

MODULE



GESTION DES AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS





CONTENU

MODULE 4

Gestion des aquifères transfrontaliers

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Introduction | 4 |
| 4.2 | Qu'est-ce qu'un aquifère transfrontalier? | 4 |
| 4.3 | Aquifères transfrontaliers en Afrique | 6 |
| 4.4 | Approche et mécanismes pour la gestion des aquifères transfrontaliers | 10 |
| 4.5 | Les défis spécifiques et des cas de gestion de AT en Afrique | 13 |
| 4.6 | Références | 15 |
| 4.7 | Exercice | 16 |

Mentions légales

© Droit d'auteur 2015, tous droits réservés

L'utilisation du manuel est gratuite. Les utilisateurs doivent toutefois faire référence à la source, comme suit: «L'intégration de la gestion des eaux souterraines pour les Organismes de Bassins Transfrontaliers en Afrique - un manuel de formation produit par AGW-Net, BGR, IWMI, Cap Net, RAOB, et IGRAC». Les modifications ne sont autorisées qu'avec l'accord de AGW-Net. Les droits d'auteur des photos sont détenus par leurs propriétaires respectifs

A4A – Aqua for All

AGW-Net – Le Réseau Eaux Souterraines en Afrique

RAOB – Réseau Africain des Organismes de Bassin

BGR – Institut Fédéral des Géosciences et des Ressources Naturelles

UNDP-Cap-Net

BMZ – Ministère Fédéral de la Coopération Économique et du Développement

GWP – Partenariat Mondial de l'Eau

igrac – Centre International pour l'Évaluation des Ressources en Eau Souterraine

imawesa – Improved Management of Agricultural Water in Eastern and Southern Africa
(Gestion améliorée de l'eau agricole en Afrique Australe et de l'Est)

IWMI – L'Institut International de Gestion de l'Eau

Equipe de rédaction: Vanessa Vaessen, Ramon Brentführer – BGR

Mise en page: ff.mediengestaltung GmbH, Hannover, Allemagne

Photo: BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe





GESTION DES AQUIFÈRES TRANSFRONTALIERS

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES:

- Comprendre le concept des eaux souterraines transfrontalières et leurs problèmes de gestion
- Se familiariser avec la localisation et l'étendue des aquifères transfrontaliers en Afrique
- Se familiariser avec le cadre juridique pour la gestion des aquifères transfrontaliers
- Comprendre quelques problèmes actuels de gestion et approches appliquées aux aquifères transfrontaliers en Afrique

4.1 Introduction

La gestion de l'eau est généralement perçue et pratiquement réalisée dans les bassins hydrologiques (bassins versants fluviaux, lacustres). Lorsque ces bassins transcendent les frontières nationales, les questions deviennent de fait un sujet de préoccupation internationale. Les actions et les perturbations sur les ressources en eau dans un pays ont potentiellement une incidence sur les autres pays qui partagent cette ressource transfrontalière. Puisque les ressources en eau deviennent de plus en plus affectées par divers facteurs tels que le changement climatique et l'exploitation pour les besoins humains, la coopération internationale devient alors un sujet très important dans la gestion des ressources en eau. La plupart des grands bassins hydrographiques et beaucoup de bassins plus petits dans le monde sont partagés entre deux ou plusieurs pays ; un total de 263 bassins fluviaux sont transfrontaliers. Les outils pour la co-gestion, le droit international, et la théorie générale pour de meilleures options de gestion des eaux transfrontalières sont progressivement développées, et le monde acquiert de plus en plus d'expérience dans ce domaine (RIOB et le GWP, 2012).

4.2 Qu'est-ce qu'un aquifère transfrontalier?

Les eaux souterraines, ainsi que les eaux de surface, coulent inévitablement à travers les frontières internationales. Mais l'attention sur les implications possibles, ainsi que les approches liées à ces eaux partagées n'ont été mises au point que récemment. L'accent a été mis jusque-là sur l'eau de surface, pour des raisons évidentes de visibilité de la ressource. Toutefois, puisque les eaux de surface et souterraines sont généralement liées hydrologiquement, la composante eaux souterraines ne peut pas être ignorée si on tient à ce que les interactions des eaux transfrontalières soient bien inventoriées et que les conflits éventuels associés soient évités.

Les aquifères transfrontaliers sont les principaux systèmes d'eaux souterraines qui s'étendent sur plus d'un pays. La définition d'un Aquifère transfrontalier est: «un aquifère ou système aquifère, dont certaines parties sont situées dans des États différents» (Article 2c, Stephan 2009) (Fig. 4.1). Puisque les eaux souterraines sont plus ou moins présentes partout, au niveau de la plupart des frontières il existe des eaux souterraines partagées. Toutefois, le terme «Aquifère transfrontalier» semble être



réservé pour ces grands aquifères contigus et productifs ou ces systèmes aquifères qui méritent une gestion commune en raison de leur importance potentielle ou actuelle pour l'approvisionnement en eau ou pour d'autres raisons, par exemple, pour les importants écosystèmes associés. Actuellement, plus de 450 aquifères transfrontaliers ont été identifiés dans le monde (IGRAC, 2012). Comme le montre la figure 4.1, les systèmes aquifères transfrontaliers ne peuvent pas avoir des relations amont-aval évidentes, par opposition aux cours d'eau de surface, et ils peuvent même changer de direction d'écoulement en raison de l'évolution des schémas de prélèvement. Même au sein du même système global, l'hétérogénéité des propriétés et la stratification peut donner lieu à des sens d'écoulements différents entre les aquifères locaux peu profonds et ceux plus profonds, c'est-à-dire les aquifères d'extension régionale. Cette spécificité liée aux eaux souterraines fait que la caractérisation et la co-gestion des aquifères transfrontaliers sont plus complexes.

Les aquifères transfrontaliers doivent être caractérisés en termes d'extension (horizontale et verticale), de recharge (les zones, les mécanismes, les taux), de capacité de stockage, de schémas d'écoulement, de relation avec les systèmes d'eau de surface, de vulnérabilité, de niveaux d'exploitation actuels, de potentiel d'exploitation, et de menaces existants.

Historiquement ces évaluations s'arrêtaient à la frontière de chaque pays, alors que celles-ci doivent être faites conjointement, de façon harmonisée, sur toutes les parties communes des systèmes aquifères. Il y a une différence importante entre les aquifères renouvelables et ceux non renouvelables ; ces derniers reçoivent une recharge actuelle négligeable, car en principe ils ne sont pas naturellement réalimentés même si ils sont exploités.

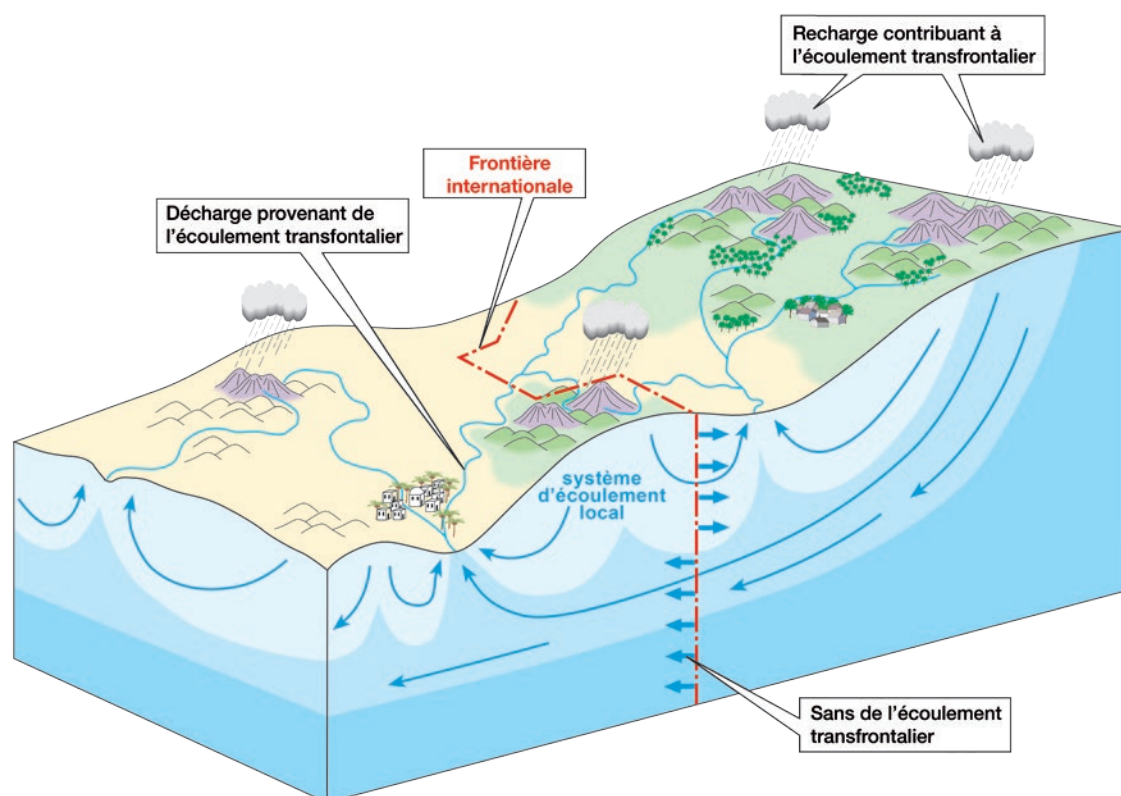


Figure 4.1 Eaux souterraines transfrontalières



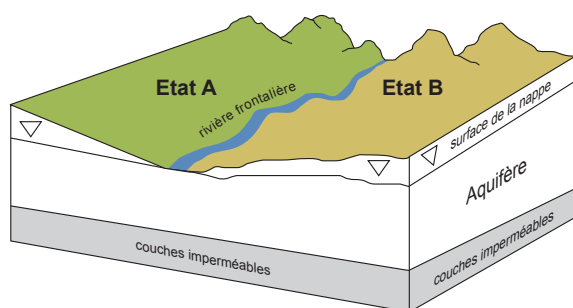
Des méthodes de classification différentes des aquifères transfrontaliers ont été développées dans le but de les regrouper de manière systématique et d'assurer une gestion cohérente selon leurs différentes caractéristiques. Un exemple est donné dans la figure 4.2.

L'initiative de l'UNESCO pour la gestion des ressources aquifères internationales partagées (ISARM), le programme global d'évaluation et de cartographie hydrogéologique (WHYMAP), le Centre international d'évaluation des ressources en eaux souterraines (IGRAC), le Programme des NU pour l'évaluation mondiale de l'eau (WWAP), l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de nombreuses autres organisations partenaires au cours de la dernière décennie, même la récente évaluation des aquifères transfrontaliers (TWAP) ont compilé et complété l'information disponible à l'échelle mondiale concernant les aquifères transfrontaliers.

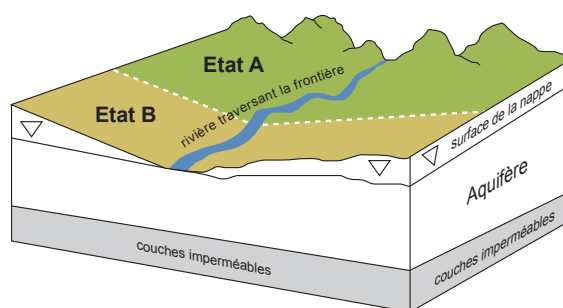
4.3 Aquifères transfrontaliers en Afrique

L'Afrique est connue pour la prépondérance de systèmes d'eau partagés entre les nations. Environ 64% de la superficie du continent se trouvent dans des bassins versants internationaux transfrontaliers. Les bassins fluviaux comme le Nil, le Congo, le Niger, la Volta, l'Orange-Senqu et le Zambèze sont les plus importants. Un grand nombre d'aquifères ont également été identifiés pour l'Afrique, environ 80; cependant des aquifères plus petits sont susceptibles d'être rajoutés avec la disponibilité d'informations et de connaissances plus détaillées. La figure 4.3 montre une carte d'aquifères transfrontaliers actuellement identifiés en Afrique, ils sont superposés aux bassins versants internationaux; le tableau 4.1 fournit des données clés pour ces aquifères. Il est clair à partir de là que géographiquement, les ressources en eau souterraines et de surface ne coïncident pas forcément.

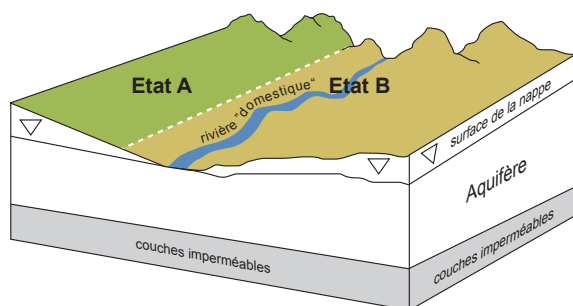
Les aquifères transfrontaliers englobent une grande variété de caractéristiques, la taille ainsi que le contexte géologique, la recharge et la densité de la population. Les aquifères transfrontaliers actuellement identifiés représentent environ 42% de la superficie du continent et 30% de la population y vivent. Il y a une énorme différence entre les aquifères, en terme de population vivant dans les bassins aquifères transfrontaliers individuels; dans le cas du système aquifère des Grès Nubiens (AFNE12) le nombre d'habitants est d'environ 63 millions, pour l'aquifère de la moyenne vallée de Zambèze il y a moins de cent habitants (AFWC21) (Altchenko et Villholth, 2013). La même hétérogénéité existe en termes de zone d'extension, allant de moins de 1 500 km² (aquifère de Jabel El Hamra, AFNE22 et l'aquifère Figuig, AFNE18) à plus de 2,6 millions de km² (système aquifère des Grès Nubiens, AFNE12). Ce dernier est comparable en taille au bassin versant du lac Tchad (2,4 millions de km²). Les aquifères transfrontaliers sont partagés entre deux et jusqu'à huit États, c'est le cas pour le bassin aquifère du lac Tchad (AFWC14).

**Type A:**

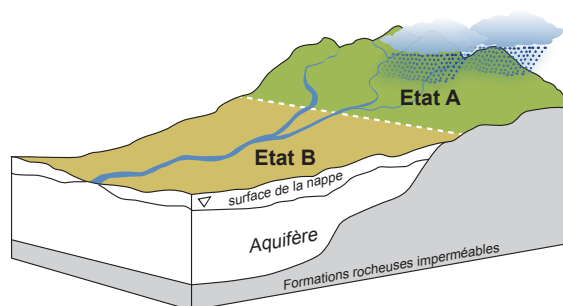
Un aquifère libre qui est lié hydrauliquement avec une rivière, les deux coulent le long d'une frontière internationale (c-à-d, la rivière forme la frontière entre deux États)

**Type B:**

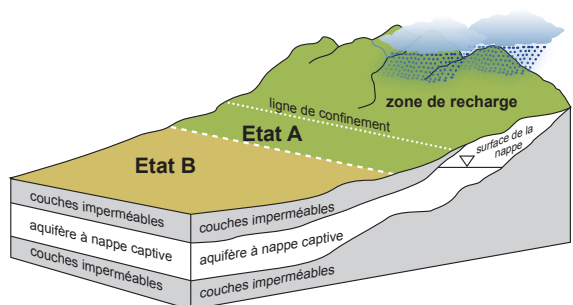
Un aquifère libre traversé par une frontière internationale et lié hydrauliquement avec une rivière qui est également traversée par la même frontière internationale

**Type C:**

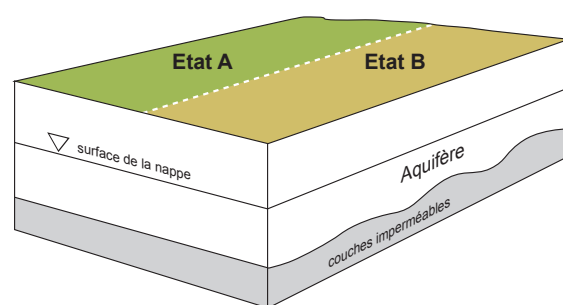
Un aquifère libre qui traverse une frontière internationale et qui est hydraulique lié à une rivière qui coule (complètement) dans le territoire d'un État

**Type D:**

Un aquifère libre qui est complètement dans le territoire d'un État, mais qui est lié hydrauliquement à une rivière qui coule à travers une frontière internationale (dans ce cas, l'aquifère se trouve toujours dans l'État situé «en aval»)

**Type E:**

Un aquifère captif, sans lien hydraulique avec un cours d'eau de surface, avec une zone de recharge (dans une zone où l'aquifère est libre) qui traverse une frontière internationale ou qui se trouve complètement dans un autre État

**Type F:**

Un aquifère transfrontalier qui n'est lié à aucun cours d'eau de surface et dépourvu de toute recharge

Figure 4.2. Différents types de systèmes aquifères transfrontaliers, en fonction des caractéristiques d'écoulement et des interactions avec les eaux de surface. Source: Eckstein and Eckstein (2003)

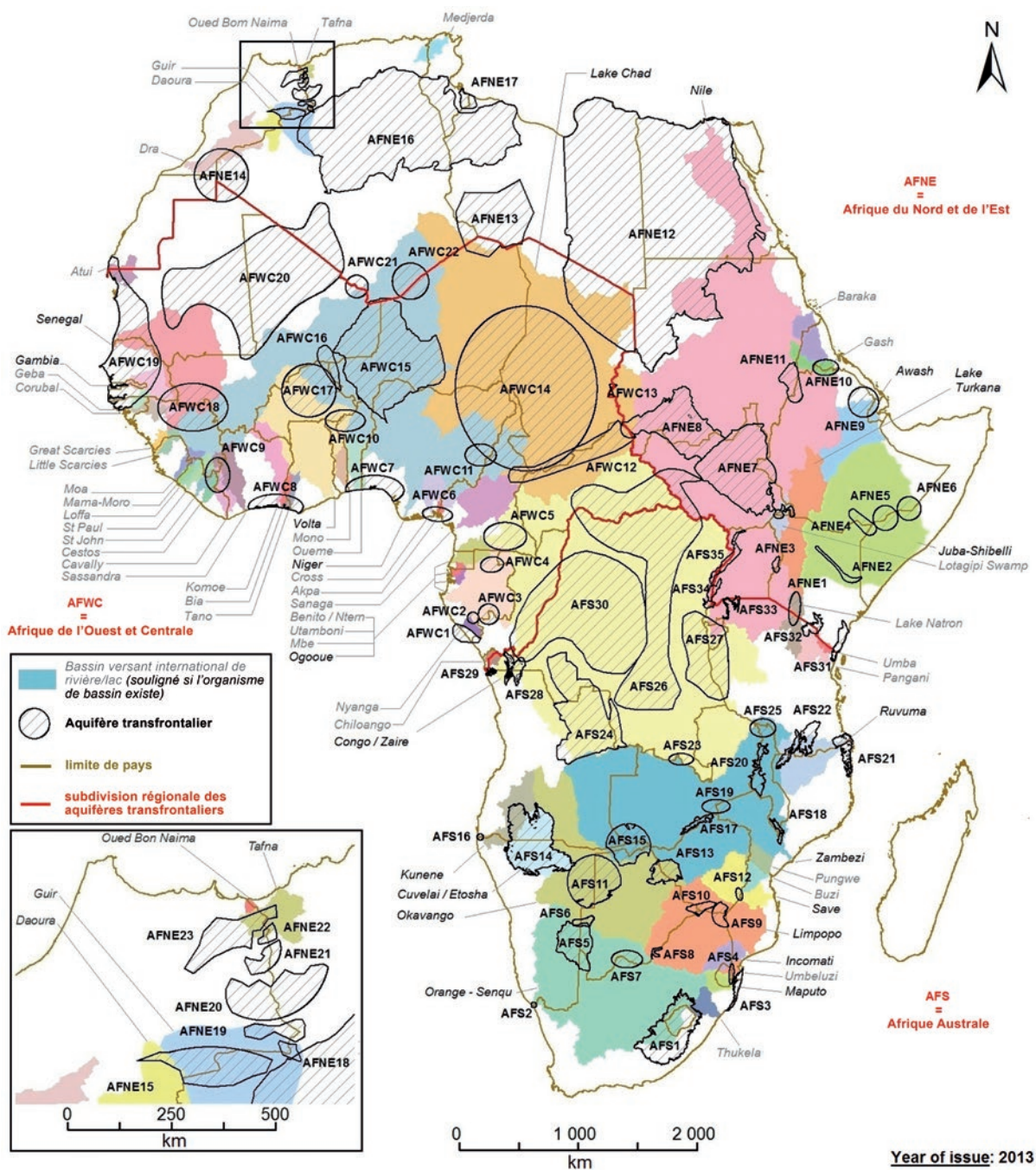


Figure 4.3. Carte des aquifères transfrontaliers en Afrique. Source: Altchenko and Villholth (2013)



Tableau 4.1. Données clés des aquifères transfrontaliers en Afrique (cf. figure 4.3 pour l'emplacement des aquifères)

| Inventory of transboundary aquifers in Africa | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|--------------------------|-------------------------|--|------------------------|--------------------------|
| ID | Name | Countries sharing the aquifer | Population (inhabitants) | Area (km ²) | Aquifer type | Rainfall (mm/year) | Annual recharge (WHYMAP) |
| AFS1 | Karoo sedimentary aquifer | Lesotho/South Africa | 5,568,000 | 166,000 | Consolidated sedimentary rocks | 350 – 1,200 | VL to M |
| AFS2 | Coastal sedimentary basin 5 | Namibia/South Africa | 7,900 | 1,700 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 45 – 55 | VL to M |
| AFS3 | Coastal sedimentary basin 6 | Mozambique/South Africa | 548,000 | 11,700 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 700 – 1,200 | M to H |
| AFS4 | Rhyolite-Breccia aquifer | Mozambique/South Africa/Swaziland | 206,000 | 5,500 | Volcanic/Quaternary | 600 – 850 | VL to M |
| AFS5 | Southwest Kalahari/Karoo basin | Botswana/Namibia/South Africa | 15,500 | 85,000 | Kalahari groups aquifer and Karoo supergroup aquifers | 200 – 350 | VL to M |
| AFS6 | Ncojane aquifer | Botswana/Namibia | 2,300 | 10,300 | Consolidated sedimentary rocks | 300 – 350 | VL to M |
| AFS7 | Khakhea/Bray dolomite | South Africa/Botswana | 57,000 | 30,000 | Dolomite | 300 – 450 | VL to M |
| AFS8 | Ramotswa dolomite basin | Botswana/South Africa | 135,500 | 3,200 | Malmari subgroup of the Transvaal supergroup | 500 – 550 | VL to M |
| AFS9 | Limpopo basin | Mozambique/South Africa/Zimbabwe | 313,800 | 20,000 | Volcanic and basement rocks | 400 – 700 | VL to L |
| AFS10 | Tuli Karoo sub-basin | Botswana/South Africa/Zimbabwe | 70,600 | 14,330 | Volcanic and basement rocks | 300 – 450 | VL to L |
| AFS11 | Northern Kalahari/Karoo basin | Angola/Botswana/Namibia/Zambia | 35,900 | 144,400 | Consolidated sedimentary rocks | 380 – 550 | VL to H |
| AFS12 | Save alluvial aquifer | Mozambique/Zimbabwe | 32,600 | 4,500 | Alluvial | 400 – 600 | VL to M |
| AFS13 | Eastern Kalahari/Karoo basin | Botswana/Zimbabwe | 54,300 | 39,600 | Upper Karoo Sandstone | 400 – 600 | VL to M |
| AFS14 | Cuvetel and Etosha basin | Angola/Namibia | 1,032,400 | 202,000 | Consolidated sedimentary rocks | 300 – 900 | L to M |
| AFS15 | Nata Karoo sub-basin | Botswana/Namibia/Zimbabwe | 195,000 | 91,000 | Ecca sequence | 500 – 750 | VL to M |
| AFS16 | Coastal sedimentary basin 4 | Angola/Namibia | 20 | 2,200 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 100 – 150 | VL to M |
| AFS17 | Medium Zambezi aquifer | Mozambique/Zambia/Zimbabwe | 50,800 | 10,700 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 720 – 780 | VL to M |
| AFS18 | Shire Valley aquifer | Malawi/Mozambique | 527,000 | 6,200 | Tertiary/Quaternary | 780 – 900 | M to VH |
| AFS19 | Arangua Alluvial | Mozambique/Zambia | 12,500 | 21,200 | Alluvial | 700 – 1,100 | VL to M |
| AFS20 | Sand and gravel aquifer | Malawi/Zambia | 2 233,000 | 25,300 | Unconsolidated intergranular aquifer and weathered basement complex | 800 – 1,200 | VL to VH |
| AFS21 | Coastal sedimentary basin 3 | Mozambique/Tanzania | 794,000 | 23,000 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 930 – 1,200 | H |
| AFS22 | Karoo-Sandstone aquifer | Mozambique/Tanzania | 214,500 | 40,000 | Consolidated sedimentary rocks | 900 – 1,700 | M to VH |
| AFS23 | Kalahari/Katangan basin | DRC/Zambia | 1,006,000 | 15,600 | Katangan and Kalahari sequence | 1,200 – 1,300 | H to VH |
| AFS24 | Congo Intra-cratonic | Angola/DRC | 1,920,000 | 317,200 | Consolidated sedimentary rocks | 1,200 – 1,650 | H |
| AFS25 | Weathered basement | Malawi/Tanzania/Zambia | 852,000 | 25,842 | NI | 900 – 2,000 | M to VH |
| AFS26 | Karoo Carbonate | CAR/Congo/South Sudan | 9,400,000 | 941,100 | Limestone/Sandstone | 1,000 – 1,800 | H to VH |
| AFS27 | Tanganyika aquifer | Burundi/DRC/Tanzania/Rwanda | 11,940,000 | 222,300 | Fractured basalt and granite | 800 – 1,800 | VL to VH |
| AFS28 | Dolomitic aquifer | Angola/DRC | 750,600 | 21,300 | Karst weathered dolomite | 1,100 – 1,450 | H to VH |
| AFS29 | Coastal sedimentary basin 2 | Angola/DRC | 34,000 | 2,250 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 800 – 1,000 | VL to H |
| AFS30 | Cuvette Centale | Congo/DRC | 14,000,000 | 814,800 | Alluvial Sandstones | 1,400 – 2,100 | H to VH |
| AFS31 | Coastal sedimentary basin 1 | Kenya/Tanzania | 2,150,000 | 16,800 | Quaternary and consolidated sedimentary rocks | 850 – 1,250 | M to H |
| AFS32 | Kilimanjaro aquifer | Kenya/Tanzania | 1,396,000 | 14,600 | Volcanic alluvium | 600 – 1,600 | VL to M |
| AFS33 | Kagera aquifer | Rwanda/Tanzania/Uganda | 493,500 | 5,800 | Alluvial unconsolidated sand and gravels | 930 – 1,800 | VL to M |
| AFS34 | Mgahinga | DRC/Rwanda/Uganda | 1,451,000 | 4,400 | Volcanic | 1,250 – 1,650 | VL to M |
| AFS35 | Western Rift valley sediment | DRC/Uganda | 1,151,000 | 29,500 | Volcanic | 800 – 1,250 | VL to H |
| AFWC1 | NN | Congo/Gabon | 13,300 | 23,000 | NI | 1,400 – 1,750 | M to VH |
| AFWC2 | NN | Congo/Gabon | 48,500 | 7,100 | NI | 1,650 – 1,950 | H to VH |
| AFWC3 | NN | Congo/Gabon | 41,000 | 23,500 | NI | 1,750 – 1,950 | H to VH |
| AFWC4 | NN | Congo/Gabon | 1,700 | 19,600 | NI | 1,600 – 1,750 | H to VH |
| AFWC5 | NN | Cameroon/CAR/Gabon | 178,000 | 66,400 | NI | 1,550 – 1,650 | H to VH |
| AFWC6 | Rio Delrey | Cameroon/Nigeria | 3,300,000 | 24,000 | Upper Miocene to Quaternary | 2,500 – 3,130 | VH |
| AFWC7 | Keta basin | Benin/Nigeria/Togo | 16,896,000 | 55,400 | Quaternary (sand, silt, clay) | 950 – 2,450 | H to VH |
| AFWC8 | Tano basin | Côte d'Ivoire/Ghana | 4,740,000 | 43,000 | Quaternary Terminal Continental and Maestrichtien Aquifer | 1,300 – 1,930 | H to VH |
| AFWC9 | NN | Côte d'Ivoire/Guinea/Liberia | 2,370,000 | 47,300 | NI | 1,400 – 2,050 | H to VH |
| AFWC10 | Kandi sedimentary basin | Benin/Burkina Faso/Ghana/Togo | 1,143,000 | 47,800 | Cambro-Ordovicien and alluvial | 850 – 1,100 | VL to VH |
| AFWC11 | Garoua - Chari | Cameroon/Nigeria | 1,870,000 | 38,400 | Sandstone - Clay | 950 – 1,400 | H to VH |
| AFWC12 | NN | Cameroon/CAR/Chad/Sudan | 716,000 | 155,400 | Sedimentary | 700 – 1,600 | H to VH |
| AFWC13 | Disa | Chad/Sudan | 74,300 | 1,500 | Sandstone | 500 – 550 | VL to M |
| AFWC14 | Lake Chad | CAR/Cameroon/Chad/Niger/Nigeria | 22,419,100 | 1,300,500 | Sedimentary: the Upper Quaternary, the Lower Pliocene and the TC | 40 – 1,400 | VL to H |
| AFWC15 | Irhazer-Iulemeden | Algeria/Mali/Niger/Nigeria | 12,888,600 | 545,400 | Sedimentary deposit including IC and TC | 80 – 900 | VL to VH |
| AFWC16 | NN | Burkina Faso/Mali/Niger | 333,000 | 3,500 | NI | 250 – 600 | VL to M |
| AFWC17 | Liptako-Gourma aquifer | Burkina Faso/Niger | 7,758,300 | 159,500 | Fractured metamorphic | 400 – 900 | VL to H |
| AFWC18 | NN | Guinea/Mali/Senegal | 4,250,000 | 185,500 | Birimien | 850 – 1,650 | VL to VH |
| AFWC19 | Senegalo-Mauritanian basin | Gambia/Guinea-Bissau Mauritania/Senegal | 11,930,000 | 331,450 | Maestrichtien | 20 – 1,850 | VL to VH |
| AFWC20 | Taoudeeni basin | Algeria/Mali/Mauritania | 82,400 | 936,000 | Multilayers | 10 – 350 | VL to L |
| AFWC21 | L'air Cristalline aquifer | Algeria/Mali | 84 | 28,400 | NI | 60 – 100 | VL to M |
| AFWC22 | Tin Seririne | Algeria/Nigeria | 520 | 73,700 | NI | 20 – 50 | VL to L |
| AFNE1 | Rift aquifer | Kenya/Tanzania/Uganda | 279,000 | 21,150 | Volcanic | 450 – 1,100 | VL to M |
| AFNE2 | Merti aquifer | Kenya/Somalia | 129,000 | 13,500 | Semi-consolidated sedimentary | 350 – 750 | L to M |
| AFNE3 | Mount Elgon | Kenya/Uganda | 806,550 | 5,400 | Volcanic | 1,000 – 1,300 | VL to M |
| AFNE4 | Dawa | Ethiopia/Kenya/Somalia | 223,150 | 24,000 | Volcanic rocks, alluvials and Precambrian basement | 300 – 650 | VL to L |
| AFNE5 | Juba aquifer | Ethiopia/Kenya/Somalia | 197,600 | 34,600 | Aquifers in Precambrian and intrusive rocks | 270 – 450 | VL to L |
| AFNE6 | Shabelle aquifer | Ethiopia/Somalia | 334,000 | 31,000 | Sedimentary and minor volcanic aquifers | 280 – 400 | VL to L |
| AFNE7 | Sudd basin | Ethiopia/Kenya South Sudan/Sudan | 2,926,500 | 331,600 | Precambrian and volcanic rocks with patches of alluvials/sedimentary | 450 – 1,100 | M |
| AFNE8 | Baggara basin | CAR/South Sudan/Sudan | 2,433,500 | 239,300 | Umm Ruwaba (overlain the Nubian Formation) | 300 – 900 | L to M |
| AFNE9 | Awash Valley aquifer | Djibouti/Eritrea/Ethiopia | 627,400 | 50,700 | Volcanic | 110 – 350 | VL to L |
| AFNE10 | Mareb aquifer | Eritrea/Ethiopia | 1,827,900 | 22,800 | Precambrian and intrusive rocks | 450 – 550 | VL to M |
| AFNE11 | Gedaref | Eritrea/Ethiopia Sudan | 732,000 | 38,700 | Precambrian and volcanic rocks with patches of alluvials/sedimentary | 400 – 950 | VL to M |
| AFNE12 | Nubian Sandstone aquifer system | Chad/Egypt/Libya/Sudan | 67,320,000 | 2,608,000 | Nubian and Post-Nubian | 1 – 550 (mainly < 30) | Mainly VL (VL to VH) |
| AFNE13 | Mourzouk-Djado basin | Algeria/Libya/Nigeria | 108,000 | 286,200 | Sedimentary | < 20 | Mainly VL (VL to M) |
| AFNE14 | Tindouf aquifer | Algeria/Mauritania/Morocco | 107,000 | 160,000 | Alternating series of calcareous rocks and sand | 30 – 200 | VL to M |
| AFNE15 | Errachidia basin | Algeria/Morocco | 156,300 | 18,500 | Sandstone, calcareous, dolomite | 80 – 200 | VL to L |
| AFNE16 | North Western Sahara Aquifer system | Algeria/Libya/Tunisia | 4,000,000 | 1,190,000 | Sand, Sandstone, sandy clay, calcareous, dolomite | 10 – 300 (mainly < 50) | VL to L |
| AFNE17 | Djaffar Djefara | Libya/Tunisia | 262,400 | 15,800 | NI | 130 – 250 | L |
| AFNE18 | Figuig | Algeria/Morocco | 32,300 | 1,500 | Phreatic Aquifer, Porous | 100 – 170 | VL to L |
| AFNE19 | Chott Tigr-Lahouita | Algeria/Morocco | 26,800 | 4,700 | Porous, Karst, Dolomite Limestone and Sandstone | 180 – 250 | VL to L |
| AFNE20 | Ain Beni mathar | Algeria/Morocco | 23,100 | 20,000 | Karstic, Dolomite Limestone and Dolomite | 260 – 350 | VL to M |
| AFNE21 | Angad | Algeria/Morocco | 25,600 | 3,500 | Porous, Plio-Quaternary | 350 – 450 | VL to M |
| AFNE22 | Jbel El Hamra | Algeria/Morocco | 40,100 | 1,250 | Karstic | 440 – 500 | VL to L |
| AFNE23 | Triffa | Algeria/Morocco | 920,000 | 13,100 | PorousVillafranchian and Quaternary | 370 – 450 | M |

Notes: NN = No name referenced; NI = No information; TC = Terminal Continental; IC = Intercalary Continental; VL = Very low (0 - 2 mm/year); L = Low (2 - 20 mm/year); M = Medium (20 - 100 mm/year); H = High (100 - 300 mm/year); VH = Very high (> 300 mm/year)



4.4 Approche et mécanismes pour la gestion des aquifères transfrontaliers

La gestion des eaux souterraines est une tâche complexe car elle nécessite la coordination dans de nombreux secteurs et utilisateurs (par exemple, l'approvisionnement en eau, l'agriculture, l'énergie, l'industrie, et l'environnement) et elle doit être intégrée avec la gestion des eaux de surface. Essayer de le faire au niveau international pose une autre dimension de défis en termes de coordination et d'intégration. L'eau souterraine a traditionnellement été considérée comme une question nationale, mais la nécessité d'une coopération internationale sur les eaux souterraines est de plus en plus reconnue. C'est notamment le cas lorsque :

- Les ressources en eau souterraine coulent de manière évidente à travers les frontières, comme dans le cas où l'eau souterraine est principalement rechargée dans un pays, mais les rejets se font dans l'autre (cf. Type E dans la figure 4.2);
- L'exploitation des eaux souterraines dans un pays a (ou pourrait avoir) des conséquences importantes et un impact défavorable dans un autre pays;
- Il existe des écosystèmes importants dans un pays dépendent de l'écoulement des eaux souterraines venant d'un autre pays;
- Des prélèvements importants ou des modifications de l'occupation des terres qui peuvent avoir des incidences sur les ressources en eau souterraine (quantité ou qualité) dans les pays voisins, sont planifiés dans un autre pays;
- Les eaux souterraines constituent une ressource importante dans la gestion de la sécheresse et généralement pour le développement humain d'un ou de plusieurs pays voisins.

Les principes du droit international pour la coopération sur les **aquifères transfrontaliers** s'appuient sur les principes généraux de la coopération sur les **eaux de surface**. Certains de ces principes ont trait à :

- La coopération sur la base de l'égalité souveraine, l'intégrité territoriale, du bénéfice mutuel et de la bonne foi;
- Le concept de «l'utilisation équitable et raisonnable»;
- Le concept de «pas de préjudice», c'est à dire que toute exploitation et gestion des ressources se fait sans intention préalable de nuire à l'autre partie;
- La notification préalable, à savoir que les États ont l'obligation d'informer l'autre partie avant toute mise en œuvre d'investissements importants et d'interventions qui peuvent affecter la ressource dans le sens transfrontalier du terme. La notification veut dire également informer immédiatement les autres États des situations d'urgence liées au cours d'eau et qui peuvent les affecter, comme les inondations.



Tableau 4.2 Caractéristiques particulières des aquifères et les implications pour la gestion des Aquifères Transfrontaliers

| | Considérations particulières / dispositions nécessaires dans la gestion des Aquifères Transfrontaliers | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|--|----------------------------------|
| Les caractéristiques distinctes des eaux souterraines | Enregistrement conjoint des usagers / usages, la réglementation, la surveillance et le respect de la réglementation | Notification préalable des plans d'exploitation à l'autre partie | Principe de précaution | Résolution des conflits | Engagement des parties prenantes | Suivi à long terme des ressources | Souplesse dans le modèle conceptuel et accords clairs de partage de données | Règlements de l'utilisation des terres et sur les rejets | Rendre prioritaire la protection |
| Source accessible | xx | | | | xx | | | | |
| Invisible et hétérogène | | x | x | x | x | x | x | | |
| Vulnérables aux impacts de l'occupation des terres | | | | | x | | | xx | x |
| Réaction lente / délai de réponse / renouvellement lent | | x | xx | x | | xx | | | |
| Recharge / décharge est dispersée et inégale | | | | | | | | x | xx |
| Frontières incertaines | | | | x | | x | xx | | |
| Impacts du changement climatique incertains | | | | | | xx | xx | | |
| Relations avec l'aval, floues | | | x | x | x | x | xx | | |

- Partage de données, c'est à dire des mécanismes institutionnalisés pour le partage régulier de nouvelles données et de connaissances liées à l'aquifère;
- Le principe de précaution, c'est à dire que l'exploitation ne se fait pas si les connaissances sont insuffisantes pour montrer que les impacts environnementaux et socio-économiques seront faibles. Ces protections peuvent être assouplies seulement si d'autres découvertes scientifiques émergent et fournissent des preuves solides qu'aucun dommage important n'en résultera;
- La participation des parties prenantes, à savoir que les acteurs sont impliqués et ont leur mot à dire dans les décisions relatives à l'exploitation de la ressource;
- Règlement des différends.



Cependant, il est important de garder à l'esprit que l'eau souterraine a des caractéristiques inhérentes particulières; pour cela il est nécessaire de mettre l'accent sur certains principes, à savoir la précaution, la surveillance à long terme de la ressource, le suivi / enregistrement conjoint des utilisateurs, notification préalable, et priorité de la protection (tableau 4.2). En effet l'eau souterraine se déplace généralement très lentement, ces principes sont essentiels : le principe de précaution, la surveillance à long terme et la priorisation de la protection (par exemple, des zones importantes de recharge). En ce qui concerne la notification préalable, l'exploitation peut se rapporter au changement important des plans d'occupation des sols ou à une exploitation à grande échelle de la ressource en eau souterraine, plutôt que les grandes infrastructures de barrages qui affectent généralement le partage des eaux de surface. La notification préalable pourrait également porter sur le déversement de produits chimiques ou la détection d'une contamination de la nappe dans la zone frontalière. Afin de parvenir à une coopération pleine et efficace sur les aquifères, les États doivent élaborer des plans et programmes conjoints (ou séparés mais coordonnés) d'exploitation des eaux souterraines, d'utilisation et de protection, de mettre en œuvre des politiques communes / harmonisées de gestion des eaux souterraines, de formation du personnel technique et d'études environnementales conjointes.

En principe, les eaux souterraines dans le cadre d'un système hydrologique unique relève des dispositions du droit international de l'eau¹. Toutefois, les mécanismes de gestion des eaux internationales ont traditionnellement porté sur les eaux de surface et les eaux souterraines ont été ignorées ou supposées être prises en compte. En raison de la reconnaissance de l'importance des eaux souterraines ainsi que ses caractéristiques intrinsèques, il ya eu un regain de travail consacré à l'élaboration de cadres distincts et intégrés du droit international sur les eaux souterraines.

Quatre parmi les points les plus importantes de la législation internationale de l'eau, avec chacun leurs aspects forts et faibles, sont inclus dans le tableau 4.3. Ces conventions sont conçues comme des lignes directrices et encouragent les États à élaborer des accords contraignants spécifiques (traités) entre les nations partageant des ressources en eau spécifiques et établir des arrangements organisationnels transfrontaliers et permanents pour leur gestion.

Puisque les aquifères et des bassins versants coïncident rarement (figure 4.3), l'organe le plus approprié pour superviser la gestion des Aquifères Transfrontaliers n'est pas nécessairement l'organisme de bassin spécifique à la rivière / lac (si existant). La coopération entre plusieurs organismes de bassin peut être nécessaire. De même, les organismes de bassin aquifère distincts peuvent être une solution pertinente là où il n'existe aucun organisme de bassin transfrontalier efficace s'occupant des eaux de surface.

¹ Le droit international de l'eau est un système de normes et de règles régissant les relations entre États souverains et joue un rôle important dans la gestion pacifique des ressources en eau transfrontalières.



Tableau 4.3. Quatre points les plus importants de la législation internationale de l'eau pour les eaux souterraines

| | Focus sur les eaux souterraines ou les eaux de surface? | Portée régionale | En vigueur | Référence |
|--|---|---------------------|------------------|----------------------|
| Convention des Nations Unies sur le droit aux usages de non-navigation des cours d'eau internationaux | Eaux de surface, et eaux souterraines hydrauliquement reliées aux eaux de surface | Mondiale | Non ^a | Nations Unies (1997) |
| Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontaliers et des lacs internationaux | Les deux | Europe ^b | Oui (1996) | UNECE (1992) |
| Protocole révisé de la SADC sur des cours d'eau partagés | Eaux de surface, et eaux souterraines hydrauliquement reliées aux eaux de surface | Région SADC | Oui (2003) | SADC (2000) |
| Les projets d'articles de l'ONU sur les aquifères transfrontaliers | Les eaux souterraines | Mondiale | Non | Stephan (2009) |

^a On a besoin d'un seul pays de plus qui la ratifie pour qu'elle puisse entrer en vigueur (selon info disponible jusqu'au 27 février 2014).

^b Entre en vigueur si les 33 Etats à l'origine signataires de la convention approuvent. Jusqu'à présent, 23 ont approuvé.

4.5 Les défis spécifiques et des cas de gestion de Aquifères Transfrontaliers en Afrique

La nécessité d'une gestion des eaux souterraines transfrontalières en Afrique est actuellement très accrue dans les régions semi-arides et arides où les ressources en eau de surface peuvent être limitées ou saisonnières ou inter-annuelle très variable ou située loin de populations importantes. Ce sont généralement aussi les régions où des réserves significatives d'eaux souterraines transfrontalières sont non ou peu renouvelables; ce qui augmente les défis d'une gestion durable des eaux partagées.

L'une des décisions les plus importantes que les comités de gestion conjointe ont à faire dans de telles conditions est de fixer le prélèvement annuel maximal autorisé de l'aquifère. C'est le cas dans beaucoup de pays de l'Afrique du Nord et en Afrique Australe. La gestion transfrontalière pourrait également être une préoccupation dans les zones où les eaux de surface sont en baisse ou affectées par la contamination, par exemple, le bassin du lac Tchad en Afrique de l'Ouest.

Des conflits significatifs sur les aquifères partagés ne sont pas apparus ou ne sont pas encore pleinement documentés en termes d'étendue et de causes sous-jacentes. L'étude sur l'«évaluation des besoins» (BGR / IWMI 2013) a identifié des prélèvements d'eau pour l'irrigation le long des cours d'eau internationaux (figure 4.2 type A et type B) dans certains des organismes de bassin interrogés (LIMCOM, OMVS); activité qui pourrait le plus produire des impacts transfrontaliers immédiats. Ces organismes se sont inquiétés des effets de l'exploitation de la nappe alluviale sur l'écoulement de l'eau de surface partagée, cependant aucun conflit n'a encore été signalé.



Compte tenu de ces besoins, de gros efforts ont été poursuivis dans les régions arides en termes de gestion des ressources en eaux souterraines partagées. À l'heure actuelle, des accords formels existent entre les pays partageant le système aquifère des Grès Nubiens (ANE, AFNE12), le Système Aquifère du Nord-Ouest du Sahara (AFNE16), tandis qu'un important travail est en cours dans l'aquifère du Lac Tchad (AFWC14) et dans les systèmes aquifères d'Iullemeden / Taudeni (AFWC20 15). Ces efforts sont généralement pris en charge par des organisations internationales (par exemple l'UNESCO, la FAO) et les institutions techniques spécialisés dans la caractérisation des eaux souterraines (par exemple, l'AIEA, l'IGRAC, BGR, et BRGM).

Les accords concernent la plupart du temps la mise en place de mécanismes de consultation pour coordonner, promouvoir et faciliter la gestion rationnelle des aquifères et la collecte, le partage et l'interprétation des données dans le cadre ce qui est convenu d'appeler les analyses diagnostiques transfrontalières. En Afrique l'aquifère transfrontalier qui a le niveau le plus avancé de gestion conjointe est le système aquifère des Grès Nubiens (ANE, AFNE12), qui dispose d'une Autorité Conjointe depuis 1989 pour l'étude et l'exploitation de l'aquifère, autorité qui a de très grandes responsabilités. Les États partageant l'aquifère (Egypte, Libye, Soudan, et le Tchad) et l'Autorité Conjointe se sont également mis d'accord sur un plan d'action stratégique en 2013 sur la vision commune et sur la coopération et la gestion de l'aquifère.



4.6 Références

Altchenko, Y. and K.G. Villholth, 2013.

Transboundary aquifer mapping and management in Africa: a harmonised approach.

Hydrogeol. J. 21(7), 1497-1517. DOI 10.1007/s10040-013-1002-3.

BGR and IWMI, 2013.

Needs Assessment to Support Groundwater Management in International Basin Organizations of Africa. Available at:

http://www.splash-era.net/downloads/groundwater/Needs_assessment_GW_final.pdf

Eckstein, G. and Y. Eckstein, 2003.

A hydrogeological approach to transboundary ground water resources and international law.

Am. Univ. Int. Law Review, 19, 201-258.

IGRAC (International Groundwater Resources Assessment Centre), 2012.

Transboundary aquifers of the world – update 2012. Special Edition for 6th World Water Forum, Marseille, France, March 2012

(Ed. Kukuric N) <http://www.un-igrac.org/publications/456#> , Accessed on 12 Nov. 2012.

INBO and GWP, 2012.

The Handbook of Integrated Water Resources Management in Transboundary Basins of Rivers, Lakes and Aquifers. International Network of Basin Organizations and Global Water Partnership.

ISBN : 978-91-85321-85-8.

SADC (Southern African Development Community), 2000.

Revised protocol on shared watercourses in the Southern African Development Community.

<http://www.sadc.int/files/>

[3413/6698/6218/Revised_Protocol_on_Shared_Watercourses_-_2000_-_English.pdf](http://www.sadc.int/files/3413/6698/6218/Revised_Protocol_on_Shared_Watercourses_-_2000_-_English.pdf).

Stephan R.M., 2009.

Transboundary Aquifers: Managing a Vital Resource, the UNILC Draft Articles on the Law of Transboundary Aquifers

UNESCO, SC-2008/WS/35. 24 pp.

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), 1992.

Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes.

<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/water/pdf/watercon.pdf>.

United Nations, 1997.

Convention on the Law of Non-Navigational Uses of International Watercourses.

G.A. Res. 51/229, UN GAOR, 51st Sess., UN Doc. A/RES/51/229 (1997).

http://untreaty.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/8_3_1997.pdf.



4.7 Exercice

Cet exercice donne un exemple de guide sur la manière dont les organismes de bassin transfrontaliers peuvent aborder la gestion des Aquifères Transfrontaliers dans un premier temps.

Étape 1.

Concernant votre pays, donner la liste d'aquifères ou de ressources en eaux souterraines où des questions transfrontalières potentielles ou apparentes se posent en termes d'exploitation, d'utilisation et de gestion.

Étape 2.

Catégoriser et classer les ressources en termes de problèmes ou de solutions possibles aux besoins humains et environnementaux.

Étape 3.

Comparez votre liste avec celles de pays voisins et identifier les domaines de priorité commune pour une gestion et coopération transfrontalière.

Étape 4.

Identifier les interventions techniques et de gestion qui pourraient être mieux traitées conjointement pour résoudre les problèmes identifiés aux étapes 1-3.

Étape 5.

Évaluer les interventions en fonction des avantages et des compromis pour les pays, par rapport à l'équité, la durabilité et l'efficacité.

Étape 6.

Indiquez là où la responsabilité institutionnelle se situe afin de mettre en œuvre les interventions de gestion proposées. Mettez en surbrillance en particulier le rôle / intervention qui peut être le mieux pris en charge par l'organisme de bassin transfrontalier.