



## Cartographie des ressources en eau de la République du Tchad – Projet ResEau 2

---

### ResEau 2 : Comité scientifique n°1

14 octobre 2016

#### Procès-verbal

La première réunion des membres du Comité scientifique du programme ResEau 2 s'est tenue à la Maison Internationale de l'Environnement à Genève le 14 octobre 2016.

#### OUVERTURE

M. Einar Bjorgo, Manager UNOSAT, souhaite la bienvenue à l'ensemble des membres du nouveau Comité scientifique. Il remercie Monsieur l'Ambassadeur, ainsi que les représentants des ministères de l'eau et de l'enseignement supérieur pour leur participation active à la journée de célébration des 15 ans d'UNOSAT organisée le 11 octobre au Palais des Nations. M. Bjorgo rappelle que les objectifs du programme ResEau sont en lien direct avec les nouveaux objectifs de développement durable de l'Agenda 2030 où la thématique de l'eau est centrale. Il précise que l'équipe UNOSAT-ResEau a été fortement renouvelée et consolidée pour relever les nouveaux challenges scientifiques et techniques de la phase 2. Il souhaite une très bonne session de travail à l'ensemble des membres du Comité.

M. l'Ambassadeur remercie UNITAR pour son hospitalité. Il souligne le rôle essentiel joué par UNOSAT dans le cadre de la première phase du projet et remercie chaleureusement toute l'équipe technique basée en Suisse et au Tchad pour la qualité du travail et les résultats obtenus. Il exprime aussi toute sa reconnaissance au gouvernement suisse et remercie M. Willie Graf pour le travail réalisé depuis son arrivée à la direction du bureau de la coopération suisse au Tchad, ainsi que tous les personnes qui se sont engagées. M. l'Ambassadeur réitère son souhait que le projet soit mis en avant, et demande aux représentants suisses de donner plus de la visibilité aux très bons résultats obtenus. Enfin, il souligne l'importance de cette première réunion du Comité Scientifique ResEau 2. En sa qualité de président sortant, il rappelle l'importance des travaux des membres du Comité scientifique et souhaite que la deuxième phase du projet bénéficie du même enthousiasme de la part de l'ensemble des acteurs impliqués.

#### COMITÉ SCIENTIFIQUE RESEAU 2 : OBJECTIFS, RÔLE ET FONCTIONNEMENT

A la demande de la DDC, l'ordre du jour proposé par le Chef de projet UNOSAT a été modifié afin de procéder à l'élection du nouveau président du comité en début de séance et lui confier la modération et l'animation des débats.

Sur proposition de M. l'Ambassadeur, M. Isseini Moussa est élu président du Comité Scientifique ResEau 2.

Sur proposition de la DDC, M. Marc-André Bünzli est élu président suppléant du comité.

M. Isseini Moussa remercie les membres du Comité pour leur confiance. C'est un grand honneur, mais aussi

un défi pour être à la hauteur de ses illustres prédécesseurs à ce poste.

Suite au rappel des objectifs du programme, M. Sénégas présente les principaux résultats attendus pour chacun des trois effets de la deuxième phase du programme en insistant sur la composante cartographique. Il présente ensuite les rôles et responsabilités de chacune des trois instances de gouvernance, les interactions à établir avec le Comité de lecture, et l'organisation des équipes ResEau. Il mentionne les difficultés rencontrées pour identifier un expert en sédimentologie du Sahel et du Sahara pour renforcer le Comité scientifique.

M. Pasteur mentionne les problèmes sur les progrès d'avancement du programme au Tchad consécutifs au blocage de la contribution budgétaire tchadienne depuis un an. Des discussions sont en cours entre le BuCo et le MEA. Les activités 'GIRE' sont remises en cause et des décisions seront prises à court terme pour que la composante cartographique (BD SIRE/SITEAU, et cartes hydrogéologiques) soit poursuivie par les équipes tchadiennes et suisses.

M. Bünzli fait remarquer que la documentation présentée est articulée autour de la production des cartes alors qu'il est essentiel de discuter des contenus de ces cartes. Il faut comprendre la problématique avant de se lancer dans la production cartographique. Les objectifs et le contenu des cartes doivent être définis. Il précise que le socle minimum de réussite du projet est la capacité à produire de nouvelles connaissances.

M. Ornstein demande si le concept cartographique ResEau 1 a été validé et si les ingénieurs du MEA sont en capacité de produire les cartes hydrogéologiques ResEau. M. Sénégas précise que la méthodologie a été validée par le Comité scientifique ResEau 1 et qu'il n'est pas dans les objectifs du programme de transférer ce savoir-faire au Tchad, mais de former des experts en géomatique en capacité de produire des cartes et analyses ad-hoc.

M. Musa Mohamed rappelle le problème de la contrepartie budgétaire tchadienne toujours bloquée et la nécessité de s'entendre sur un programme minimum d'activités à réaliser depuis le Tchad. En conséquence, il est convenu qu'UNOSAT établira une proposition listant les activités essentielles à conduire depuis N'Djaména pour mener à bien la collecte et la qualification des informations nécessaires et utiles.

M. Bjorgo mentionne qu'il est essentiel d'améliorer la communication au sein du projet pour renforcer l'efficacité des activités et une meilleure coordination.

En conclusion, M. Moussa propose que la méthodologie à mettre en place pour le développement du concept cartographique ResEau 2 soit développée et proposée par UNOSAT sur la base des connaissances existantes.

## **PLAN D'ACTION RESEAU 2**

M. Isseini, nouveau président du Comité scientifique, remercie les membres pour la confiance qu'on lui accorde ainsi que M. Zwahlen (ancien président) pour cet héritage important et passionnant. M. Sénégas présente les cartes à produire durant la phase 2 sur la zone centrale du Tchad. Au total, 34 feuilles sont prévues : 9 au 1:500'000, 24 au 1:200'000 (définies en fonction de la densité de population) et 1 hors-série sur la ville de N'Djaména. Les zones pilotes sélectionnées pour mettre en place le concept cartographique sont les feuilles Lac Fitri et Ouaddi Haddad pour la série au 1:500'000, N'Gouri et Abéché pour celle au 1:200'000.

## **Colloque scientifique ResEau 1**

Le colloque scientifique prévu pour novembre 2016 a été déplacé à une date ultérieure notamment du fait de l'absence de consultation et d'implication du Ministère de l'Eau et de l'Assainissement dans l'organisation de l'événement.

## **Atlas hydrogéologique ResEau 1**

Le colloque scientifique étant repoussé, les contraintes temporelles d'impression de l'atlas hydrogéologique sont réduites. Une correction approfondie de l'atlas sera effectuée dans les prochains jours. Des versions provisoires ont été distribuées lors de cette session.

## **CONCEPT CARTOGRAPHIQUE RESEAU 2**

### **Etat d'avancement et plan d'actions**

#### *Méthodologie*

A ce jour les travaux sur la zone d'étude de la phase 2 ont consisté à collecter les données d'archives (cartes, rapports et articles), développer le concept cartographique et de produire les fonds de cartes pilotes du Lac Fitri (1:500'000) et de N'Gouri (1:200'000).

Le comité souligne qu'il est essentiel de clarifier le contenu cartographique sur toute la zone de la phase 2 de ResEau avant tout développement méthodologique. En effet, les problématiques abordées en phase 1 sont très différentes de celles à traiter en phase 2 du fait du contexte prédominant du bassin sédimentaire du Lac Tchad (sédiments meubles, aquifères superposés, densité d'information). La zone de la phase 2 doit être traitée dans son ensemble, aussi bien au niveau de la récolte, traitement et analyse des informations disponibles, qu'au niveau de l'interprétation et compréhension des phénomènes géologiques et hydrogéologiques s'y appliquant.

La prochaine session plénière du Comité scientifique pourrait avoir lieu entre janvier et février 2017 afin d'être en mesure de proposer un concept cartographique associé à une représentation visuelle. L'objectif étant de valider le concept et la maquette d'ici à mai 2017.

#### *Données*

UNOSAT précise qu'un audit des données existantes et disponibles est en cours. D'autres données ont été identifiées chez différents acteurs (IRD, BGR, BRGM, etc.). Le comité souligne qu'au-delà des données, ces institutions disposent de connaissances remarquables des processus hydrogéologiques. Aussi, pour le bon développement du concept cartographique et pour l'amélioration des connaissances hydrogéologiques du territoire, il est nécessaire de renforcer les liens et échanges avec ces différents acteurs. De plus, une analyse des données disponibles ainsi que le travail à effectuer est tout aussi impératif afin d'apprécier le temps nécessaire ensuite à la production cartographique.

Les soutiens de M. Ndjoh-Messina et de M. Sérélé ainsi que du CDIG sont indispensables pour fructifier la base de données SITEAU et la bibliographie régionale nécessaire pour la réalisation de cette deuxième phase.

#### *Partenariat*

Les collaborations entre les partenaires du projet sont nécessaires afin d'avoir une dynamique de réflexion commune. M. Ismaël Moussa Mohamed prend l'exemple de l'absence des données des forages pétroliers profonds vers N'Djaména dans la base de données SITEAU. M. Guidotti propose de renforcer la relation avec la CBLT (Commission du Bassin du Lac Tchad) afin d'assurer la discussion scientifique avec les spécialistes de la zone. Il est aussi proposé qu'une personne de la CBLT puisse participer en tant qu'invité à un Comité scientifique ou de lecture en fonction de la disponibilité et de l'intérêt. En plus de renforcer les relations avec la CBLT, il sera primordial de discuter ou d'envisager un partenariat avec le BGR et le BRGM (en cours) afin d'avoir accès à leurs données et avis scientifiques, notamment sur le système hydrologique "Chari-Logone-Lac Tchad". Le Comité scientifique demande aux autorités helvétiques d'entreprendre une démarche formelle auprès des autorités allemandes, et de son ministre des Affaires Etrangères, afin d'accéder à ces données. Il

est capital de valider les informations du projet et d'échanger nos réflexions avec les organismes déjà présents sur le territoire.

### **Comité de lecture**

Dans un premier temps, les membres du Comité de lecture seront amenés à se concentrer sur le fond de carte et ouvrages sur un lot de cartes donné. Dans un second temps, sur le contrôle qualité du produit final recto-verso. Les membres du comité de lecture peuvent posséder des connaissances et des données complémentaires à celles de la CBLT. Les termes de référence du comité de lecture préparés par UNOSAT seront repris en tenant compte du plan d'action de la composante 1 du projet.

### **Remarques et décisions**

M. Ismaël Moussa Mohamed suggère au Comité scientifique de faire une carte hors-série transfrontalière du Lac Tchad. Cette carte devrait être conjointement produite avec la CBLT avec comme thématique centrale "la gestion de la ressource en eau ainsi que sa qualité". Afin d'obtenir des données transfrontalières, il sera nécessaire de réaliser une corrélation et coordination au niveau régional.

Pour tout ce qui a été exprimé ci-dessus, il est demandé de retarder la production des cartes jusqu'à ce que le concept cartographique soit clairement défini. La proposition de l'agenda de production par lot est à réviser en fonction de l'analyse des informations disponibles (répartition géographique, qualité, etc.). Ceci est à coordonner entre l'équipe UNOSAT de Genève et celle de N'Djaména, en identifiant les tâches prioritaires afin de consolider les données et analyses.

### **Fond de cartes**

Le Comité scientifique a souhaité limiter les discussions se rapportant à la méthode de production du fond de carte. Cette présentation a donc été annulée et un bref résumé a été présenté. En résumé, la méthode de classification des villages est basée sur l'utilisation conjointe des données de densité de population WorldPop, des informations de cartes et des digitalisations d'OpenStreetMap et d'UNOSAT. Le réseau routier a été conçu à partir des données du SIDRAT, d'OpenStreetMap et de digitalisation à UNOSAT. Le réseau hydrographique est soit corrigé, hiérarchisé et analysé depuis les données SIDRAT, soit digitalisé à UNOSAT à l'aide d'images satellitaires et de publications récentes. Les courbes de niveau altimétriques ont été extraites du SRTM et ont été lissées manuellement.

Une carte synoptique du Méga-Lac Tchad au 1 : 6'000'000 a été préparée. Cette carte représente la géomorphologie de ce dernier, le réseau hydrographique actuel ainsi que le paléo-rivage holocène (altitude de 325±5 m). Celle-ci a été réalisée dans le but de remplacer la représentation des bassins versants.

### **Géologie et hydrogéologie**

L'équipe d'UNOSAT présente une première synthèse du contexte climatique, géologique et hydrogéologique des territoires couverts par la phase 2 du projet. L'emphase a été mise sur la zone pilote de la carte Lac Fitri.

Les unités géologiques sont principalement constituées de dépôts sédimentaires argilo-sableux quaternaire et tertiaire et le socle cristallin précambrien. Les dépôts quaternaires récents couvrent la majorité du découpage de la phase 2 ce qui implique que l'interprétation géologique devra être faite non seulement à l'aide des méthodes de télédétection mais aussi grâce aux données géologiques en profondeur (coupes issues de la littérature et données de forages). Concernant les méthodes de télédétection pour la différenciation de

ces zones, il a notamment été proposé :

- Les données Landsat-8 devraient permettre de différencier les cuvettes argileuses au sein des sables Ogoliens.
- Les images radar Sentinel-1 pour estimer l'humidité de surface des sols.

La détermination des unités aquifères et leur évaluation est rendu plus difficile par la nature sablo-argileuse des dépôts sédimentaires. Une colonne et une coupe hydrostratigraphique synthétisant les différentes unités hydrogéologiques reconnues existantes ont ainsi été présentées. Les données piézométriques les plus récentes sont disponibles dans les rapports de la CBLT :

une première représentation tridimensionnelle des niveaux piézométriques a été présentée. Les données de la CBLT de qualité de l'eau ont été comparées à celle de la base de donnée SITEAU. Le résultat montre l'hétérogénéité des résultats à plusieurs niveaux (répartition spatiale et date des prélèvements). Un effort supplémentaire devra être fourni pour homogénéiser l'information.

Pour représenter et délimiter les zones d'eaux libres permanentes et temporaires, UNOSAT souhaite accéder aux données de la CBLT et de l'IRD. En attendant de recevoir ces données d'archives, UNOSAT a réalisé une représentation actualisée des zones d'eaux libres temporaires et permanentes à partir de l'étude de séries temporelles Landsat 8 de 2014, 2015 et 2016. Pour chaque année, l'extension des zones en eau a été déterminée à 3 états du Lac Tchad : crue lacustre de la cuvette sud, crue lacustre de la cuvette nord, étiage. L'intérêt de cette étude est d'observer l'évolution actuelle des zones en eau et de pouvoir les comparer aux relevés météorologiques des capteurs satellitaires (FEWS, GPM).

La CBLT est un acteur incontournable des informations géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques pour la phase 2. Ainsi, il serait souhaitable que La CBLT partage ses informations sur le système de multi-aquifère et sur la piézométrie.

Le comité insiste sur le fait que la production de nouvelles connaissances doit être au cœur du projet ResEau. Il s'agit effectivement de détecter les formations présentant les plus forts potentiels en eau, de déterminer la profondeur du socle et de distinguer les différents corps sédimentaires quaternaires. Pour cela il est nécessaire d'avoir une vision synoptique et pertinente du bassin du Lac Tchad et de comprendre l'ensemble de son évolution. Ainsi, il est essentiel de croiser les informations provenant de l'imagerie satellitaire avec celles provenant des ouvrages et des données géophysiques. Le couplage de ces informations de surface et de profondeur devra être au cœur des futurs développements méthodologiques. Ainsi, M. Bünzli propose les principaux points suivants qui devront être pris en compte lors de la finalisation de la méthodologie :

1. Considérer avant tout l'ensemble du bassin du Lac Tchad afin d'avoir une image cohérente des ensembles géologiques sur l'étendue de la phase 2. La lecture géomorphologique et la compréhension précise des phénomènes sédimentologiques seront les outils de base pour y parvenir.
2. L'utilisation des techniques d'imagerie satellitaire notamment pour la reconnaissance des sédiments alluviaux mais également pour les zones de résurgences.
3. L'exploitation des données récentes hydrochimiques et piézométriques des points d'eau du BGR pour la représentation du niveau de la nappe et de la qualité d'eau.
4. Une réflexion doit être menée dès que possible sur le sujet des cartes synoptiques du verso des cartes.

## Ouvrages hydrauliques

L'équipe d'UNOSAT présente le travail effectué sur les ouvrages hydrauliques de la zone pilote du Lac Fitri. Elle met en avant le problème d'identification/de référence de ceux-ci entre la base de données SITEAU et les

publications ou documents des ouvrages concernés. Les informations sont souvent en double, erronées ou incomplètes ce qui peut créer un problème dans l'interprétation et l'analyse du système hydrogéologique. Il y a donc un travail de correction des données et de contrôle qualité à faire, principalement par le CDIG et en traitant prioritairement les données récentes. Les membres du Comité scientifique demandent à ce que le prochain Comité de lecture prenne position sur les corrections de SITEAU sur les ouvrages.

Au vu de la quantité d'ouvrages disponibles sur les zones d'étude du sud de la phase 2 et de la phase 3, une nouvelle approche par pondération a été présentée. Elle se base sur la disponibilité d'information pertinentes et nécessaires à l'analyse hydrogéologique (niveau statique disponible, profondeur d'ouvrages, date de réalisation, essais d'eau réalisé, etc.) pour chaque ouvrage disponible sur la zone de la phase 2 ; ainsi que la densité minimum et maximum d'ouvrages de chaque type par km<sup>2</sup>, liée à la densité de population. Cette approche par pondération est modulable et automatisable selon les besoins et type d'analyses désirées à l'ensemble de la couverture de la phase 2. Les informations transmises à UNOSAT par le BGR seront intégrées à l'étude et analyse globale de la zone. De plus, les courbes isopièzes seront dessinées sur la base des informations disponibles dans les ouvrages hydrauliques, ainsi que provenant de sources bibliographiques.

Concernant la légende hydraulique, les membres du comité demandent à ce que l'on représente les ouvrages secs. Il est possible de représenter des ouvrages avec des couleurs différentes afin de distinguer l'aquifère de surface et l'aquifère profond.

Le comité sollicite UNOSAT pour faire un test de délimitation des zones irriguées sur 3 secteurs afin d'étudier la possibilité de les représenter sur les cartes.

### **Éléments des cartes hydrogéologiques**

Lors d'un tour de table, une première réflexion sur des éléments potentiels à représenter sur la carte hydrogéologique. Les voici listés ci-dessous :

- Courbes isopièzes (recto) ;
- Débit et niveau d'eau (recto) ;
- Type d'aquifère (recto) ;
- Hydrochimie (verso) ;
- Densité de population – taux de couverture d'alimentation (verso) ;
- Profondeur du toit de l'aquifère ;
- Profondeur du toit du socle ;
- Paléo-chenaux – paléo-rivages ;
- Cibles hydrogéologiques ;
- Zones de recharge et d'évaporation ;
- Zone avec indice qualité de l'eau ;
- Mauvais puits (pollution Li) ;
- Zones irriguées, et
- AEP (Adduction en Eau Potable) et ouvrages les alimentant.

## CLÔTURE

Pour conclure, M. Moussa remercie la présence de tous les acteurs qui contribuent à faire évoluer ce fabuleux projet ResEau et à faire grandir les connaissances sur les ressources en eau du Tchad. Il remercie plus particulièrement les nouveaux amis/membres du Comité scientifique et souhaite à tous une bonne entente et travail durant la phase 2.

## QUESTIONS AU COMITÉ DE PILOTAGE – PROPOSITIONS DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Les questions adressées au Comité de pilotage peuvent être résumées comme suit :

- Intérêt de la production d'une carte hors-série sur la zone du Lac Tchad ?
- Avis sur le nouveau délai de production des cartes ? Faut-il garder le calendrier de production-impression (sachant que la coopération avec le BGR et la CBLT va très probablement prendre du temps).
- Quelles sont les activités minimales et leurs délais devant être entreprises par les autorités tchadiennes pour fournir des données à l'équipe technique UNOSAT Genève?
- Mettre en place une hiérarchie avant de rentrer dans des discussions sur le projet ainsi qu'une feuille de route du Comité de Pilotage.
- Quel est le rôle de la DDC et de tous les partenaires par rapport aux contacts à la CBLT, BRGM, etc.?
- Est-ce qu'une personne du Comité de lecture devrait faire partie de la CBLT? Ou simplement être invitée comme par exemple Mme Sarah Inès Vassolo qui pourrait être invitée à un Comité scientifique ou de lecture sans avoir le statut de membre.

## AUTRES

La documentation ayant trait à ce Comité scientifique a été envoyée en préparation de la séance. Les présentations PowerPoint sont disponibles en annexe de ce document.

Le prochain Comité scientifique se tiendra début d'année 2017, date à préciser.

Genève, le 24 octobre 2016

UNOSAT/UNITAR



## PARTICIPANTS

### Membres du Comité

- **Dr. Moussa Isseini**

Géologue, Directeur de la Recherche Scientifique et Technique, Représentant du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique de la République du Tchad, Président du Comité scientifique.

- **M. Marc-André Bünzli**

Chargé de programme, Chef du groupe spécialisé WES (Water and Environmental Sanitation), Département fédéral des affaires étrangères, Direction du Développement et de la Coopération, Aide Humanitaire et CSA, Président suppléant du Comité scientifique.

- **SE M. Bamanga Abbas Malloum**

Ambassadeur Extraordinaire et Plénipotentiaire, Représentant Permanent du Tchad.

- **M. Ismaël Moussa Mohamed**

Hydrogéologue, Coordinateur ResEau, Ministère de l'Élevage et de l'Hydraulique de la République du Tchad

- **M. Boris Maver**

Chargé de programme Tchad, Département Fédéral des affaires étrangères, Direction du Développement et de la Coopération, Division Afrique orientale et australe

- **Dr Stefan Strasky**

Géologue, Responsable du département de géologie, Office fédéral de topographie, swisstopo

- **M. Pascal Ornstein**

Expert SIG et Hydrogéologue, Directeur Adjoint du centre recherche en environnement alpin (CREALP)

- **Dr Ellen Milnes**

Hydrogéologue, Membre du Corps Suisse

- **M. Olivier Sénégas**

Expert SIG et Télédétection, Chef de projet ResEau Tchad, UNITAR-UNOSAT

### Personnes Invitées

- **Dr Einar Bjorgo**

Directeur UNOSAT, UNITAR

- **M. Gianluca Guidotti**

Chargé de programme ResEau 2, DDC Tchad

- **M. Ivann Milenkovic**  
Géologue-Hydrogéologue, Responsable scientifique et technique ResEau, UNITAR-UNOSAT
- **Prof François Zwahlen**  
Hydrogéologue, Conseiller scientifique ResEau, UNITAR-UNOSAT
- **Dr Maëlle Aubert**  
Analyste en télédétection, UNITAR-UNOSAT
- **Mme Tiffany Tchang**  
Géologue-Géomaticienne, UNITAR-UNOSAT
- **Mme Valérie de Feo**  
Géologue, UNITAR-UNOSAT
- **Mme fatma Maatar**  
Hydraulicienne, UNITAR-UNOSAT
- **Dr Toufik Bekaddour**  
Géologue-Hydrologue, UNITAR-UNOSAT
- **Dr Charles Sérélé**  
Hydrogéologue, Assistant technique, UNITAR-UNOSAT N'Djaména
- **M. Calvin Ndjoh-Messina**  
Expert SIG, UNITAR-UNOSAT N'Djaména