolombo@gmail.com	0812114737	
31	NGOYI LUMANNI Herock	M	ERE	herocklumbo@gmail.com	+243819563222	
32	OHUMANKINDANKO	M	ERE	cicunotkne@gmail.com	0819086702	
33	ZOUERA SANI	F	ERE-UNIKIN	zouera.sani@gmail.com	—	
34	NGANDU Felly	M	CRREBAC-ERE	felixyandu@gmail.com	0852780555	
35	Raphaël TSHI-MANGA	M	CRREBAC-ERE	raphaem@yahoo.fr	0820949456	

**FORMATION DES FORMATEURS SUR LES APPLICATIONS D'OBSERVATION SPATIALE AU SUIVI  
DES RESSOURCES EN EAU EN AFRIQUE CENTRALE**

**LISTE DE PRESENCE**

Jeudi : 07 Mars 2024

N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
1	BABIRUE NIKI KARHAGOBAGA	F	ERE (KINSHASA) UNIKIN	malikjardb@gmail.com	0999324457	
2	BIABZA Popol	M	ERE/UNIKIN	phiabia3@gmail.com	0824446672	B
03	KABWE KISERWE Hemato	M	ERE/UNIKIN	kabwecit@gmail.com	+243892930619	
07	NKANZA XIA	07	ERE/UNIKIN	xiankanza@gmail.com	0977464612	
5	NJARALA WANJU TABINA	F	ERE	tohitansakala32@gmail.com	0319652112	
6	OLUMA NKIMBANLEY	M	ERE	oluma.oluman@gmail.com	0819088702	
07	ALUSA MAYO	M	ERE	patty.aludain@gmail.com	0824610042	
08	NTAMBEWE KAJEMB EVA	M	ERE	evanitentambewe@gmail.com	0825256543	
09	MBONGOMINGI KILO BIENVENU	M	ERE	mbongominguiv@gmail.com	0895227161	
10	KALONJI KABEMBA NOEL	M	ERE	kalonji.noel@gmail.com	0828907446	
11	TENA-TENA YATENS	M	ERE	clavematouse@gmail.com	0893400300	
12	NZABI BILONDA JESSICA	F	ERE/UNIKIN	jemilanzadi@gmail.com	0823660085	
13	MURHULA - MUSHAMA- LIRINA Emery	M	ERE/UNIKIN	emerymurhula@yahoo.fr	0847712575	
14	LUBENGA MPUNGU Inge	M	ERE/UNIKIN	serlubenga@gmail.com	0811744374	
15	KANGOMBE LUMPUNGU Remy	M	ERE/UNIKIN	remykangombe@yahoo.fr	0812416540	
16	MUSANSA MATONDO JEAN	M	ERE/UNIKIN	jeanmusansangar23@gmail.com	0810051096	
17	KIMPAKALA MATIBU Gbete	F	ERE/UNIKIN	glodiekimp@gmail.com	0817012039	
12	NZABI BILONDA JESSICA	F	ERE/UNIKIN	jemilanzadi@gmail.com	0823660085	
13	MURHULA - MUSHAMA- LIRINA Emery	M	ERE/UNIKIN	emerymurhula@yahoo.fr	0847712575	
14	LUBENGA MPUNGU Inge	M	ERE/UNIKIN	serlubenga@gmail.com	0811744374	
15	KANGOMBE LUMPUNGU Remy	M	ERE/UNIKIN	remykangombe@yahoo.fr	0812416540	
16	MUSANSA MATONDO JEAN	M	ERE/UNIKIN	jeanmusansangar23@gmail.com	0810051096	
17	KIMPAKALA MATIBU Gbete	F	ERE/UNIKIN	glodiekimp@gmail.com	0817012039	

N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
18	LUJI MPATA LEY	M	ERE/UNIKIN	leyluyompata@gmail.com	0814109842	
19	BONDJEMBO IYAMBA	M	ERE/UNIKIN	tunorbondjembo@gmail.com	0816585417	
20	BOUZARI Sedi'k	M	ERE/GRREBac Cherebeur	s.bouzar@gmail.com	0982306148	
21	KANDALA MUAMBA	M	ERE/UNIKIN	denkandala23@gmail.com	082554550	
22	NGWENI KALAKI	F	ERE/UNIKIN	christopheregwene- mali@gmail.com	0810789220	
23	BLIKASA MUAMBA	M	ERE/UNIKIN	kenadimbukasaf@gmail.com	0816837472	
24	KANJINGA NGUI Andre	M	ERE/UNIKIN	andrebhanjinga@gmail.com	0821694464	
25	BAKWITA NKOSO PAOL	M	ERE/UNIKIN	bakwita@gmail.com	0819340306 0820338635	
26	ANACHE KOMBAYI	M	ERE/UNIKIN	Kombayianache@gmail.com	0810584632	
27	MAMPUYA NZITA	M	ERE/UNIKIN	simonlicem57@gmail.com	0898464532 0999340214	
28	BEJENGE NBO Christian	M	ERE/UNIKIN	christianbejenge40@gmail.com	0995360957	
29	MUKEMBAKANI TENGUA CHRISTIAN	M	ERE/UNIKIN	christiantengua@gmail.com	0822487698	
30	KANBALE IHOPE	F	ERE/CRREBac	ihomacedy@gmail.com	0997420745	
31	bandry NKASHI	M	ERE	bandry.nkashi@gmail.com	0813267208	
32	BUET HAN NBIKIRA BENNY	M	ERE/UNIKIN	mbicikabenny@gmail.com	0812399552	
33	Zou'ne Sami	F	ERE/UNIKIN	zoune.fr	—	
34	Kochu'DJ-mali	M	ERE/UNIKIN	kochu'dj@gmail.com	—	
35	NGANDU Felly	M	CRREBac-ERE	felingandu@gmail.com	0812780555	
36	Raphaël Tshumanya	M	CRREBac-ERE	raptm@yahoo.fr	0820849456	
37	Benjamin KITOMBO	M	CRREBac-ERE	—	0853003184	
38	BOLA BOSOMBO SODE	M	CRREBac/ERE	bolabosombo@gmail.com	0812219737	
39	LINETTE BONSO	F	CRREBac/ERE	lynettekazumba@gmail.com linette.bonso@crrebac.org	+243998721658	

**FORMATION DES FORMATEURS SUR LES APPLICATIONS D'OBSERVATION SPATIALE AU SUIVI  
DES RESSOURCES EN EAU EN AFRIQUE CENTRALE**

**LISTE DE PRESENCE**

Vendredi : 08 Mars 2024

N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
01	KABWE KIFEBWE HENRIEUX	M	ERE - UNIKIN	kabwewkri@fswat.com	+243892730619	
02	BIABIA Popol	M	"	—	—	
03	OLUMA NKINBAIKOY ci Gera	M	"	oluma.oluman@gmail.com	+243819088702	
04	MOKANGO MARIY- MOBO		- 11 -	mokangogabriel@gmail.com	+2438865101215	
05	SANI ZOUERA	F	ERE UNIKIN	sanizouera@gmail.com	—	
06	TENA-TENA MATEUS	M	ERE	davmatuse@gmail.com	0895402301	
07	NZADI BILONDA Jesula	F	ERE/UNIKIN	jesulanzadi@gmail.com	0822660085	
08	KANJINGA NGAY Anake	M	ERE/UNIKIN	andelekanjinga@gmail.com	0721694464	
09	MAMPUYANZITA	M	ERE/UNIKIN	simvlicem57@gmail.com	0898464522 0999340214	
10	Amadjet KOHAYI	M	ERE/UNIKIN	kambajavaclet@gmail.com	0810584632	
11	BUKASA NUAMBA	M	ERE / "	lincolnbukasa@gmail.com	0816287472	
12	NEWERI KAKAKI	M	ERE/UNIKIN	chavottekarakaki@gmail.com	0810789220	
13	BUEHAM MBIDIKA BONNI	M	ERE/UNIKIN	mbidibonny@gmail.com	082239952	
14	KANDALA Nuamba	M	ERE/UNIKIN	kankelele28@gmail.com	082544001	
15	LIKENGE AUGUSTINI	M	ERE/UNIKIN	auguylikenge@gmail.com	0817519100	
16	BOYZARI Seddits	M	ERE/CRREBaC elerehem	S.bozari@cih.dz	0992306148	
17	LUJI MPATA	M	ERE			
18	NIAMBUWE EVARISTE	M	ERE	evaristebambuwu47@gmail.com	0125256543	
19	ALUDA MAYO	M	ERE	patry.aluda@gmail.com	0824630041	
20	KANGOHBE LUMANGU REMY	M	ERE	remy.kangohbe@gmail.com	0818416540	
21	LUBENGA MPUNGU ferge	M	ERE	serlubenga@gmail.com	0811744374	
22	KALONJI KABEMBA NOEL	M	ERE	noel.kaloni@gmail.com	0828907446	
23	BSELEDGE MBO Christian	M	ERE	christianbseledge@gmail.com		

N°	Noms	Genre	Institution	Email	Téléphone	Signature
24	NKANZA KIA	M	ERE/UNIKIN	kanza.kia@gmail.com	0979461612	
25	MUSANGA MAISON Jony	M	ERE/UNIKIN	jeanmusangad @gmail.com	0910051096	
26	BATHIZUE KARIBAGO BAGA FRANA	F	ERE/UNIKIN	makiradab @gmail.com	09823244 31	
27	MURHULA MUSHAMAIRWA Emergy	M	ERE/UNIKIN	emerymurhula@ yahoo.fr	0947372577	
28	KANBALE HORRE EDISON	M	ERE/UNIKIN	ihomceddy@ gmail.com	0997920745	
29	IRON GONINGI IGBO BREN VENU	M	ERE/UNIKIN	mbahgoningisuu@ gmail.com	095222161	
30	SIBITALI AUKAWA SIKPANE	M	ERE/UNIKIN	sibitaliukawa@gmail.com	0824328334	
31	NAETHWERE MEROLYNE	F	ERE/UNIKIN	merolyne@gmail.com	+25677602468	
32	IKAYA QUEEN EUNICE	F	"	ikayaqueen@gmail.com	+2347067405296	
33	NSAKALA LANDU TABITHA	F	ERE/UNIKIN	tabithansakala@gmail.com	0819652112	
34	WALA KAFUTI	M	CRREBAC/ERE	walamaf@gmail.com	0825845312	
35	LAUDRY NTAABO	M	CRREBAC/ERE	laundry.ntaabo@gmail.com	0823267278	
36	Keduit DJAMIL	M	ERE	d.keduit@gmail.com	0979596111	
37	BONASTEMBO ITAMINA	M	ERE	bonastembo@gmail.com	0816585477	
38	MUKEMBAKANI TRINQUA CHRISTIAN	M	ERE/UNIKIN	christiankygaa@gmail.com	0828487698	
39	BANKINGIME YEKE FREDERIC	M	ERE/UNIKIN	medonibankingime@gmail.com	0814045376	
40	BENJAMIN KITAMBO	M	CRREBAC	kitambobenjamin@gmail.com	0853003184	
41	GENIE-SPINAR WTONABO	M	CRREBAC/ERE	genie.wtonabo@gmail.com	0897286852	
42	KIMPAKALA JIAMBUBU GLADE	F	ERE/UNIKIN	gladejiambubu@gmail.com	0817012039	
43	NGOYI LUMAMI	M	ERE/UNIKIN	ngoyilumami@gmail.com	0819563222	
44	NGANDU FELLY	M	CRREBAC-ERE	felixngandu@gmail.com	0852780555	
45	Raphael TBKIMANGA	M	CRREBAC-ERE	raphael.tbkimanga@yahoo.fr	08209494 56	
46	Benjamin Kitambo	M	CRREBAC-ERE		08530031 84	
47	BOLA BOSUMBO GOTE	M	CRREBAC/ERE	gote.bola@gmail.com	0912119737	
48	WAZI & BONSO	F	CRREBAC/ERE	wazi.kagumbo@gmail.com	+24333574 1658	





[www.crrebac.org](http://www.crrebac.org)