

Space for Climate Observatory, Evolution Climatique dans la région du LAc Tchad (ECLAT)

Note de synthèse

CLS-ENV-RP-22-0142

Issue : 2.0

Date : 20/05/2022

Limited distribution/Diffusion limitée/Distribución limitada

L'Observatoire Spatial du Climat (*Space Climate Observatory* = SCO) est une initiative mondiale visant à étudier et surveiller les impacts complexes du changement climatique afin de s'y adapter. L'objectif du projet SCO ECLAT est de fournir des outils automatisés d'aide à la décision à partir d'imagerie d'observation spatiale pour observer, évaluer et prédire des impacts de l'évolution climatique dans la région du Lac Tchad.

La genèse provient du projet *Earth Observation for Sustainable Development* (EO4SD) de l'ESA sur la thématique FCS « Fragilité, Conflits et Sécurité » qui a sélectionné la région du Lac Tchad comme étant l'une des zones prioritaires en matière d'aide, après consultation de la Banque Mondiale et du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). La récurrence d'événements climatiques extrêmes ces dernières années entraîne des conséquences graves en termes de pression sur les ressources naturelles et de déplacements de population, en augmentant l'insécurité alimentaire et les conflits.

La Région du bassin du Lac Tchad est bordée par 4 pays : le Tchad, le Cameroun, le Niger et le Nigeria et s'étend sur une surface d'environ 33 km². À la suite de l'intérêt manifesté par d'autres parties prenantes telles que le Centre de Suivi Écologique (CSE) au Sénégal et l'Union Africaine, 2 autres sites d'études ont également fait l'objet d'une analyse : le Parc Tocc Tocc au Sénégal d'une surface d'environ 12 km² ainsi que le Parc W à cheval entre le Bénin, le Niger et le Burkina Faso, d'une surface d'environ 42 km².

La méthodologie peut être décomposée en 3 principales étapes :

- (i) Recensement, évaluation et sélection des bases de données de calibration et de validation
- (ii) Production des cartes d'occupation du sol
- (iii) Développement d'indicateur de développement durable

Les bases de données ont été utilisées pour la calibration des modèles de classification, la validation et la correction des cartes d'occupation du sol résultantes. Cette étape est constituée de 3 sous-étapes : a) recensement des bases de données existantes b) évaluation c) sélection.

25 bases de données libres d'accès disponibles sur le continent africain et couvrant les 3 zones d'études ont été analysées.

Les 6 classes d'occupation du sol suivantes ont fait l'objet d'une attention particulière :

- Surfaces artificielles
- Surfaces en eau et zones humides
- Sol nu
- Terre cultivées
- Végétation
- Forêt

Pour la région du Lac Tchad, l'évaluation des bases de données a consisté en la mise en œuvre d'un plan d'échantillonnage aléatoire non stratifié et non pondéré (en raison de contraintes de temps et de budget) avec le tirage de 325 unités primaires d'échantillonnage (*Primary Sample Units* = PSU) de 2 km × 2km. 10 unités secondaires d'échantillonnage (*Secondary Sample Units* = SSU) ont ensuite été sélectionnées à l'intérieur de chaque PSU et photo-interprétées avec des outils de validation gratuits en ligne Open Foris Collect Earth, à l'aide des fonds de carte disponibles (Google Earth, Bing Maps, Sentinel-2) et de Google Earth Engine pour le calcul des indices de NDVI annuels sur des séries temporelles Sentinel-2, Landsat-8 et Modis.

Les bases de données ont fait l'objet d'une harmonisation de leur nomenclature avec celle du projet SCO ECLAT (cf. Table 1) et ont été comparées avec les échantillons de référence au moyen d'indices statistiques, tels que les précisions producteur, utilisateur, globale et F1-Score.

L'évaluation des bases de données repose sur une notation en 5 critères : résolution spatiale, fiabilité, dernière date de mise à jour, généalogie / profondeur de la série de données et F1-Score obtenu.

Les meilleures bases de données ont été sélectionnées pour chaque site et chaque thématique ou classe d'occupation du sol (cf. Table 1 ci-dessous).

Table 1: Sélection des meilleures bases de données par thématique pour les 3 zones d'étude

Thématique	Région du Lac Tchad	Parc Tocc Tocc Sénégal	Parc W Niger
Zone artificielle	Global Human Settlement	Global Human Settlement	Global Human Settlement
Surface en eau	Global Surface Water	Global Surface Water	Global Surface Water
Zone humide	G3WBM Yamazaki	Global 1sec Water Body Map	Global 1sec Water Body Map
Terre cultivable	FROM-GLC	GFSAD30AFCE	GFSAD30AFCE
Végétation	FROM-GLC	FROM GLC & ESA CCI Land Cover Africa 20m	FROM-GLC
Forêt			FROM-GLC
Sol nu	MODIS Bare soil layer	Copernicus Global Land Service Land Cover	Copernicus Global Land Service Land Cover

Les données d'observation de la terre utilisées pour produire les cartes d'occupation du sol sont constituées des séries temporelles Sentinel-2 pour les années 2018, 2019 & 2020, accessibles gratuitement (open-data) au niveau de prétraitement L2A, corrigées des effets atmosphériques à l'aide de l'algorithme MAJA.

Les cartes d'occupation du sol ont ensuite été produites avec la chaîne iota-2 open-source basée sur Orfeo Toolbox (OTB), développée par le Centre d'études spatiales de la biosphère (CESBIO), en partenariat avec le Centre national d'études spatiales (CNES). L'algorithme de classification supervisée Random Forest largement éprouvé dans la littérature a été retenu. La précision globale maximum obtenue est de 72%, 82% et 69% pour la région du Lac Tchad, le Parc Tocc Tocc au Sénégal et le Parc W, respectivement, ce après correction à l'aide de bases de données auxiliaires (cf. exemple Figure 1).

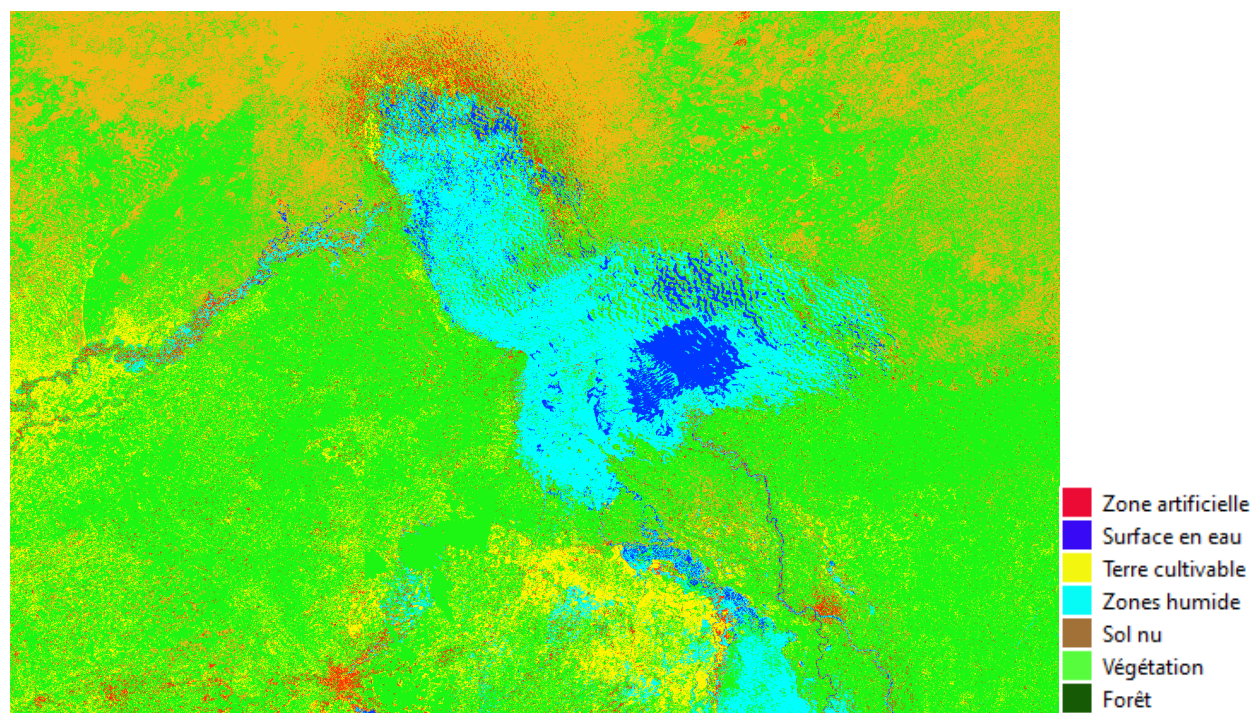


Figure 1 : Cartographie de l'occupation du sol dans la région du Lac Tchad en 2020

La 3^{ème} étape a consisté dans le développement de 3 indicateurs de développement durable, répondant à plusieurs objectifs de développement durable des Nations Unies (*Sustainable Development Goals* = SDG). Ces indicateurs ont retenu l'intérêt de l'Agence Française de Développement (AFD) et devraient faire l'objet d'une valorisation future.

- **L'Indicateur de développement agricole** est basé sur le Dynamic Habitat Index (DHI) pour lequel sont calculées les valeurs minimales, cumulatives et écart-type de la série temporelle NDVI sur la période observée (6 mois à 1 an). Le DHI permet de distinguer les cultures entre la saison des pluies de janvier à juin et la saison sèche de juin à décembre. Du fait de l'importance des surfaces agricoles dans la région du Sénégal, cet indicateur s'est révélé très utile selon le CSE pour le suivi des jachères, de la salinisation et du lessivage des parcelles, ainsi que de l'éventuelle surexploitation des terres agricoles.
- **L'Indicateur de développement orienté sur la sauvegarde des écosystèmes en eau** vise à étudier l'évolution de la pression urbaine sur les écosystèmes en eau. Les surfaces en eau permanente et saisonnière sont des ressources stratégiques soumises à la pollution venant des zones artificialisées. Les pollutions les plus importantes viennent des eaux souillées venant des habitations, commerces et industries qui sont rejetées et non-traitées et peuvent poser de graves perturbations dans la qualité des écosystèmes en eau. L'indicateur permet d'analyser la répartition spatiale des zones urbaines en regard des eaux permanentes et des eaux saisonnières et de constater son évolution. L'étude menée dans un périmètre de 500 m (puis de 1000 m) révèle une présence plus importante et en augmentation entre 2018 et 2020 des zones urbaines proche des eaux temporaires.
- **L'Indicateur de développement sur la dynamique urbaine** qui consiste à confronter l'évolution de l'artificialisation à celle de la population, a permis d'identifier une tendance à la densification régulière sur la ville de N'Djamena et ses alentours (dans la limite de 50 km) sur le pas de temps 2000 - 2020 et notamment sur la période étudiée 2018, 2019 et 2020.

Le projet SCO ECLAT a permis grâce à l'utilisation de données d'observation de la Terre de suivre la dynamique de changement d'occupation du sol, ainsi que la détection des changements abrupts, cycliques et à long terme, en vue de la mise en place d'un système d'alerte.