

## **WHYCOS en Afrique: un outil pour la connaissance et le développement des ressources en eau**

**SERGE A. PIEYNS & JOHN L. BASSIER**

*Département de l'Hydrologie et des Ressources en Eau, Organisation Météorologique Mondiale (OMM), CP no.2300, CH-1211 Genève 2, Suisse*

e-mail: pieyns\_s@gateway.wmo.ch

**Résumé** L'Afrique, le second continent de la planète par sa superficie, ajoute au problème d'un développement socio-économique généralement très lent, la contrainte d'une importante variabilité spatiale et temporelle du climat et donc de la disponibilité des ressources en eau. De plus, la majorité de ces ressources est très souvent transnationale. Les systèmes d'information fiables sur les ressources en eau et leur utilisation sont le plus souvent absents ou ne fonctionnent pas correctement et la coopération régionale est limitée. WHYCOS, acronyme anglais pour Système mondial d'observation du cycle hydrologique, est une initiative de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) pour aider les pays dans ces domaines. Deux composantes régionales de ce Programme ont été lancées en Afrique et plusieurs autres devraient suivre dans un futur proche, assurant ainsi la couverture complète du continent.

### **INTRODUCTION**

L'Afrique avec ses 30 100 000 km<sup>2</sup> est en superficie le second continent de la planète après l'Asie. Sa population atteint selon des estimations récentes 708 millions d'habitants, avec un taux d'accroissement annuel moyen élevé, supérieur en moyenne à 2.8%.

Le climat du continent africain est très diversifié avec cinq grands types de climat et de régimes hydrologiques qui leurs correspondent: désertique, subdésertique, sahélien, tropical humide et équatorial (Rodier, 1964). L'Afrique recèle deux des plus étendus et des plus anciens déserts du monde: le Namib dans l'hémisphère sud et le Sahara dans l'hémisphère nord, ainsi que la seconde forêt pluviale du monde en superficie après celle de l'Amazonie, celle du bassin du fleuve Congo. Cette forte variabilité spatiale du climat entraîne celle des ressources en eau. A cela s'ajoute une très grande variabilité interannuelle avec des épisodes de sécheresse plus ou moins longs, lesquels ont frappé, à des degrés divers, pratiquement toutes les régions d'Afrique au cours du 20ème siècle (Sircoulon, 1992; L'Hôte & Mahé, 1996).

L'inventaire exhaustif des ressources mondiales en eau douce (OMM, 1996), entrepris à la demande de la Commission des Nations Unies pour le développement durable par neuf organisations internationales, dont l'OMM, et l'Institut pour l'environnement de Stockholm (SEI) fait état de deux points particulièrement préoccupants: d'une part de nombreux pays africains peuvent être considérés comme ayant des ressources peu à pas fiables du fait de la combinaison d'une très forte

irrégularité temporelle des précipitations et de faibles capacités de stockage, d'autre part la disponibilité estimée en eau, par an et par habitant, pour 2025 n'atteindrait plus que 2460 m<sup>3</sup>, une diminution de plus de 85% depuis 1950 plaçant l'Afrique à l'avant dernier rang des continents en termes de ressources en eau renouvelables, juste avant l'Asie. Or, il faut se souvenir qu'actuellement moins du tiers de la population du continent a accès à de l'eau "sûre", un pourcentage encore moins élevé bénéficiant de l'assainissement. Enfin, la fragilité de nombreux écosystèmes du continent et l'ardente obligation de leur protection et du maintien de la diversité biogénétique impose la prise en compte des besoins environnementaux dans la gestion intégrée des ressources (Falkenmark, 1995).

Comme l'indique un rapport de la Banque mondiale (World Bank, 1995) l'essentiel des ressources en eau de surface de l'Afrique continentale subsaharienne provient de ses grands bassins internationaux. Il n'y-a-pas moins de 35 pays sur 41 à se partager les 17 principaux bassins de plus de 100 000 km<sup>2</sup>. Neuf pays se partagent 2 de ces grands bassins, 10 pour le bassin du Nil, ce qui est une situation exceptionnelle au niveau mondial. Dans ce contexte, il faut souligner que bien que pour le moment il n'existe pas, ou pratiquement pas, de problèmes entre les Etats pour l'utilisation de ces ressources partagées, une augmentation significative des prélèvements pourrait, dans le future, conduire à des conflits d'usage nationaux et internationaux en termes de quantité et de qualité.

A quelques rares exceptions près, le produit national brut par habitant est faible à très faible et le développement socio-économique très lent (21 des 23 pays de la sous-région Afrique de l'ouest et centrale sont dans la catégorie la plus basse pour leur produit intérieur brut).

L'ensemble de ces caractéristiques physiques et économiques, auxquelles il convient d'ajouter l'aspect social (l'état des ressources en eau en termes d'approvisionnement et de demande, de quantité, de rareté et de valeur écologique est largement ignoré par le corps social dans sa grande majorité) conduit à considérer que la plupart des pays de la sous-région sont confrontés à une gestion compliquée de leurs ressources en eau, ou en d'autres termes, du cycle de l'eau.

## **LES SYSTEMES D'INFORMATION HYDROLOGIQUE EN AFRIQUE**

### **La situation actuelle**

Plus la gestion et la protection de la ressource en eau dans son interrelation avec l'environnement est compliquée, meilleure doit être sa connaissance en termes de quantité et de qualité, de répartition, de dynamique saisonnière et interannuelle, ceci à l'échelle du bassin versant, qui comme le recommandent et le chapitre 18 du programme Action 21 (CNUED, 1992) et le rapport de la Conférence de Dublin (ICWE, 1992), est l'unité de base pour la gestion intégrée de la ressource. Ce qui est d'autant plus vrai lorsque cette ressource est majoritairement transnationale.

Cette connaissance et son approfondissement continu reposent en priorité: (a) sur la qualité de systèmes d'information nationaux intégrant les aspects de collecte (mesurage et transmission), de contrôle de qualité, d'archivage, de traitement, de

préparation et de dissémination de l'information (Banque mondiale, 1994). Un tel système est schématisé à la Fig. 1; et (b) sur l'intégration institutionnalisée de ces systèmes nationaux au niveau régional.

Ces conditions ne sont généralement pas réunies sur le continent africain, comme le démontre le Projet d'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne, exécuté par la Banque mondiale sur des financements du PNUD, de la Banque mondiale, de la Banque africaine de développement, du Gouvernement français et de la Communauté européenne, de 1988 à 1992, et qui a couvert la plupart des pays de l'Afrique continentale. Cette situation prévaut également dans d'autres régions du monde. Ainsi, le programme pour la mise en œuvre du programme Action 21, adopté par la session spéciale de l'Assemblée générale des Nations Unies en juin 1997, la réunion sur les approches stratégiques de la gestion des ressources en eau (Harare, Zimbabwe, janvier 1998) et la Conférence Internationale sur l'eau et le développement durable (Paris, France, mars 1998) recommandent tous d'améliorer les systèmes d'information sur les ressources eau.

### Les causes de cette situation

Les causes de cette situation sont connues. Pour l'Afrique, elles ont été largement couvertes et débattues par la Conférence d'Addis Abéba en mars 1995 (OMM/CEA, 1995).

La cause première et fondamentale du déclin des systèmes d'information hydrologique nationaux et des organismes régionaux est la dégradation de la situation économique de la plupart des pays, qui a ralenti, voire même fait régresser leur développement économique et social. Mais il y a plusieurs autres causes de nature

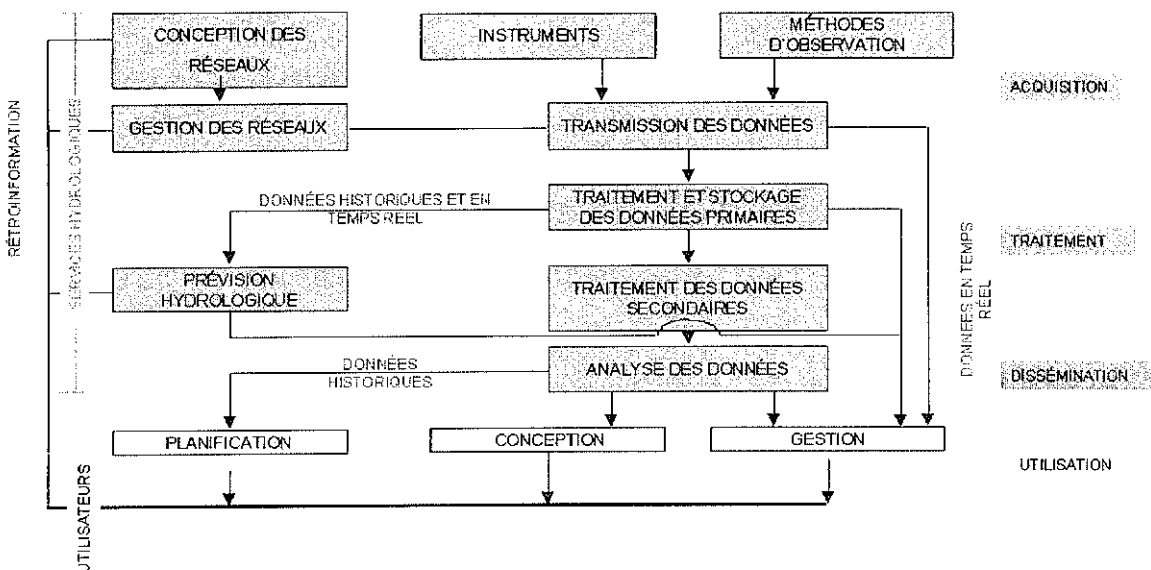


Fig. 1 Système d'information hydrologique.

historique et structurelle qui existaient préalablement. La situation économique difficile a révélé et aggravé la situation qui a dépassé le point d'équilibre.

L'une des causes majeures est la faiblesse de l'organisation institutionnelle du secteur de l'eau.

En règle générale, les responsables politiques et les décideurs n'ont pas une conscience très nette du degré de priorité de ce secteur et surtout de la nécessité de son développement intégré et durable, non plus que de la valeur économique directe et indirecte des systèmes d'information sur l'eau. Ils sont donc peu enclins à investir une part du maigre budget de l'Etat dans le domaine de la connaissance et du suivi des ressources en eau. Les services nationaux en charge de ces systèmes d'information et les agences d'aide extérieures ont également leur part de responsabilité. Les premiers se sont généralement cantonnés dans le rôle ingrat de pourvoyeurs de données de base, les secondes ont rarement coordonné leurs efforts financiers, généralement orientés sur des projets à court terme ne permettant pas de développer une base durable pour les activités du secteur. Reste le problème de la demande et des utilisateurs. Au plan économique aucun système d'information ne peut être durablement établi s'il ne correspond pas à une demande explicitée, analysée et finalement "solvable". Force est de constater que dans la région cette demande est généralement trop limitée pour justifier des réseaux de mesure importants et des services nationaux pléthoriques. Affirmer le contraire serait une grave erreur car cela conduirait à maintenir les illusions du passé. Cependant, il faut absolument éviter de limiter les activités d'évaluation et de suivi des ressources en eau à des problèmes spécifiques et à court terme. La prise en compte des problèmes à plus longue échéance est essentielle pour le processus de développement durable, la connaissance globale de la planète et de son climat, son développement et la protection de son environnement et de sa biodiversité.

## **UNE VOIE POSSIBLE: WHYCOS**

L'un des rôles essentiels de l'OMM est d'aider les pays à maintenir et à améliorer leurs systèmes d'information météorologique et hydrologique et, dans ces deux domaines, d'encourager les échanges de données et d'information à l'échelle globale. Parmi les plus récentes initiatives de l'OMM en la matière figure le lancement en 1993 du Programme WHYCOS (Rodda *et al.*, 1993), acronyme anglais pour Système mondial d'observation du cycle hydrologique, qui propose une approche régionale pour aider à résoudre de manière durable les problèmes de connaissance et de gestion intégrée des ressources en eau. Compte tenu de ce qui précède, le continent africain apparaît comme une priorité pour l'OMM pour la mise en œuvre du Programme.

### **Concept et objectifs du WHYCOS**

C'est un programme mondial s'inspirant de la Veille Météorologique Mondiale (VMM) de l'OMM et qui comporte deux volets: (a) un volet conceptuel général basé sur le renforcement de la coopération entre les pays participants dans le domaine de

l'évaluation et de la gestion du bien commun de l'humanité que constituent les ressources en eau douce de la planète, et (b) un volet opérationnel qui consiste à mettre en œuvre des composantes régionales ou à l'échelle de bassins versants internationaux (HYCOS). Cette mise en œuvre est basée sur un appui adapté aux systèmes nationaux d'information hydrologique, prenant en compte les réalités locales tout en respectant le cadre général du WHYCOS. L'objectif de développement est de faire pleinement participer ces systèmes au développement socio-économique (national et régional) durable, ainsi qu'aux activités internationales dans les domaines de l'eau, de l'environnement et du climat.

WHYCOS ne remplace pas les programmes d'observation hydrologiques existants; il est complémentaire et son ambition est de fournir un cadre pour le renouveau durable des systèmes d'information hydrologiques nationaux et régionaux. WHYCOS a comme objectifs immédiats (OMM, 1998): (a) de renforcer les capacités techniques et institutionnelles des Services hydrologiques de recueillir et de traiter des données hydrologiques pour répondre aux besoins des utilisateurs finals, en matière d'informations sur la situation et l'évolution probable des ressources en eau à différentes échelles d'espace et de temps; (b) d'établir un réseau mondial d'observatoires hydrologiques nationaux chargés de fournir des informations d'une qualité homogène, transmises en temps réel ou semi-réel aux bases de données nationales et régionales, en utilisant les techniques de communication les plus récentes telles que les satellites du Système Mondial de Télécommunication (SMT) de l'OMM et l'Internet; et (c) de renforcer la coopération régionale, de promouvoir et de faciliter la diffusion et l'exploitation des informations sur l'eau au moyen de techniques modernes d'information telles que la Toile d'Internet (Web) et le CD-ROM.

### **Mise en œuvre du WHYCOS**

Le système est mis en place sur la base de composantes régionales (HYCOSs). Cette approche permet à chaque HYCOS de s'adapter aux dispositions institutionnelles et financières propres à chaque région. Elle permet aussi à chaque HYCOS de choisir des activités, des procédures et des produits répondant aux besoins et aux demandes exprimées par les pays participants.

Chaque HYCOS est mis en œuvre par un Centre Régional Pilote (CRP) accueilli par une organisation opérationnelle de la région, soit un Service hydrologique national soit une organisation régionale, sous le contrôle d'un Comité Technique régional (CTR) avec des représentants des pays participants. Selon les cas, un Comité d'organisation réunissant des représentants des pays, des bailleurs de fond et de l'agence d'exécution du projet peut être formé.

Pour établir une base conceptuelle commune et garantir l'homogénéité des pratiques et des résultats, l'OMM a créé un Groupe consultatif international pour WHYCOS. Ce Groupe rassemble des représentants des projets HYCOS, du Secrétariat de l'OMM, des institutions de financement, des groupes régionaux concernés et d'établissements et de programmes scientifiques. Il est prévu que se Groupe se réunisse une fois par an, sous la conduite du président de la Commission d'hydrologie de l'Organisation.

## Les produits attendus

**Installation d'un réseau de base de stations de référence** Ces stations sont équipées de plates-formes de collecte de données (PCD) installées sur les cours d'eau principaux, ainsi que sur un petit nombre d'aquifères, de lacs et de réservoirs ayant une importance particulière. Les stations sont proposées par les pays parmi les stations existantes qui peuvent être facilement remises aux normes techniques du programme.

Ces stations sont sélectionnées à partir des critères suivants: (a) disponibilité de longues séries historiques de données, (b) courbe de tarage stable, (c) représentativité régionale des données collectées; et (d) besoins exprimés. Les PCD transmettent les données aux centres nationaux et régionaux, principalement via des satellites météorologiques du SMT de l'OMM. Les variables que WHYCOS compte collecter, en plus des variables de maintenance, sont indiquées au Tableau 1.

**Développement et mise en œuvre de bases de données régionales** Le but de ces bases de données est de fournir des données homogènes, de bonne qualité, à jour et aisément disponibles. Ces bases sont établies à partir des besoins exprimés par les utilisateurs. Afin d'en faciliter l'accès un serveur Web y est intégré. Les modalités d'accès aux données et informations sont décidées d'un commun accord par les pays participants. Il est proposé que pendant la phase de mise en œuvre, la base de données régionale soit développée et abritée par le CRP. Plus tard, il appartiendra aux pays de décider s'ils préfèrent établir une base de données régionale distribuée, en interconnectant les bases nationales via le réseau régional d'ordinateurs.

**Mise en œuvre de réseaux régionaux d'ordinateurs** Ces réseaux visent à permettre le suivi des ressources en eau au niveau régional, à promouvoir l'échange de données et d'informations et à encourager la coopération régionale et internationale entre les gouvernements, les Services hydrologiques, les organismes de recherche et opérationnels et à faciliter l'accès aux données par les utilisateurs.

**Tableau 1** Variables mesurées et fréquences d'acquisition.

Variable environnementale	Fréquence d'acquisition par jour
Niveau de l'eau en amont	1 à 6 (en fonction de la dimension du fleuve)
Niveau de l'eau en aval	<i>idem</i>
Conductivité de l'eau	1
Température de l'eau	1
pH	1
Oxygène dissous	1
Turbidité	1
Température de l'air	8 (heures synoptiques princip. et intermed.)
Précipitations	24, plus total du jour
Humidité relative	8 (heures synoptiques princip. et intermed.)
Vitesse du vent	8 (heures synoptiques princip. et intermed.)
Direction du vent	8 (heures synoptiques princip. et intermed.)
Radiation solaire nette	8 (heures synoptiques princip. et intermed.)

**Produits hydrologiques** Ces produits sont préparés à partir des données disponibles dans la base de données régionale et de celles obtenues d'autres sources aux niveaux national, régional et international. Au cours de la première étape de la mise en œuvre de chaque projet ces produits sont développés sur une base régionale par le CRP, en coopération avec les Services hydrologiques des pays participants et d'autres partenaires en tant que nécessaire. Les produits sont distribués de diverses manières telles que: la Toile d'Internet et CD-ROM qui permettent une présentation dynamique de l'information, le courrier électronique, et d'autres moyens traditionnels. La distribution doit viser le plus grand nombre possible d'utilisateurs. Une évaluation de l'impact de ces produits devrait être conduite et de nouveaux produits développés en fonction des demandes. Les services hydrologiques des pays participants seront formés pour développer eux-mêmes des produits au niveau national et de ce fait créer et/ou développer un marché de l'information hydrologique.

**Formation** Des programmes de formation adaptés sont mis en place pour couvrir les différents aspects du WHYCOS, incluant les activités de marketing, de promotion et de relations publiques.

Les services hydrologiques des pays participants sont responsables de l'installation, du suivi et de la maintenance des stations hydrologiques WHYCOS. Il leur revient d'effectuer des jaugeages réguliers, de valider les données brutes et de maintenir les bases de données. Selon les cas des équipements supplémentaires peuvent être fournis pour la mise aux normes des stations sélectionnées pour le réseau WHYCOS, pour les bases de données nationales et la préparation et la dissémination de produits hydrologiques.

## WHYCOS EN AFRIQUE

La Fig. 2 montre l'état actuel du Programme WHYCOS. Les deux premiers projets qui ont atteint le stade de la mise en œuvre sont d'une part MED-HYCOS pour les pays du bassin méditerranéen, intégrant donc l'Afrique au nord du Sahara et SADC-HYCOS qui couvre les pays de la Communauté économique de l'Afrique australe (SADC).

### MED-HYCOS (bassin méditerranéen)

Ce projet est mis en œuvre sur un financement de la Banque mondiale, avec l'OMM comme agence d'exécution. Le CRP est accueilli par l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) à Montpellier, France. Quatre groupes d'experts des pays participants ont été mis en place pour chacun des objectifs prioritaires du projet et se sont réunis à plusieurs reprises pour la préparation, la mise en œuvre et le suivi des activités. Durant la première phase du projet 40 PCD, dont 17 sont déjà installées, seront achetées. La base de données régionale interfacée au Web est en cours de développement au CRP avec l'apport de

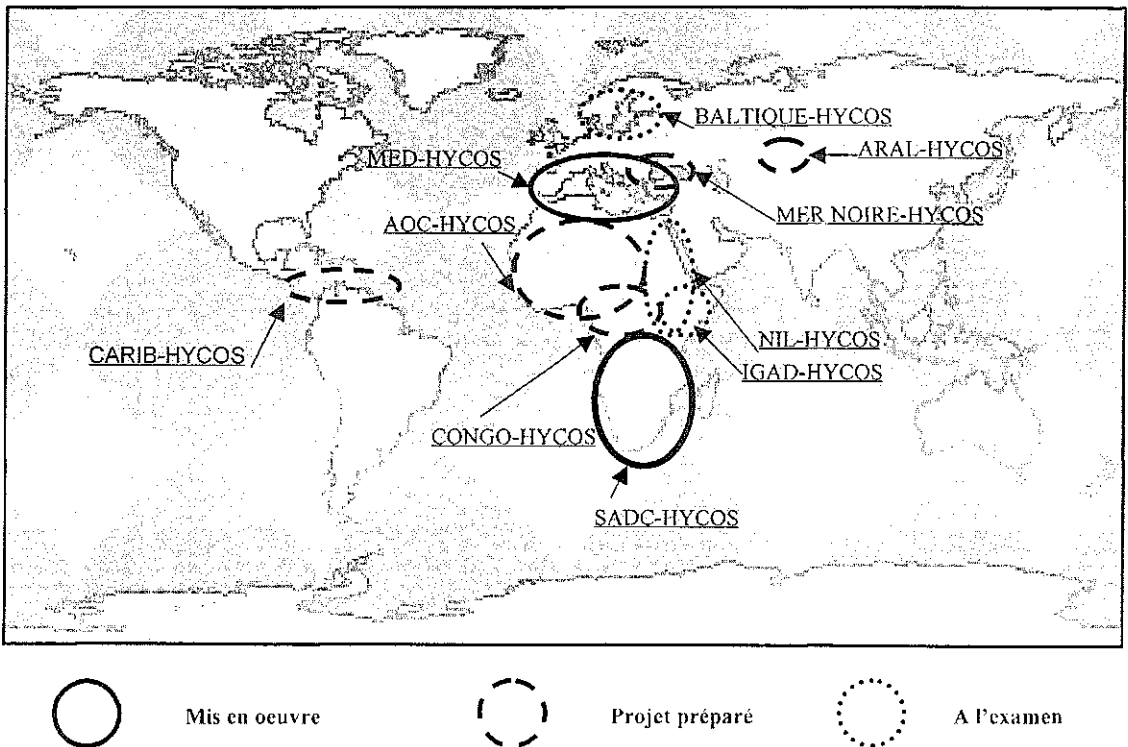


Fig. 2 Les projets HYCOS en juin 1998.

spécialistes de pays participants et plusieurs sessions de formation ont été organisées. Une extension au bassin de la Mer Noire est en cours de négociation.

### SADC-HYCOS (Afrique australe)

Le rapport d'identification du projet a été préparé par l'OMM à la demande de la Commission européenne. Financé par la Commission, le projet est mis en œuvre par le CRP avec l'appui d'une assistance technique extérieure et de l'OMM qui supervise le projet, au nom du Comité technique des ressources en eau de la SADC. Le CRP est accueilli par le Département des Eaux et Forêts, à Pretoria, Afrique du Sud. Un réseau de 50 PCD va être installé en 1998 dans 10 des pays de la SADC. Un système d'information hydrologique régional sera progressivement mis en place pour réaliser et disséminer des produits hydrologiques.

### AOC-HYCOS (Afrique de l'ouest et centrale)

Le rapport d'identification a été préparé par l'OMM (OMM, 1997) et des experts locaux, grâce à un contrat signé avec le Ministère français de la coopération. Il a été adressé aux ministres responsables du secteur de l'eau des 23 pays concernés. La

récente Conférence Ouest Africaine sur la gestion intégrée des ressources en eau, qui s'est tenue du 3 au 5 mars 1998 à Ouagadougou, Burkina Faso, a notamment recommandé la mise en place de ce projet. 150 PCD seraient installées. Un système d'information hydrologique régional serait mis en place en intégrant l'actuel Observatoire hydrologique régional développé par l'ORSTOM, avec la participation d'un certain nombre de pays de la sous-région.

### **Congo-HYCOS (bassin du Congo)**

Le rapport d'identification du projet préparé par l'OMM et des experts locaux est en cours de finalisation sur financement de la Commission européenne. Ce projet forme la composante hydrologique d'un sous-système d'information hydrologique, météorologique et climatologique pour le bassin du fleuve Congo couvrant actuellement six pays (Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Equatoriale, République Centrafricaine et République Démocratique du Congo).

### **IGAD-HYCOS (Afrique de l'est)**

A la demande de l'Autorité Intergouvernementale pour le Développement (IGAD), la Commission Européenne a accepté de financer la préparation du rapport d'identification par l'OMM. Le projet couvrirait Djibouti, l'Ethiopie, l'Erythrée, le Kenya, l'Ouganda et le Soudan.

Par ailleurs, le plan d'action du Comité de coopération technique pour la promotion du développement et de la protection de l'environnement du bassin du Nil (TECCONILE) comporte la mise en œuvre d'un HYCOS pour le Nil.

## **CONCLUSIONS**

Il y a un consensus pour dire que les ressources en eau du globe sont de plus en plus menacées, quantitativement et qualitativement, ce qui risque de compromettre le développement durable d'un nombre de plus en plus grand de pays, dont ceux du continent africain. Soumise à de nombreux aléas climatiques au cours du siècle qui s'achève, confrontée à des difficultés économiques extrêmes, l'Afrique est sans doute le continent où les risques liés à une trop forte pression anthropique sur les ressources en eau sont les plus importants. Une meilleure connaissance des ressources en eau, quantité et qualité, et de leur utilisation est une condition préalable à toute gestion durable de ces ressources et donc au développement socio-économique dans un environnement préservé. Pour y parvenir, les actions prioritaires adoptées par la Conférence de Paris de mars 1998 sont notamment: (a) établir et renforcer les systèmes d'information intégrés à différentes échelles, allant du local au global, viables sur le long terme; (b) développer l'échange de données; (c) faciliter la coopération régionale et internationale; et (d) mettre en réseau différents systèmes ou sous-systèmes d'information dans le domaine de l'eau.

Les objectifs du programme WHYCOS de l'OMM sont à l'évidence en phase avec ces priorités. Les différentes composantes du programme, en cours de mise en œuvre et/ou de développement, sont autant d'outils proposés à l'Afrique pour améliorer la connaissance et la gestion intégrée de ses ressources en eau pour un développement durable.

## REFERENCES

- CNUED (1992) *Programme Action 21 adopté à l'issue de la Conférence de Rio*. Chapitre 18: Protection et gestion des ressources en eau douce. Commission des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement, New York, USA.
- Falkenmark, M. (1995) Coping with water scarcity under rapid population growth. A vision for the future. Conference of SADC Ministers Responsible for Water Resources Management. Pretoria, South Africa.
- ICWE (International Conference on Water and the Environment) (1992) Conférence internationale sur l'eau et le développement, 26-31 janvier 1992, Dublin, Irlande. *Déclaration de Dublin et Rapport de la Conférence*. OMM, Genève, Suisse.
- L'Hôte, Y. & Mahé, G. (1996) *Afrique de l'Ouest et Centrale. Carte des Précipitations Moyennes Annuelles (Période 1951-1989)*. ORSTOM, Paris, France.
- OMM (1996) *Inventaire Exhaustif des Ressources Mondiales en Eau Douce*. Genève, Suisse.
- OMM (1997) *Système d'Observation du Cycle Hydrologique pour l'Afrique de l'Ouest et Centrale AOC-HYCOS, avant-projet de rapport d'identification*. Genève, Suisse.
- OMM (1998) *WHYCOS Système Mondial d'Observation du Cycle Hydrologique*. OMM no. 876, Genève, Suisse.
- OMM/CEA (Commission Economique pour l'Afrique) (1995) *Conférence Africaine sur les Ressources en Eau: Politique et Evaluation*. OMM no. 876, Genève, Suisse.
- Rodda, J., Pieyns, S., Selmi, N. & Matthews, G. (1993) Towards a world hydrological cycle observing system. *Hydrol. Sci. J.* **38**(5), 373-378.
- Rodier, J. (1964) *Régimes Hydrologiques de l'Afrique Noire à l'ouest du Congo*. Mémoires ORSTOM, Paris, France.
- Sircoulon, J. (1992) *Evolution des Climats et des Ressources en Eau*. Afrique Contemporaine, l'Environnement, no. 161, janvier-mars, 57-76. La Documentation Française, Paris.
- World Bank (1994) *A Guide to the Formulation of Water Resources Strategy*. World Bank Tech. Doc. no. 263, Washington, USA.
- World Bank (1995) *International River Basin Organizations in Sub-Saharan Africa*. Tech. Pap. no. 250, African Technical Department Series, provisional version. World Bank, Washington, USA.