

# Une mine d'or bleu en manque de protection

Sous nos pieds coulent des aquifères qui s'étendent parfois sur des milliers de km. Comme les fleuves, les aquifères, qui ne s'arrêtent pas aux frontières nationales, sont souvent partagés entre deux ou plusieurs pays. Mais, contrairement aux fleuves, on connaît mal les aquifères transfrontaliers. Rares sont les règles ou conventions internationales qui régissent le partage de leur gestion.

En 2002, l'UNESCO a entrepris de cartographier les aquifères du monde, dans le cadre du projet ISARM (Internationally Shared Aquifer Resources). En collaboration avec l'Association internationale des hydrologues (AIH), la FAO, des partenaires régionaux et des experts nationaux, le Programme hydrologique international (PHI) de l'UNESCO supervise depuis cinq ans l'inventaire des aquifères transfrontaliers du monde.

L'inventaire africain, le premier à avoir été mis en chantier, a révélé 38 aquifères transfrontaliers dont cinq n'avaient encore jamais été identifiés. Un atelier de l'UNESCO, organisé à Cotonou du 30 mai au 1<sup>er</sup> juin de cette année, a fait le point sur les dernières étapes de l'inventaire en Afrique de l'Ouest. La réunion a recommandé qu'un atlas des aquifères transfrontaliers de la sous-région soit établi d'ici 2009.

Organisé par le bureau de l'UNESCO à Accra et par l'AIH, en coopération avec le Centre international d'évaluation des ressources en eaux souterraines, aux Pays-Bas, l'atelier de juin a analysé les informations accumulées et planifié la collecte des dernières données de l'inventaire. Une fois terminé, il fera partie de la base de données SIG des aquifères transfrontaliers de la sous-région.

Les hydrogéologues du Bénin, du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Mali, de Mauritanie, du Niger, du Nigeria, du Sénégal et du Togo ont ensuite fait état des données et des informations disponibles dans leurs pays respectifs sur les aquifères partagés. Le cas de la Côte d'Ivoire est très représentatif du genre de problèmes que devront résoudre ces pays pour protéger leur précieuse ressource.

## Le cas de la Côte d'Ivoire

Le golfe de Guinée possède deux systèmes d'aquifères transfrontaliers répartis sur deux grands bassins sédimentaires, ceux de Tano et de Kéta. Le premier s'étend de la ville côtière de Fresco en Côte d'Ivoire jusqu'à celle d'Axim au Ghana. Il couvre 2,5 % du territoire de la Côte d'Ivoire.

Le bassin de Tano comprend trois types d'aquifères transfrontaliers. Ceux du quaternaire [datant de moins de 1,8 millions d'années (Ma)] sont très exposés à la pollution en raison de leur proximité avec la surface du sol. Le deuxième est celui du mio-pliocène

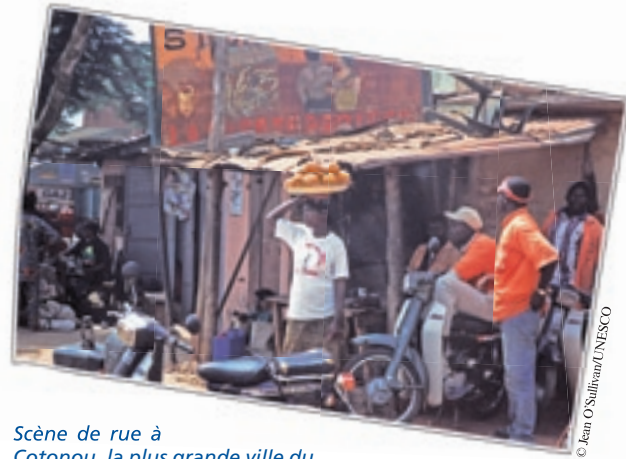
(5–8 Ma), dit du « continental terminal ». C'est lui qui alimente Abidjan et la région en eau potable. Le troisième type date du crétacé supérieur (94 Ma). Il contient la source de l'eau exploitée par la Société africaine d'exploitation d'eau minérale. C'est le type le plus énigmatique, car on ne connaît ni sa géométrie, ni sa contenance, ni son niveau, ni son extension latérale.

En Côte d'Ivoire, les grandes villes se situent en majorité sur le littoral, comme Abidjan, Bonoua et Aboisso. La région exploite de nombreuses cultures industrielles d'ananas, caoutchouc et huile de palme, ainsi que de l'or, à la mine d'Afema à Aboisso, toutes grandes consommatrices d'eau.

L'étude des eaux souterraines de la région d'Abidjan a révélé un taux de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et d'aluminium ( $\text{Al}^{3+}$ ) dépassant les normes de l'OMS pour l'eau potable, sur le plateau, à Adjamé et dans la zone ouest. Cette pollution chimique provient des pesticides et engrais épandus dans les plantations. Les pêcheurs, eux aussi, polluent les lagunes de la région par des pesticides. D'autres lagunes sont contaminées par l'extraction de l'or, comme celle d'Afema, ou d'Aby au Ghana voisin. La pollution des eaux de surface par des produits chimiques ou des déchets ménagers menace la santé humaine autant que la biodiversité aquatique.

Avec son taux de croissance d'environ 2 % par an, la population de 18 millions d'habitants de la Côte d'Ivoire devrait atteindre les 24 millions en 2025. Près de la moitié d'entre elle vit déjà en zone urbaine.

En croissance accélérée, la population de la ville d'Abidjan était estimée en 1999 à 3,2 millions. L'aquifère de la ville subit un stress en raison de l'urbanisation rapide : la construction de bâtiments et d'infrastructures sur des terrains anciennement voués à la végétation, qui imperméabilise le sol contre l'eau



Scène de rue à Cotonou, la plus grande ville du Bénin. En 2002, des hydrogéologues du pays ont appris que l'aquifère fournissant Cotonou en eau douce s'étendait, sous la frontière, jusqu'au Togo. Les deux pays ont exprimé le désir de créer un cadre pour la gestion en commun de l'aquifère. Son importance sera d'autant plus grande que la pluviométrie a baissé dans la région par suite du changement climatique

© Jean O'Sullivan/UNESCO



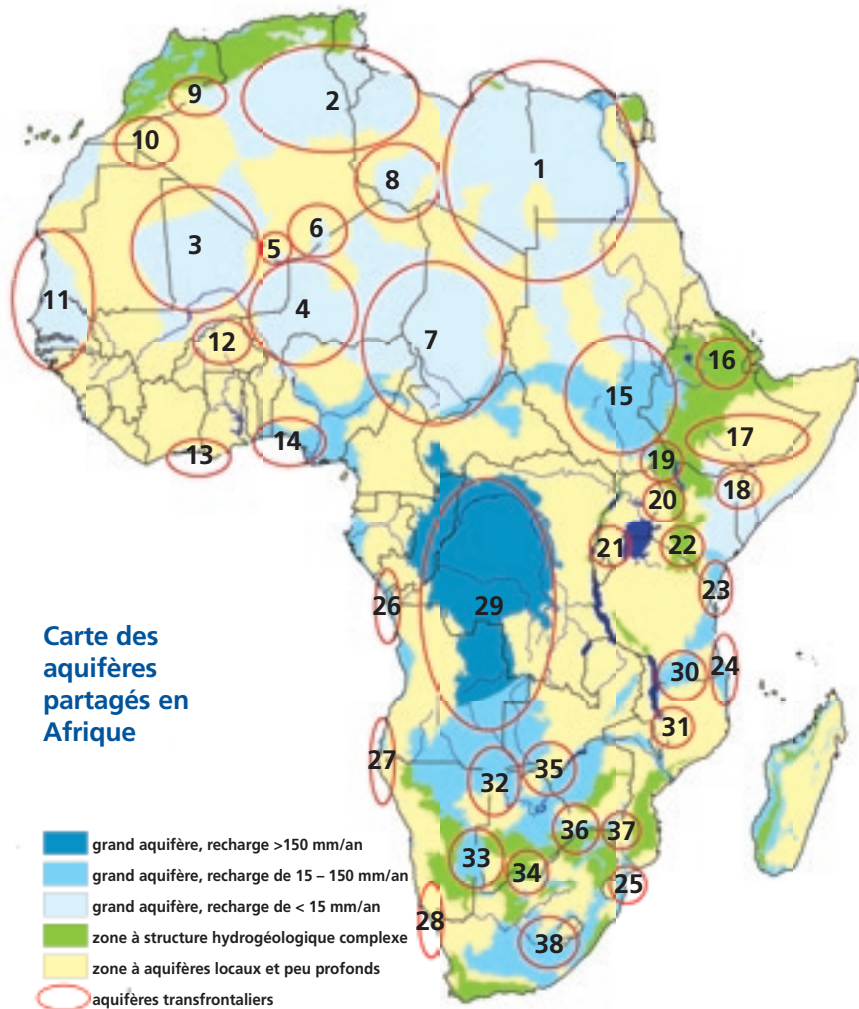
Chastiana Sopov/UNESCO

Le centre ville d'Accra, capitale du Ghana, en 2004. L'enquête de l'ISARM a révélé un grand aquifère partagé entre le Ghana et la Côte d'Ivoire. Les hydrologues de cette dernière ont commencé à étudier l'aquifère, qui couvre 80 % des besoins en eau de la population, mais les experts du Ghana ont appris, grâce à l'enquête, que l'aquifère s'étendait aussi sous leur pays. Des projets sont à l'étude pour que la ressource soit gérée en commun

de pluie, conjuguée à l'occupation anarchique de l'espace par des habitations précaires, rendent difficile la surveillance des eaux souterraines et la recharge de la nappe.

En l'absence de services de traitement des eaux ou de décharge pour les ordures ménagères, les eaux usées se déversent dans les rivières et autres eaux de surface. La nappe est également polluée par l'agriculture dans les faubourgs de la ville. La forte demande en eau d'Abidjan fait craindre que ses réserves en eaux souterraines soient bientôt trop sollicitées. On envisage de commencer à exploiter les eaux souterraines qui desservent la ville voisine de Bonoua, mais cela pourrait rapidement aboutir à les surexploiter à leur tour. Le volume d'eau tiré de la réserve de Bonoua a déjà plus que doublé, passant de 767 767 m<sup>3</sup> en 1990 à 1 836 699 m<sup>3</sup> en 2000.

L'infiltration d'eau salée pose aussi un grave problème : c'est probablement la cause du taux élevé de chlore dans l'aquifère côtier. La population a dû abandonner certains puits. Les hydrologues ont diagnostiqué ce phénomène à Jacquerville, dans la plaine d'Abidjan et plus à l'est, dans la région d'Adiaké.



Carte des aquifères partagés en Afrique

- grand aquifère, recharge >150 mm/an
- grand aquifère, recharge de 15 - 150 mm/an
- grand aquifère, recharge de < 15 mm/an
- zone à structure hydrogéologique complexe
- zone à aquifères locaux et peu profonds
- aquifères transfrontaliers

No.	Nom du système d'aquifère	Pays situés sur le système d'aquifère
1	Système d'aquifère des grès nubiens	Tchad, Égypte, Libye, Soudan
2	Système d'aquifère du Sahara du Nord-Ouest	Algérie, Libye, Tunisie
3	Bassin de Taoudenit	Algérie, Mali, Mauritanie
4	Système d'aquifère de Iullemeden	Mali, Niger, Nigeria
5	Nappe de l'Air cristallin	Algérie, Mali, Niger
6	Bassin de Tin-Séririne	Algérie, Niger
7	Bassin du Tchad	République centrafricaine, Tchad, Cameroun, Niger, Nigeria
8	Bassin du Mourzouk Djado	Tchad, Libye, Niger
9	Bassin d'Errachidia	Algérie, Maroc
10	Nappe de Tindouf	Algérie, Maroc
11	Bassin sénégalo-mauritanien	Gambie, Guinée-Bissau, Mauritanie, Sénégal
12	Aquifère de Liptako-Gourma	Burkina Faso, Niger
13	Aquifère des sédiments côtiers	Ghana, Côte d'Ivoire
14	Aquifère des sédiments côtiers	Bénin, Nigeria, Togo
15	Bassin du Haut-Nil	Ethiopia, Soudan
16	Aquifère de la vallée de l'Awash	Djibouti, Éthiopie
17	Aquifère de Juba-Ougaden	Éthiopie, Kenya, Somalie
18	Nappe de Merti	Kenya, Somalie
19	Aquifères du Rift	Kenya, Tanzanie, Ouganda

No.	Nom du système d'aquifère	Pays situés sur le système d'aquifère
20	Aquifère du mont Elgon	Kenya, Ouganda
21	Nappe de Kagera	Tanzanie, Ouganda
22	Aquifère du Kilimandjaro	Kenya, Tanzanie
23	Bassin sédimentaire côtier	Kenya, Tanzanie
24	Bassin sédimentaire côtier	Mozambique, Tanzanie
25	Bassin du Limpopo	Mozambique, Swaziland
26	Bassin sédimentaire côtier	DR of Congo, Angola
27	Bassin sédimentaire côtier	Angola, Namibie
28	Bassin sédimentaire côtier	Namibie, Afrique du Sud
29	Bassin intracratonique du Congo	République démocratique du Congo, Angola
30	Aquifère des grès du Karoo	Mozambique, Tanzanie
31	Aquifère de la vallée alluviale du Shire	Malawi, Mozambique
32	Bassin du Kalahari-Karoo	Angola, Botswana, Namibie, Zambie
33	Bassin sud-est du Kalahari-Karoo	Botswana, Namibie, Afrique du Sud
34	Bassin des dolomites de Ramotswa	Botswana, Afrique du Sud
35	Sous bassin du Nata Karoo	Botswana, Namibie, Zimbabwe
36	Sous bassin du Tuli-Karoo	Botswana, Afrique du Sud, Zimbabwe
37	Aquifère du cours moyen du Zambèze	Botswana, Mozambique, Afrique du Sud, Zimbabwe
38	Aquifère sédimentaire du Karoo	Lesotho, Afrique du Sud

## Vers une cartographie des aquifères transfrontaliers du monde

Dans les cinq ans qui ont suivi le lancement d'ISARM, les inventaires régionaux ont été menés à bien pour les Amériques, l'Europe occidentale et la région euro-méditerranéenne. Ce sont les étapes déterminantes d'un inventaire et d'une base de données mondiales sur l'évaluation quantitative et qualitative de l'eau de chacun des aquifères transfrontaliers du monde. L'inventaire offrira en outre des études de cas de gestion innovante de ces ressources au plan technique, socioéconomique et juridique.

L'inventaire africain a été le premier à débiter, lors d'un atelier de juin 2002, qui a inauguré un réseau régional de plus de 200 experts en exercice dans 25 pays africains. L'atelier était organisé à Tripoli par l'UNESCO et l'Autorité générale de l'eau de la Jamahiriya arabe libyenne. Le premier atelier sous-régional à faire le point sur les progrès réalisés a eu lieu en janvier de cette année ; il s'adressait aux pays de la Communauté de développement de l'Afrique australe.

Avant la fin de cette année, l'UNESCO et l'Organisation des États américains publieront une évaluation provisoire de leur projet triennal commun sur les systèmes d'aquifères transfrontaliers des Amériques (voir *Planète Science* de juillet 2005).

Le projet des Balkans est dirigé par le P<sup>r</sup> Jacques Granoulis, titulaire d'une chaire UNESCO à l'Université de Thessalonique, en Grèce, et par le Réseau international des centres eau-environnement des Balkans, avec le soutien du PHI de l'UNESCO. En 2003, le P<sup>r</sup> Granoulis présentait, dans un atelier, les résultats de la première phase. Des experts du PHI de l'UNESCO, de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe, et des experts d'Europe du Sud ont profité de l'atelier pour mettre en chantier un atlas des aquifères partagés entre nations dans la région. Leurs progrès ont été évalués au cours d'un second atelier tenu en avril de cette année.

La première évaluation des aquifères transfrontaliers d'Asie, centrée sur la Chine, a été présentée en octobre dernier, à l'occasion d'une séance organisée par l'UNESCO pendant le congrès de l'AIH à Beijing.

Le nœud du problème est l'inadaptation du cadre juridique national. Des lois ont été adoptées concernant l'environnement, l'eau et l'exploitation des mines, mais leurs décrets d'application n'ont pas encore été publiés. La Côte d'Ivoire a ratifié plusieurs instruments juridiques internationaux relatifs à l'eau, mais ils ont trait essentiellement à l'eau de mer et aux eaux de surface.

### Pourquoi il est si difficile de nettoyer une nappe

L'eau contenue dans tous les aquifères du monde représente 30 % de l'eau douce de la planète, alors que les lacs et les fleuves n'en constituent que 0,3 %. Mais les études sur les eaux souterraines sont très rares, en dépit de leur importance et du fait que certains pays, comme la Mauritanie, en dépendent pour 80 % de leurs besoins. Même dans les zones plus humides, la population dépend de plus en plus des eaux souterraines par suite de la forte pollution des fleuves et autres eaux de surface.

Les aquifères, qui offrent des ressources tout à fait saines et fiables, sont cependant fragiles. Il est très difficile, voire impossible, de purifier un aquifère qui a été pollué par les eaux usées et les produits chimiques que les villages, les

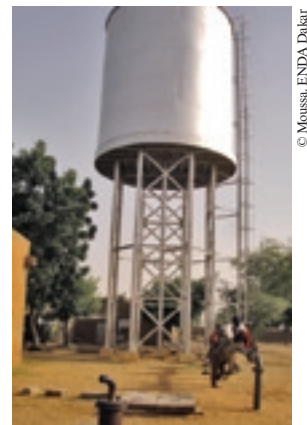
usines et les exploitations agricoles laissent filtrer. En outre, les sources de la pollution urbaine se diversifient, avec les pesticides organiques, les nitrates, les métaux lourds et les agents pathogènes véhiculés par l'eau.

« Au plan économique, il est difficile, voire parfois techniquement impossible, de purifier les aquifères urbains qui ont été pollués », explique Emmanuel Naah, spécialiste du programme à l'UNESCO, en poste au bureau régional de science à Nairobi (Kenya). « De sorte que les eaux souterraines urbaines seront soit abandonnées, ce qui provoquera une grave pénurie, soit soumises à des traitements complexes et coûteux, pour éviter de mettre en danger la santé publique ».

La population urbaine de l'Afrique a presque triplé depuis 1970 : 35 villes dépassent le million d'habitants. Cet exode rural a été accéléré par la sévérité des conditions climatiques, la désertification et la pauvreté.

### Système d'alerte pour les aquifères urbains pollués

En 2002, le bureau de l'UNESCO à Nairobi et le PNUE ont lancé un projet pour évaluer l'impact de la pollution sur les nappes d'Abidjan et de huit autres villes africaines : Dakar (Sénégal), Ouagadougou (Burkina Faso), Bamako (Mali),



© Moussa ENDA Dialar

Cotonou (Bénin), Keta (Ghana), Mombasa (Kenya), Addis-Abeba (Éthiopie) et Lusaka (Zambie).

Les responsables du projet ont élaboré des méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines, et repéré les points chauds de la pollution et les principales menaces. Ils ont également mis en place un système d'alerte rapide, reposant sur un réseau de scientifiques africains, et sensibilisé les décideurs des secteurs public et privé aux dangers que représentent des pratiques comme l'évacuation inconsidérée des déchets.

« L'objectif était de constituer un système solide de surveillance » se souvient Naah, « afin de pouvoir alerter rapidement le législateur et les gestionnaires de l'eau, qui pourront ainsi agir en temps utile contre la pollution ». Ce projet a été reconduit, conformément aux recommandations d'un atelier d'évaluation, organisé en novembre 2005 au Cap (Afrique du Sud).

### Comblent un vide juridique

Si les aquifères transfrontaliers sont difficiles à cartographier au point de vue scientifique, les facteurs politiques peuvent encore compliquer les opérations. Les gouvernements répugnent souvent à admettre que d'autres pays partagent avec eux les aquifères sur lesquels ils comptent pour l'eau potable et l'irrigation. Si les règlements et les conventions internationales concernant les fleuves forment un corpus de plus en plus conséquent, ils s'appliquent très partiellement aux aquifères.

Récemment encore, le droit international s'intéressait peu aux eaux souterraines et aux aquifères transfrontaliers. Dans la seule convention mondiale actuelle sur l'utilisation des ressources en eau, la Convention des Nations unies sur l'utilisation des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation, adoptée en mai 1997, les eaux souterraines ne sont prises en compte que lorsqu'elles sont reliées à un système d'eaux de surface, comme dans la plupart des traités et des accords entre États sur les eaux transfrontaliers. Mais la situation est en train de changer.

En 2006, la Commission du droit international des Nations unies a adopté en première lecture toute une série de projets d'articles<sup>8</sup> sur le droit des aquifères transfrontaliers, rédigés avec l'appui scientifique et technique du PHI. Pour accompagner cet effort, l'UNESCO et la FAO ont publié conjointement, cette année-là, une compilation d'accords internationaux, certains contraignants et d'autres non, concernant les eaux souterraines (*voir encadré*).

Les articles proposés couvrent les grands principes du droit international de l'eau : utilisation équitable, raisonnable et inoffensive, et celui qui fonde le droit international : l'obligation de coopérer, qui se traduit ici dans la pratique par des échanges réguliers de données. Les articles proposés codifient ensuite des

## Le cas de l'Afrique du Nord

Les délégués des gouvernements sont conscients de la nécessité de disposer d'un accord juridique pour le Système de l'aquifère des grès nubiens, qui s'étend sous la Libye, l'Égypte, le Tchad et le Soudan. Il se divise en deux réservoirs principaux : le Système de l'aquifère nubien – le plus grand et le plus ancien – et celui du post-nubien.

Ces deux réservoirs contiennent, ensemble, environ 373 000 m<sup>3</sup> d'eau fossile, vieille de milliers, voire de millions d'années. C'est l'héritage liquide d'un temps révolu, où le stérile Sahara était une luxuriante savane, il y a quelque 10 000 ans. Les pluies qui arrosaient la région ont cessé il y a environ 3 000 ans, en laissant des quantités phénoménales, mais non renouvelables, d'eau fossile, que le gouvernement libyen a commencé à exploiter en 1991 par le plus grand ouvrage de génie civil du monde, le Projet du grand fleuve artificiel. Mais une fois épuisée, l'eau fossile sera perdue à jamais ; c'est pourquoi son exploitation est controversée.

En 2000, l'Égypte, la Libye, le Soudan et le Tchad ont adhéré au Programme d'élaboration d'une stratégie régionale d'utilisation du Système de l'aquifère des grès nubiens. Le programme était dirigé par le Centre de développement environnemental de la région arabe et européenne, situé au Caire. Un second accord, entre l'Algérie, la Libye et la Tunisie, créait, en 2002, un Mécanisme consultatif du Système de l'aquifère du Sahara du Nord-Ouest.

Des informations précises, notamment sur ces accords, sont présentées dans *Groundwater in International Law*, co-publié l'année dernière par l'UNESCO et la FAO.

Pour en demander un exemplaire :

[a.aureli@unesco.org](mailto:a.aureli@unesco.org) ou [r.stephan@unesco.org](mailto:r.stephan@unesco.org)

La ville de Ghadamès, « la perle du désert », se situe dans une oasis. C'est l'une des plus anciennes villes présahariennes. Le projet du « grand fleuve artificiel » de Libye livre environ 500 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour aux villes du littoral libyen, qui rassemble la majeure partie de la population, par un réseau de canalisations en béton de 4 m de diamètre. Ce « fleuve artificiel », qui coule sous le désert, a une longueur totale de 3 500 km



principes plus spécifiques, comme la surveillance, la protection et la préservation des aquifères transfrontaliers, ainsi que la coopération avec les États en développement, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un organisme compétent, comme l'UNESCO. Ces projets d'articles ont été diffusés auprès des États membres des Nations unies, afin qu'ils fassent connaître leurs commentaires avant le 1er janvier 2008.

ISARM invite les gouvernements à planifier et, dans certains cas, à déléguer la gestion des ressources partagées, en concertation avec leurs voisins, et à protéger l'environnement. Il est aussi envisagé de confier à des agences spécialisées la rédaction d'accords juridiques encore plus protecteurs des aquifères.

Raya Stephan<sup>9</sup>, Abou Amani<sup>10</sup> et Amy Otchet

Page 18, à gauche : femmes puisant de l'eau près du village de Sarkin Yamma Gabi Maradi, au Niger ; au centre : jeunes bergers menant des ânes et du bétail à l'abreuvoir près du même puits ; à droite : château d'eau construit dans le village nigérien de Tibiri Maradi après que les puits locaux ont été contaminés par du fluorure, d'origine essentiellement géologique

8. [www.un.org/law/ilc](http://www.un.org/law/ilc) – sous Report, puis Shared Natural Resources

9. Spécialiste du droit de l'eau et consultante du PHI de l'UNESCO à Paris : [r.stephan@unesco.org](mailto:r.stephan@unesco.org)

10. Spécialiste chargé du programme scientifique au bureau de l'UNESCO à Accra : [a.amani@unesco.org](mailto:a.amani@unesco.org)