



Ministère de l'Hydraulique
Rurale et Urbaine
République du Tchad



unitar
United Nations Institute for Training and Research



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Direction du développement
et de la coopération DDC

Cartographie des ressources en eau de la République du Tchad – Programme RésEAU I

4^{ème} réunion du Comité Scientifique

Procès-verbal

La quatrième réunion du Comité Scientifique du programme RésEAU s'est tenue au siège de l'Aide Humanitaire et CSA à Köniz le 21 novembre, et au Palais Fédéral à Berne le 22 novembre 2013.

L'agenda comportait les points suivants:

- L'avancement du programme RésEAU au cours du 3^{ème} semestre, sous forme de communication.
- La production des cartes hydrogéologiques aux 1:200 000 et 1:500 000: stratégie et calendrier de production des cartes, validation de leurs contenus (format, contenu cartographique et légendes du recto, notice explicative et illustrations du verso), et le contrôle qualité.
- La présentation des résultats de la mission Ennedi 2013 et l'organisation de la seconde mission scientifiques Grès de Nubie 2014.
- Les stratégies de valorisation des travaux et des missions scientifiques (publications, analyses)

Cette réunion s'est déroulée de manière structurée et productive, avec beaucoup d'enthousiasme pour les résultats cartographiques produits à ce jour et les nouvelles connaissances acquises sur l'hydrogéologie du Wadi Fira et de l'Ennedi.

Participants avec droit de vote

- **S.E. M. Bamanga Abbas Malloum** (21 nov.)
Ambassadeur Extraordinaire et Plénipotentiaire, Représentant Permanent du Tchad, co-président du Comité Scientifique
- **Pr. François Zwahlen**
Prof honoraire, Centre d'hydrogéologie et de géothermie, Université de Neuchâtel, co-président du Comité Scientifique
- **M. Mahamat Ali Abdelkerim Annadif** (substitut de M. Mahamat Lamine Younoss Kosso, excusé)
Directeur Adjoint de la connaissance du domaine hydraulique, Ministère de l'Hydraulique Rurale et Urbaine de la République du Tchad
- **Dr Moussa Isseini**
Directeur de la Recherche Scientifique et Technique, Représentant du Ministère de l'Enseignement Supérieur de la République du Tchad
- **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
- **M. Yvan Pasteur**
Chargé de programme Tchad, Département Fédéral des affaires étrangères, Direction du Développement et de la Coopération, Division Afrique orientale et australe

- **Dr Mario Sartori** (21 nov.)
Géologue, Section des Sciences de la Terre, Université de Genève et Centre de recherche en environnement alpin (CREALP)

Participants sans droit de vote

- **Dr Philippe Mouchet** (membre sortant au 31 déc. 2013)
Responsable de l'Institut géographique militaire, Office fédéral de topographie, swisstopo
- **Dr Yves Haeberlin**
Chef de projet RésEAU Tchad, UNOSAT/UNITAR
- **M. Olivier Sénégas**
Chargé de programme RésEAU Tchad, UNOSAT/UNITAR

Personnes Invitées, Secrétariat et Logistique

- **Mme Chrystel Ferret** (21 nov.)
Cheffe de division suppléante, Département Fédéral des affaires étrangères, Direction du Développement et de la Coopération, Division Afrique orientale et australe
- **Dr Olivier Lateltin** (21 nov.)
Responsable du service géologique national, Office fédéral de topographie, swisstopo
- **Dr Stefan Strasky** (nouveau membre au 1^{er} janvier 2014)
Rédacteur Cartographie géologique, Service géologique national, Office fédéral de topographie, swisstopo
- **Mme Amira Kraiem**
Hydrogéologue, UNOSAT/UNITAR
- **Mme Marie-Louise Vogt**
Assistante Technique, UNOSAT/UNITAR
- **Dr Maëlle Aubert**
Analyste en télédétection, UNOSAT/UNITAR (*Secrétariat du comité*)
- **Mme Inge Kyd-Sklenak**
Assistante de division Afrique, Département fédéral des affaires étrangères, Direction du Développement et de la Coopération, Aide Humanitaire et CSA (*Logistique*)

Points institutionnels

M. Mouchet annonce sa dernière participation au Comité Scientifique, et présente son successeur, M. Strasky, géologue, qui entrera en fonction comme membre représentant swisstopo au 1^{er} janvier 2014.

Rôle et responsabilité du Comité Scientifique

Au cours de la séance, M. Bünzli a rappelé que le rôle du Comité Scientifique est de valider les méthodes et les résultats scientifiques, ce qui inclut également une attention particulière au traitement des données et aux techniques de télédétection. Il est par conséquent proposé de compléter le Comité Scientifique avec un expert en télédétection, idéalement par un représentant du CNAR financé par la République du Tchad (Annexe 2).

Principaux points de discussion

Carte Wadi Fira, 1:500 000

Le Comité Scientifique apprécie l'excellent travail effectué sur la carte Wadi Fira, présentée en l'état d'avancement par UNITAR et swisstopo et se réjouit de voir le produit final sortir des imprimantes de swisstopo en mars 2014. La notice hydrogéologique et le bloc diagramme 3D, éléments nouveaux, sont validés, avec quelques points à éditer. Aucune modification majeure des contenus recto et verso n'est exigée, seules quelques corrections sont demandées telles que :

- Compléter la notice avec des informations sur les directions de fracturation du socle (2 à 5 lignes),
- Appliquer la nomenclature de Kilian pour les grès et leur aquifère (Continental de base, Continental Intercalaire et Continental terminal) et éviter le terme ambigu Grès de Nubie.
- Utiliser les dénominations de l'échelle stratigraphique internationale (ICS International Stratigraphic Chart) pour les âges.
- Corriger le tableau d'analyses chimiques, en arrondissant les chiffres et en ajoutant leur date.
- Dessiner sur le bloc diagramme de la végétation, des dunes et des ouvrages hydrauliques productifs/non-productifs et renforcer le bleu des aquifères.
- Pour la carte Ouadi Kadja, substituer la carte synoptique Sultan par une carte de végétation.

Série de cartes hydrogéologiques au 1:200 000

Sur la base de la première maquette Am Zoer et d'ébauches géologiques, le Comité a examiné le contenu recto de la carte et a réfléchi sur une solution pour le verso de cette même carte et sa notice explicative. Les discussions sont faites en tenant compte d'un contenu scientifique cohérent et de qualité et une charge de travail supportable, tenant compte du nombre élevé de feuilles à produire.

La carte principale 1 :200 000 se distingue de la carte 1 :500 000 par ce qui suit :

- Une représentation plus exhaustive des points d'eau et une mise en évidence (symboles de plus grande taille) des ouvrages à débits élevés ($>5\text{m}^3/\text{h}$ au nord et $10\text{m}^3/\text{h}$ au sud).
- L'ajout des aménagements hydrauliques (mares pastorales, seuils d'épandage, ouvrages AEP) et des stations de mesures (météo, rivières, piézomètres).
- La subdivision de certaines unités hydrogéologiques en sous-unités, notamment les zones alluviales et les lithologies du socle, qui peuvent avoir des potentiels en eau différents.
- Plus de détail dans le fonds topographique (courbes de niveaux, localités, point côtés, etc.).

Une longue discussion a eu lieu sur ce qui devrait figurer aux recto et verso des cartes, mais aussi plus généralement sur l'information qui doit accompagner les cartes hydrogéologiques au 1:200 000 et qui pourrait prendre trois formes :

- 1) un dos de la carte, qui montre le contexte général de la feuille tout en précisant brièvement les principaux aspects méthodologiques,
- 2) une notice explicative au sens traditionnel du terme, qui contient des informations détaillées sur la méthode et des données supplémentaires sur le contenu de la carte, et
- 3) une analyse en profondeur des données qui devrait permettre une interprétation quantitative des ressources disponibles et indiquer leur exploitation optimum.

Par consensus, le Comité Scientifique propose que le dos de la carte 1:200 000 :

- soit reprenne tel quel le dos de la carte 1:500 000 qui couvre le territoire l'incluant, ce qui permet entre autres de diminuer le volume de travail et donc le temps de production,
- soit reste vide (page blanche).

Une solution spécifique doit être trouvée concernant le dos des cartes Abéché, Biltine et Faya (Annexe 2).

La possibilité d'écrire une notice explicative pour chaque feuille a été écartée, tout comme la possibilité de rajouter un pli aux cartes 1 :200'000, car cela représente respectivement un investissement en temps trop important et des difficultés d'impression. Un rapport méthodologique, reprenant le concept cartographique et détaillant les techniques d'interprétation des images satellite, sera rédigé en fin de la phase 1. Enfin, l'analyse en profondeur des données, notamment pour les projets d'alimentation en eau potable, sera conduite par les employés du Ministère, aidés par les cadres qui suivent la formation HydroSIG.

Le Comité opte pour l'ajout d'un court texte de 600 à 800 mots décrivant le contexte hydrogéologique et l'approvisionnement en eau spécifique à chaque feuille 1:200 000, qui sera inséré au recto de la feuille sous la légende. L'implication des ingénieurs tchadiens est fortement souhaitée dans la rédaction de ces textes.

Planification de la production

Pour se conformer à la proposition faite pour le contenu du dos des cartes, la production des feuilles 1:200 000, d'un nombre de 3 à 5, couvrant le même territoire que la carte 1: 500 000 se fera par lot.

Pour les deux séries de cartes (1:500 000 et 1:200 000), le nombre d'exemplaires à imprimer pour chaque feuille, leur entreposage, leur prix de vente, reste à définir. Afin de permettre au Comité de Pilotage de faire un choix, swisstopo est chargé par le Comité Scientifique de préparer 2 ou 3 options différentes avec une estimation des coûts de production, mais aussi de stockage et de manutention.

Le Comité Scientifique a demandé en parallèle à l'UNITAR/UNOSAT d'établir une planification précise des étapes nécessaires à la production de deux séries de cartes et de leur ordre de production, document qui sera partagé au Comité de Pilotage.

Missions scientifiques et stratégie de valorisation

La discussion a mis en évidence la pertinence des missions scientifiques, qui ont permis d'effectuer des vérifications terrain des interprétations des images satellite, de ramener des échantillons d'eau et de roche représentatifs, de les analyser et *in fine* d'avoir une bien meilleure connaissance du fonctionnement des aquifères de l'Ennedi et du Wadi Fira. Toutefois, l'exploitation scientifique des données est parfois limitée dans le cadre du programme RésEAU. Il n'est pas souhaitable à ce stade que le programme RésEAU se disperse plus en ajoutant une composante trop ambitieuse de recherche. Par contre, les coûts modérés des analyses d'eau et de roches, pas inclus dans le budget à ce stade, doivent être couverts par le projet, les résultats servant aussi à consolider les contenus cartographiques et la compréhension des aquifères.

Questions au Comité de Pilotage

Le Comité de Pilotage sera invité à se prononcer sur les points suivants qui seront présentés lors de sa prochaine séance du 17 décembre 2013 à N'Djaména:

- Le contenu général des cartes hydrogéologiques 1:200 000 et 1:500 000.
- Le dos des cartes hydrogéologiques 1:200 000.
- Le cas particulier des feuilles 1:200 000, Abéché, Biltine et Faya-Largeau.
- La représentation des couloirs de transhumance.
- Le calendrier et l'ordre de publication des feuilles.
- Le nombre d'exemplaires à imprimer, leur prix de vente et le coût de production.
- Les termes de référence et les objectifs techniques de la mission scientifique Grès de Nubie 2014.
- Le renforcement du Comité Scientifique par une expertise en télédétection.

Pour faciliter les prises de décision du Comité de Pilotage, un tableau est en Annexe 2 de ce PV et a été

conçu après le Comité Scientifique et sur les bases des discussions en séance. Pour chacun de ces points énoncés ci-dessus, il décrit les arguments et les conséquences des choix proposés.

Prochaine réunion

La cinquième réunion du Comité Scientifique aura lieu à fin mai 2014, à une date à préciser.

Genève, le 29.11.2013, révisé le 5.12.2013

UNITAR/UNOSAT

Annexe 1

Compte-rendu des séances plénières

1 ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES DU PROGRAMME

Un mot de bienvenue et de remerciement est donné par SE M. Bamanga Abbas Malloum, Ambassadeur du Tchad. Il revient d'abord sur les dernières réalisations du programme: Comité de Pilotage à N'Djaména, visite des professeurs tchadiens pour la préparation du master HydroSIG à Neuchâtel, ouverture et démarrage du master à N'Djaména, mise en place d'une feuille de route par le Comité de Lecture. L'Ambassadeur souligne également la bonne organisation du programme, le bon avancement des travaux, et l'enthousiasme des participants.

La cheffe de division suppléante, Afrique orientale et australe de la DDC, Mme Ferret, insiste sur l'importance d'une bonne collaboration entre les instituts partenaires. Elle rappelle l'importance pour le Tchad de connaître ses ressources en eau, ainsi que l'intérêt pour la Suisse d'établir un partenariat durable avec le pays.

M. Mouchet annonce sa dernière participation au Comité Scientifique, et présente son successeur, M. Strasky, géologue, qui entrera en fonction comme membre représentant swisstopo au 1^{er} janvier 2014.

M. Sénégal présente ensuite les événements remarquables et les dernières avancées du programme lors du 3^{ème} semestre du programme (juillet à novembre 2013), à savoir les 3^{èmes} Comités Scientifique et de Pilotage, la cérémonie d'inauguration et lancement du master HydroSIG, la mise en place du Comité de Lecture, la présentation de résultats scientifiques au Swiss Geoscience Meeting à Lausanne, la participation active aux fructueuses Journées Nationales de l'Information Géographique au Tchad. Il rappelle ensuite les décisions et recommandations du dernier Comité de Pilotage: validation de noms et numéros des cartes aux 1:500 000, approbation du Comité de Lecture, acceptation du report de la mission scientifique (nov. 2013 à jan/fév. 2014), bonne qualité des procès-verbaux, avec une formulation toutefois pas assez claire des recommandations. Il met en avant l'incompréhension du Comité de Pilotage du pourquoi de la réduction du nombre de cartes produites au 1:200 000. Il conclut en soulignant l'importance d'effectuer des recommandations de qualité au Comité de Pilotage. En effet, ses membres doivent disposer de davantage de visibilité dans leurs prises de décisions. Il rappelle aussi que le rôle du Comité Scientifique est de valider la méthodologie et la qualité des informations produites, tout en veillant au respect des délais.

Des accords ont été signés avec le CHYN (juillet 2013, appui au Master HydroSIG), le CREALP (novembre 2013, développement du logiciel Toolmap). Les accords avec UNIVALOR (Master HydroSIG) et le MATDLL (partage des données) sont à finaliser. A noter, le refus actuel du Ministère du Pétrole d'entrer en matière sur le dernier point, position qui pourrait être révisée.

A propos des activités cartographiques et SIG, M. Sénégal annonce pour le 4^{ème} semestre du programme (décembre 2013 - mai 2014): la production de 3 cartes au 1:500 000 et une au 1: 200 000, la version 3.0 du SIRE et des métadonnées et la version 2.0 du portail web géographique, qui a suscité un très fort intérêt au MHRU. Il indique aussi qu'une 3^{ème} session de formation SIG sera effectuée en décembre 2013, et que des formations continues personnalisées sous forme de micro-projets seront organisées au Tchad en 2014. Enfin, il indique la bonne synergie du programme RésEAU avec la FED pour la consolidation de SITEAU au MHUR.

Enfin, M. Sénégal souligne des difficultés actuelles à dépasser en 2014 et souhaite une plus forte implication du Coordinateur National pour porter et pérenniser le programme, un meilleur accès à l'Internet pour exploiter le potentiel du portail web, la signature des accords sur le partage interministériels

des données liées à l'eau, la géologie et aux sols.

Discussions

Contribution controversée de la France au Master HydroSIG

L'Ambassadeur fait part de son étonnement de voir la France citée dans la presse tchadienne comme partenaire du Master, et désire connaître la nature de sa contribution. M. Isseini répond qu'il s'agit d'un partenaire traditionnel du MESRS, qui permet au Master de bénéficier d'intervenants externes pour les cours magistraux de SIG, et d'appuyer le financement de micro-projets de terrain. Il indique par ailleurs que ce partenariat offre aussi la possibilité de former les professeurs (ce que la Coopération Suisse n'offre pas). Mme Ferret rappelle qu'au niveau de l'éducation, la Suisse a choisi de limiter son appui au secteur de la petite enfance et non au secteur universitaire. Dans le cadre de RésEAU, la Suisse soutient une formation ciblée, visant à former des professionnels dans le domaine de l'eau. Suite à ces échanges, l'Ambassadeur souhaite que le rôle de la Suisse soit plus mis en avant lors des communiqués ayant trait au Master HydroSIG.

Contrôle qualité des méthodes et résultats

M. Bünzli demande des précisions sur le rôle et la responsabilité du Comité Scientifique, qui, selon sa vision, se limitent actuellement à la validation des résultats. Pour une validation des méthodes et processus de production des données, il propose d'inviter dès le prochain comité un spécialiste en télédétection tchadien. Ce renforcement permettrait d'assurer une production de données scientifiquement robustes.

Automatisation du processus de production cartographique

Afin de lancer une production massive de cartes, M. Bünzli suggère d'automatiser les procédures et de documenter clairement les étapes de production. M. Haeberlin répond qu'il est illusoire d'automatiser l'intégralité du processus de production et précise que les métadonnées des couches SIG indiquent les origines et les modes de production des données. M. Zwahlen souligne que l'automatisation de certains processus pourrait conduire à diverses erreurs.

2 CARTES HYDROGÉOLOGIQUES DU WADI FIRA ET LES FEUILLES CONTIGUES

M. Haeberlin présente les avancées et les défis à venir pour la production des cartes hydrogéologiques. Il illustre son propos par la présentation de la nouvelle version de la carte au 1:500 000 de Wadi Fira et des exemples de cartographie des unités lithologiques. Les améliorations de cette version cartographique résident essentiellement dans l'affinement de la qualité des données (ouvrages SITEAU, failles et filons) et dans l'ajout de la notice explicative hydrogéologique et de coupes schématiques au dos des cartes. Les principales difficultés restant à surmonter sont la différenciation des roches métamorphiques au sein du socle, et la conversion des limites géologiques (lignes) en objets géologiques puis hydrogéologiques (polygones). A cet égard, la solution Toolmap sera utilisée, bien que son implémentation aie pris du retard. Enfin, il expose le fonctionnement du contrôle qualité de la chaîne de production cartographique qui implique le Ministère Tchadien, UNITAR/UNOSAT, et swisstopo, validée lors du Comité cartographique le 17 octobre 2013. M. Haeberlin termine en mentionnant un point à discuter, celui du nombre d'exemplaires.

Avec la première carte, il souligne déjà l'importante contribution du programme RésEAU dans l'amélioration des connaissances des systèmes aquifères du territoire tchadien. Pour la carte Wadi Fira, la compréhension hydrogéologique des divers grès et du Ouadi Howa a été renforcée, et des ressources potentielles en eau ont été mises à jour.

Discussions

M. Zwahlen, en tant que modérateur de la séance, se réjouit des améliorations notables apportées à la qualité des données utilisées et apprécie la notice explicative. Divers points sont ensuite discutés en session plénière :

- Planification de la production des cartes hydrogéologiques
- Verso des cartes au 1 : 500'000
- Recto des cartes au 1 : 500'000
- Verso des cartes au 1 : 200'000
- Recto des cartes au 1 : 200'000

Planification de la production des cartes hydrogéologiques

M. Mouchet ouvre la discussion à propos du nombre d'exemplaires de cartes à imprimer, en précisant qu'une réimpression serait plus onéreuse qu'une production initiale. Il précise que swisstopo a une infrastructure de stockage (à vérifier disponibilité et coûts éventuels), au cas où un seul côté des cartes serait imprimé et l'autre toujours en cours de production. M. Sénégas et M. Bünzli s'accordent sur la nécessité d'imprimer un grand nombre de cartes pour couvrir les besoins tchadiens, du fait de la longue durée de validité des cartes (20-30 ans). Pour rappel, il est envisagé que le centre de documentation du MHRU vendra les cartes produites. M. Abdelkerim Annadif ajoute que les cartes sont très attendues, et qu'elles répondent à une demande d'acteurs internes au MHRU mais aussi du secteur privé. M. Bünzli suggère de procéder, au Tchad, à une évaluation du nombre d'utilisateurs et de consulter swisstopo pour poser les bases financières selon le nombre d'exemplaires produits et les modes de production. Le Comité Scientifique approuve cette proposition, les résultats de cette consultation seront soumis au Comité de Pilotage pour décision.

Verso des cartes au 1:500 000

M. Zwahlen redirige les discussions vers la notice explicative. M. Sartori constate l'absence d'un chapitre traitant le contexte structural (texte et illustration sur les directions des fractures, et leur rôle en relation avec la ressource en eau). L'assemblée s'accorde afin que quelques lignes soient ajoutées sur les fractures du socle.

MM. Sartori, Zwahlen et Bünzli soulignent la pertinence des coupes et blocs 3D hydrostratigraphiques mais suggèrent de mettre en exergue leur contenu hydrologique. M. Zwahlen suggère de dénommer le profil « coupe schématique ». L'assemblée s'accorde autour d'une utilisation restreinte des couleurs sur le bloc 3D et un graphisme épuré, afin de faciliter sa lecture: fuseau noir manuel pour les traits géologiques, couleur bleue pour l'eau souterraine et de surface, et éventuellement fonds pastel pour les unités géologiques. Sur le bloc diagramme 3D, les constats suivants sont posés : forcer le trait des failles, surdimensionner les altérites/alluvions (ici avis contradictoires), ajouter des ouvrages productifs/non-productifs, ajouter de la végétation, rendre les dunes plus visibles et ajouter l'aquifère associé. Etant donné le dessin nécessaire pour finaliser le bloc diagramme, M. Zwahlen propose de conserver son état schématique, et M. Bünzli suggère de faire appels aux talents des graphistes de swisstopo afin d'affiner le rendu graphique (couleurs, symboles, etc.). Cette proposition est validée par les représentants de swisstopo et l'assemblée.

M. Bünzli suggère d'ajouter des informations sur l'occupation du sol au dos de la carte au 1:500 000, à mettre en perspective avec les ressources en eau. Il lui est rétorqué qu'une telle information n'est pertinente qu'au sud du Tchad. De fait, l'assemblée s'entend pour remplacer, sur la carte Ouadi Kadja, la carte synoptique Sultan par une carte d'occupation du sol.

Mme Kraiem présente les données sur la qualité et la chimie des eaux. Elle a repris les valeurs de Schneider

pour le diagramme ternaire (faciès chimiques des eaux), car les données de SITEAU sont incomplètes. M. Abdelkerim Annadif mentionne qu'il existe de nombreuses données au laboratoire national, mais sans coordonnées géographiques si ce n'est le nom du village. MM. Bünzli et Sénégas suggèrent de faire valider ce contenu par le Comité de Lecture. Mme Vogt suggère d'impliquer M. Hamza Brahim, hydrogéologue-doctorant au Tchad. M. Zwahlen demande de corriger le tableau d'analyses, en arrondissant les chiffres et en ajoutant la date des analyses, et si possible leur position sur la carte principale. Le Comité Scientifique juge utile de garder le tableau qui présente les analyses chimiques.

Recto des cartes au 1:500 000

M. Strasky s'interroge sur la bonne adéquation entre la productivité des ouvrages et les symboles utilisés (productifs = creux, non productifs = plein). Mme Kraiem précise qu'elle a suivi la norme internationale pour la représentation des ouvrages. M. Zwahlen renchérit, en priant de se conformer aux standards en vigueur, mais de modérer la taille des symboles pour faciliter la lisibilité des informations. M. Bünzli ajoute que l'emplacement des puits secs est essentiel pour les programmes d'hydraulique à venir.

Verso des cartes au 1:200 000

MM. Bünzli et Zwahlen soulignent le travail ambitieux voire démesuré pour réaliser l'ensemble de la couverture aux 1:200 000 et 1:500 000, avec recto et verso spécifiques à chaque carte. Pour le verso des cartes 1:200 000, de nombreuses solutions sont proposées par les membres du comité:

- verso vierge (page blanche),
- verso identique au 1:500 000,
- verso inspiré du 1:500 000 adapté aux spécificités de la carte 1:200 000,
- volet/pli supplémentaire (i.e., augmentation de la taille horizontale du papier) pour apporter des informations spécifiques à la carte 200'000, quel que soit le verso.

Après débats et évaluation de la quantité de travail, deux propositions se démarquent des autres, car elles permettent d'alléger les tâches liées au fort taux de production attendu en 2014 (26 feuilles au 1:200 000 + 9 au 1:500 000 = 35 cartes): un verso vierge ou un verso identique au 1:500 000. La rédaction d'un verso adapté au recto est écartée, car le temps de travail associé (1 semaine par carte) est jugé trop considérable. Un autre argument en sa défaveur est que les planches de tirage devront chaque fois être adaptées, ce qui engendre des coûts supplémentaires. Le volet/pli supplémentaire, après consultation, n'est pas recommandé par swisstopo pour des raisons techniques (difficultés d'impression et coûts additionnels). Le Comité Scientifique recommande au Comité de Pilotage de valider ce choix et d'évaluer la solution la mieux adaptée et réalisable, en s'appuyant sur le calendrier et l'estimation des coûts engendrés par ces 2 solutions : verso vierge ou verso identique au 1:500 000.

Si la solution verso identique au 1:500 000 devait être retenue, MM. Haeberlin et Bünzli soulèvent le cas particulier des trois feuilles 1: 200 000, Abéché, Biltine et Faya Largeau, qui ne font pas partie d'une carte 1:500 000 produite en phase 1. Etant donné l'importance des trois feuilles décrites pour les utilisateurs au Tchad, il est décidé que ces feuilles doivent être produites comme planifié dans la phase 1. Cependant, il est proposé de produire ces cartes d'abord sans dos avec un tirage réduit, ceci afin de répondre aux attentes des utilisateurs et en limitant la charge de travail spécifique à leurs production. Le verso de la carte sera produit en phase 2, lors de la réalisation de la carte 1:500 000 couvrant les zones des feuilles susmentionnées.

Recto carte au 1:200 000

M. Haeberlin ouvre la discussion en évoquant les similitudes et différences entre les lignes éditoriales des

séries de cartes aux 1:500 000 et 1:200 000. Il présente, en support à la discussion, la première maquette au 1:200 000 d'Am Zoer (swisstopo) et des ébauches géologiques d'Am Zoer et Iriba (UNITAR/UNOSAT). M. Mouchet demande dans quelle mesure la légende du 1:500 000 sera différente au 1:200 000, ce à quoi il lui est répondu qu'il y aura plus de détails dans le contenu hydrogéologique et des ouvrages hydrauliques. La légende des cartes au 1:200 000 sera placée à droite de la carte, et au-dessous, il reste de l'espace pour une notice explicative spécifique au territoire couvert par la carte, de l'ordre de 600 à 800 mots. Cette solution est donc retenue par le Comité Scientifique. M. Sénégas et Mme Vogt suggèrent que ces courtes notices soient écrites par les diplômés du Master HydroSIG, idée soutenue par M. Moussa. Le contenu textuel traitera d'une situation hydrogéologique particulière ou de l'approvisionnement en eau ou autre spécificité importante pour le territoire de la carte. A noter que les noms et numéros des cartes hydrogéologiques seront repris de ceux de la série topographique au 1:200 000 du Tchad.

Une discussion s'engage sur le terme Grès de Nubie, les participants n'ayant pas la même définition du terme, entre une approche politique et une approche scientifique. Dès lors, M. Bünzli suggère d'utiliser la terminologie de Kilian pour des différentes séries gréseuses, et de remplacer Grès de Nubie par Continental intercalaire, et Grès Primaires par Continental de base. Il précise que cette dénomination est usitée et cohérente pour les travaux géologiques réalisés au Sahara. Il propose de se référer pour les âges à l'échelle stratigraphique établie par la commission internationale (ICS International Stratigraphic Chart). Ces propositions sont validées.

Après discussion sur les aménagements et ouvrages, l'assemblée convient d'inclure sur les cartes au 1:200 000 les piézomètres, les stations météo, les limnimètres, les ouvrages d'alimentation en eau potable (AEP), les seuils d'épandage et les mares pastorales. Les ouvrages de la base de données SITEAU seront cartographiés de manière exhaustive, et des symboles de plus grande taille souligneront les ouvrages avec des débits supérieurs à 5 m³/h (au nord) et 10 m³/h (au sud). A l'instar des cartes au 1:500 000, des symboles spécifiques seront utilisés pour les eaux thermales (>40°C), les eaux fortement minéralisées, les eaux riches en fluor (> 1.5 mg/l), et la distinction entre les étiquettes niveau statique et le débit sera mise en évidence par un style textuel différent (souligné).

Pour le contenu altimétrique, l'équidistance des contours sera adaptée au relief et à la précision du SRTM (en principe 40 m), les points côtés seront densifiés dans la mesure du possible (puits, sommets, carrefours) et la toponymie également.

M. Bünzli demande s'il y a aura plus de finesse dans la discrimination des unités lithologiques du socle tel que présentées sur les cartes au 1:200 000. M. Haeberlin indique que cela devrait être le cas, à condition de pouvoir bien séparer granites, gneiss, migmatites, schistes et que cela aïe une pertinence hydrogéologique. Il est proposé d'utiliser des contours blancs pour discriminer ces sous-unités, et d'affiner la légende avec un symbole ou un code abrégé.

Une maquette très avancée de la carte Am Zoer sera soumise au Comité Scientifique courant du prochain semestre (mars 2014).

3 VISITE DU SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

Une visite du service géologique national a eu lieu l'après-midi du jeudi 22 novembre. Un discours d'accueil suivi d'une revue des activités a été prononcé par le Dr. Lateltin, Responsable du service, à la salle des collections cartographiques historiques. Parmi les services offerts, l'institution organise des relevés, des collectes, et un contrôle qualité des données géologiques du territoire Suisse. De nombreux produits à haute valeur ajoutée (plateforme web GéoCover, cartes de randonnées géologiques,...) illustrent la qualité des produits diffusés par ce centre d'excellence de renommée internationale.

M. Lateltin invite le comité à rencontrer des acteurs de différents projets, par le biais de présentations techniques : cartographie géologique (Dr Gouffon), des données géologiques 3D disponibles sur la plateforme web (M. Kunz), projet DDC-skat-swisstopo au Rwanda sur les matériaux de construction (Dr Oesterling). Ces présentations ont mis en exergue de nombreuses analogies avec les techniques cartographiques développées par le programme RésEAU, et ont permis d'échanger sur nos méthodes et résultats. Un point intéressant est que le service géologique publie 4 cartes géologiques au 1:25 000 par année sur le territoire suisse, et imprime 1500 exemplaires de chaque carte, le coût de rédaction/production avoisinant CHF 0.5 Mio par feuille.

Cette visite a aussi eu comme bénéfice de plus impliquer le service dans la rédaction de nos cartes, avec une révision prévue des feuilles par leurs géologues avant impression.

4 VISITE DU SYSTÈME D'EVACUATION DES EAUX

La visite du système d'évacuation des eaux a été annulée, car les membres du comité avaient besoin de plus de temps pour finaliser la proposition du contenu de la série de cartes au 1:200 000 (voir ci-dessus).

5 MISSIONS SCIENTIFIQUES 2013-2014

Mme Vogt présente les résultats de la mission scientifique 2013 sur les aquifères de l'Ennedi. Elle explique le contexte de l'activité, le lien avec d'autres projets (JASAD), la capitalisation de cette expérience pour d'autres missions, puis décrit en détail les échantillonnages et analyses mis en œuvre, avec les interprétations géologiques et hydrogéologiques, qui améliorent la connaissance du fonctionnement des aquifères de la région. Les analyses chimiques et isotopiques effectuées des prélèvements d'eau montrent deux signatures hydrochimiques distinctes : des eaux probablement issues d'une recharge météorique moderne et des eaux issues d'une recharge ancienne (eaux fossiles). Plus d'informations et des illustrations sont disponibles dans sa présentation.

Mme Kraiem présente l'itinéraire, les objectifs et les enjeux de la mission Grès de Nubie 2014, qui se tiendra du 15 janvier au 7 février 2014. Cette mission dans les régions d'Ounianga et de Faya a pour objectif une meilleure compréhension des systèmes aquifères, la validation des interprétations satellites et des données de la base SITEAU, la réalisation de profils géologiques au travers des grès, l'échantillonnage des points d'eau pour des analyses in situ et ultérieures en laboratoire, la compréhension de l'usage des ouvrages par la population et du contexte social, la visite des acteurs et institutions locales.

Discussions

Le Comité Scientifique approuve la proposition de la nouvelle mission scientifique Grès de Nubie 2014 et les activités décrites. Il soutient fermement l'utilité d'effectuer des analyses chimiques sur les prélèvements d'eaux et de trouver un moyen de les payer. M. Zwahlen souligne que la participation active de scientifiques tchadiens à ces missions est souhaitée et qu'ils pourront ainsi consolider leur formation. M. Sénégas rappelle qu'il faut terminer le rapport technique de mission Ennedi 2013, avant le lancement de la nouvelle campagne 2014, et M. Zwahlen suggère aux acteurs de publier les résultats pour ne pas perdre leur propriété. A ce propos, M. Isseini rappelle qu'il est important non seulement de publier, mais aussi de diffuser cette information et d'assurer à l'état tchadien sa souveraineté sur les données. M. Pasteur confirme que les données issues de la mission scientifique sont une co-propriété Tchad-DDC, ces données reviennent donc de droit au Tchad. Mme Vogt rappelle toutefois que les analyses ont été effectuées sur un financement KFH. M. Abdelkerim Annadif souhaite savoir, si à l'issue du programme il aura des réponses concrètes à apporter au Président et à la direction du MHRU, sur l'approvisionnement en eau de la ville

d'Amdjarass. M. Pasteur rappelle que le programme RésEAU n'a pas cette vocation. Il se limite à fournir des données sur les ressources en eau, afin que les instances gouvernementales soient en mesure de faire eux-mêmes des analyses et expertises de qualité sur leur territoire. L'un de ses objectifs est précisément de former et donner les outils au MHRU de répondre à des demandes d'expertises spécifiques dans le domaine de l'eau.

Conclusions

Lors des séances et des visites, les membres du Comité Scientifiques ont témoigné de leur grande satisfaction d'avoir l'opportunité de prendre part à un programme aussi prometteur – le travail passionné, mais très chargé du personnel d'UNITAR en lien étroit avec le MHRU permet, après cette phase pilote, d'entrevoir la longue série des cartes à publier par swisstopo. Les séries de carte papier et le géoportail sont des résultats tangibles témoignant de la contribution du programme RésEAU pour améliorer les connaissances sur les ressources en eau du Tchad. Les lancements réussis du Master et du centre de documentation soulignent l'engagement des bénéficiaires tchadiens et leur volonté d'apprendre à gérer au mieux les eaux de surface et souterraines de leur vaste territoire. Néanmoins, il reste beaucoup à faire, et des ressources additionnelles, notamment en personnel technique, sont souhaitées pour mener à bien la cartographie.

DOCUMENTATION

Les documents distribués en préparation et en séance du Comité Scientifique sont les suivants :

- Carte hydrogéologique, Feuille Wadi Fira au 1:500 000, version en l'état, avec notice hydrogéologique et bloc-diagramme 3D séparés.
- Maquette recto de la feuille Am Zoer au 1:200 000, version préliminaire swisstopo et version UNITAR/UNOSAT avec ébauche des vrais objets géologiques.
- Elaboration des cartes hydrogéologiques du programme RésEAU – Concept des cartes hydrogéologiques, 4^{ème} version, document actualisé. [lien](#)
- Procédure de contrôle qualité et fiches. [lien](#)
- Procès-verbal du Comité cartographique, tenu le 17 octobre 2013. [lien](#)
- Hydrochemical exploration of Ennedi, Northern Chad – Présentation. [lien](#)
- Mission scientifique Grès de Nubie 2014 – Termes de référence. [lien](#)

Les présentations tenues lors des séances plénières sont disponibles en annexe de ce procès-verbal.

Genève, le 29.11.2013, révisé le 5.12.2013

UNITAR/UNOSAT



Participants à la séance plénière au Palais Fédéral

Annexe 2

Questions commentées pour les prises de décision du Comité de Pilotage

Pour faciliter les prises de décision du Comité de Pilotage, le tableau ci-dessous a été conçu après le Comité Scientifique et sur les bases des discussions en séance. Pour chacun de ces points énoncés ci-dessus, il décrit les arguments et les conséquences des choix proposés.

Objet	Arguments	Conséquences
Contenu général des cartes hydrogéologiques 1:200 000 et 1:500 000	Le contenu proposé par le Comité Scientifique correspond aux standards usuels et représente le meilleur produit faisable dans le temps imparti au projet.	La production à grande échelle peut être lancée, il serait possible plus tard de modifier le contenu mais la série de cartes perdrait de son homogénéité.
Dos des cartes 1 :200 000	Deux solutions ont été proposées par le Comité Scientifique, afin de pouvoir accélérer le rythme de production et publication des cartes hydrogéologiques 1:200 000. La première est de reprendre tel quel le dos de la feuille 1:500 000 couvrant la même région que les feuilles 1:200 000 et qui fait office de notice contextuelle. L'alternative serait une page blanche au dos des cartes 1:200 000; dans ce cas, il n'y aurait pas de référence au contexte régional. L'information spécifique (hydrogéologie, approvisionnement en eau potable) à la carte 1:200 000 figurera au recto pour l'une ou l'autre solution, et les aspects méthodologiques seront repris dans un rapport séparé.	Quelle que soit la solution adoptée, un rythme élevé de production des cartes hydrogéologiques peut être mis en place pour terminer la série de cartes dans les délais. Dans le premier cas, les cartes imprimées avec verso repris auront un rôle double, puisqu'elles seront un outil de prospection des aquifères et permettront aussi de mettre en évidence le cadre global dans lequel existent les ressources en eau. Il est toutefois à signaler que des incohérences scientifiques pourraient exister entre le dos 1:500 000 et le verso 1:200 000, car l'interprétation hydrogéologique de la région peut avoir évolué entre les deux produits. Un dos vierge obligerait les utilisateurs à avoir 2 cartes différentes, mais dans ce cas plus d'exemplaires de la carte au 1:500'000 pourraient être imprimés. La seconde solution serait aussi plus facile à planifier en termes d'impression, mais cela affectera les standards de qualité professionnels fixés par le programme.
Cas particulier des feuilles au 1:200 000 Abéché, Biltine et Faya-Largeau	Le découpage du territoire tchadien en feuilles est basé sur une grille régulière de 1x1 degrés, identique à celui des feuilles topographiques. Les trois feuilles mentionnées sont situées en bordure du périmètre de la 1 ^{ère} phase du programme, zone qui n'est pas couverte par des cartes au 1:500 000. Leur production sera difficile, car leur hydrogéologie est celle du bassin du Lac Tchad, complexe et dont l'étude est à peine ébauchée. Une solution serait de repousser leur production à la phase suivante, qui a pour thématique ce même bassin du lac Tchad. L'autre solution, sachant l'intérêt prépondérant, serait de produire les cartes de ces trois villes principales en tant que feuilles provisoires. Elles pourraient ensuite être rééditées ou pas, lorsque les cartes au 1:500 000 de ces zones seront publiées.	La publication rapide, mais provisoire des feuilles hydrogéologiques Abéché, Biltine et Faya (sans dos de carte) est possible et serait bénéfique pour les utilisateurs, mais leur qualité scientifique pourrait être inférieure, car la connaissance de l'hydrogéologie du bassin du Lac Tchad ne serait pas maîtrisée. Des coûts additionnels seraient nécessaires pour une réédition. L'alternative de retarder le plus possible la production de ces feuilles, afin de préparer les cartes régionales 1:500 000, permettrait une meilleure qualité et exhaustivité du produit. Toutefois, il est possible dans ce cas de figure qu'elles ne seraient pas finalisées lors de la première phase.

<p>Représentation des couloirs de transhumance</p>	<p>Les informations disponibles actuellement sur les couloirs de transhumance au Tchad proviennent de projet tiers (AFD, IEMVT). Bien qu'important pour l'administration, ces données sont peu précises à l'échelle des cartes 1:200 000 et font l'objet de débats et de recherches.</p> <p>Le Comité Scientifique propose donc de représenter les couloirs de transhumance qu'au dos des cartes dans la cartouche montrant les activités économiques et pas sur la carte principale. Le Comité de Pilotage devra statuer sur ce point.</p>	<p>La représentation sur la carte synoptique socio-économique des couloirs a valeur indicative et permet de les mettre en perspective avec d'autres informations du même territoire, notamment sur l'eau. A échelle plus détaillée, il pourrait y avoir méprise, car ces informations ne peuvent servir de base à des négociations autour du droit à l'eau pour le bétail. Dans tous les cas, une réserve se doit d'être ajoutée, telle que représentation indicative, sans valeur légale.</p>
<p>Calendrier et ordre de publication des feuilles</p>	<p>Sur la base de la proposition d'UNITAR, il est possible de prioriser la publication de cartes hydrogéologiques sur certaines zones géographiques ou assemblages de feuilles contiguës. Le Comité de Pilotage est appelé à donner son avis sur cette proposition.</p>	<p>Une fois qu'un ordre aura été établi, tout changement de priorités dans la publication des cartes pourrait avoir comme conséquence un retard. Cet ordre de publication permettra d'affiner le calendrier de production chez UNITAR. Les utilisateurs bénéficieront beaucoup d'une priorisation des tâches.</p>
<p>Nombre d'exemplaires et coûts de production des feuilles</p>	<p>Selon les propositions financières de swisstopo, ainsi que l'estimation des besoins par le MHRU, le Comité de Pilotage est sollicité pour se prononcer sur le nombre d'exemplaires à imprimer pour chaque feuille hydrogéologique.</p>	<p>La définition du nombre d'exemplaires doit viser un optimum, tenant compte de critères tels que nombre potentiel d'utilisateurs publics et privés, usure et dégradation (sur 20-30 ans), transport et stockage. Une augmentation du nombre, même important, a une influence marginale sur le prix, car, une fois la machine (rotative) réglée, l'impression est quasi instantanée (quelques minutes de plus). Il est meilleur marché d'imprimer plus de cartes que de procéder à une réimpression. swisstopo offre des solutions pour le stockage des cartes.</p>
<p>Mission scientifique Grès de Nubie 2014</p>	<p>Le Comité Scientifique recommande qu'une mission semblable à celle effectuée dans l'Ennedi soit conduite début 2014 afin de vérifier sur le terrain les interprétations d'images satellite. Elle aura également comme objectif principal d'améliorer la compréhension des systèmes aquifères du Continental de base et du Continental intercalaire, appelé aussi Grès de Nubie.</p>	<p>La cartographie hydrogéologique sera grandement améliorée par une vérification terrain. Si pour des raisons de sécurité ou autre la mission n'avait pas lieu, l'incertitude autour de l'interprétation des images satellite restera grande et la précision cartographique des unités sera moindre. Une telle mission permet également de réaliser des prélèvements d'eau et de roches essentiels pour la recherche et de mettre à jour la base de données SITEAU sur les ouvrages.</p>
<p>Renforcement du Comité Scientifique par une expertise en télédétection</p>	<p>Le rôle du Comité Scientifique est de valider les méthodes et les résultats scientifiques. Le projet ResEAU n'a pas de composante transfert de savoir-faire en interprétation d'images satellite mais apporte de nouvelles données tirées du traitement et de l'interprétation d'images satellite. Il est proposé soit de compléter le Comité Scientifique avec un expert en télédétection, idéalement un représentant du CNAR, financé par la République du Tchad, soit d'associer les experts du CNAR à la revue des rapports méthodologiques portant sur le traitement et l'analyse des images satellite avant</p>	<p>Par la nomination d'un expert en télédétection tchadien au Comité Scientifique, deux objectifs seraient atteints, la vérification de l'intégrité technique de la chaîne de traitement des images et la validation de l'interprétation qui est faite du territoire tchadien.</p> <p>L'alternative serait de présenter des rapports méthodologiques 'UNITAR-CNAR' au Comité Scientifique</p>

Genève, le 5.12.2013

UNITAR/UNOSAT