

## **Standardisation des bases de données des programmes FRIEND et du Programme Hydrologique International (PHI) de l'UNESCO pour l'Amérique Latine et les Caraïbes**

**JEAN-FRANÇOIS BOYER & ERIC SERVAT**

*IRD – HydroSciences Montpellier, Place E. Bataillon, F-34395 Montpellier cedex 5, France  
boyer@msem.univ-montp2.fr*

**Résumé** Les programmes FRIEND de l'UNESCO s'organisent autour de différents thèmes de recherche et autour d'une activité commune de base de données. L'harmonisation des bases de données de tous les programmes passe par l'adoption de schéma et de norme de métadonnées communs. L'intégration des données temporelles d'hydrométéorologie et des informations contenues dans des documents demande la définition d'un schéma physique de données spécifique. L'utilisation des données par un large public de chercheurs impose le choix d'une interface Web et donc la construction d'un système fiable de contrôle d'accès. L'administration des données et la gestion de l'administration de la base de données s'effectuent elles aussi à travers une interface Internet.

**Mots clés** FRIEND; UNESCO; Base de Données; Norme ISO 19115; développement internet; séries chronologiques hydrometeorologiques

### **Database standardization for the International Hydrological Programme (IHP) and for the FRIEND programmes of UNESCO for Latin America and the Caribbean**

**Abstract** The FRIEND programmes of UNESCO are organized around different research themes and around a common activity database. The harmonization of databases of all programmes adopts common patterns and metadata standards. The integration of hydrometeorological time series and information contained in documents requires the definition of a specific physical pattern of data. Using data from a public audience of researchers requires choosing a Web interface and then building a reliable system to control access. The data administration and the management of the database administration also needs to develop a Web interface.

**Key words** FRIEND; UNESCO; Database; ISO 19115; software development; hydro-meteorological time series

## **INTRODUCTION**

Les programmes FRIEND se déroulent sous l'égide de l'UNESCO dans le cadre de son Programme Hydrologique International (PHI). Ils ont de multiples objectifs qui s'inscrivent tous dans l'ambition de mener des travaux de recherche en partenariat dans un cadre régional. Il s'agit de mettre en place de véritables réseaux de recherche en hydrologie dans le but de favoriser les échanges entre chercheurs et de mettre en commun des acquis, de partager des méthodes et des connaissances. Chacun des programmes s'organise autour de thèmes de recherche distincts. Ils partagent tous un thème commun qui est la construction d'une base de données pour la mise en commun d'ensembles de séries chronologiques hydro-climatologiques et d'informations environnementales au sens large du terme. Le PHI de l'UNESCO a aussi mis en place des centres régionaux chargés de coordonner les activités scientifiques et techniques ayant trait à l'Eau. Ceux-ci ont également la charge de constituer une base de connaissances environnementales en rapport avec leur activité régionale.

Trois programmes FRIEND (FRIEND Afrique Occidentale et Centrale, FRIEND Méditerranée, FRIEND Amérique du Sud Centrale et Caraïbes) ainsi que le centre CAZALAC (Centre de l'Eau pour les Zones Arides et Semi-arides d'Amérique Latine et des Caraïbes) ont choisi d'harmoniser leurs bases de données hydro-climatologiques.

## **OBJECTIFS**

Le travail décrit dans cet article a consisté à construire et mettre en place une structure de base de données universelle pour la gestion des séries chronologiques et des informations

environnementales de telle façon que des outils communs aux projets puissent être utilisés. Cette structure doit être compatible avec le standard de définition des métadonnées commun ISO 19115 et intègre les classifications de projets et spécialités définies par l'UNESCO. Cette structure prend aussi en compte la gestion des documents et ouvrages bibliographiques en définissant des liens logiques entre les séries chronologiques, les stations de mesures et les objets géographiques (bassin versant, périmètre irrigué, découpage administratif). Enfin, cette structure intègre la gestion du multilinguisme que ce soit dans les structures d'acquisition et de stockage des informations ou dans les fonctions de restitution de ces mêmes informations.

## METHODES

Lorsqu'on construit un tel système basé sur une base de données thématique avec un objectif de diffusion sur Internet, la méthodologie à adopter doit être spécifique. Il faut fournir un lien informatique entre l'information hydro-météorologie pour laquelle les bases de données et les modes opératoires sont créés par des applications dites "métier", et l'univers d'Internet, pour lequel on utilise HTML pour créer les interfaces de consultation.

Les SGBDR (Système de Gestion de Base de Données Relationnelle) du commerce offrent des interfaces graphiques pour accéder aux données qui intègrent les requêtes SQL, les Vues et les formulaires et qui cachent aux utilisateurs la complexité du modèle physique des données. Pour une interface Internet ou la rapidité et la simplicité d'accès sont importantes, il n'existe pas ce type d'interface. Il faut donc la créer de toute pièce. Le problème en tant que développeur Web est de concilier la logique dite "métier" d'un utilisateur et les contraintes de normalisation d'un modèle physique de données qui assure l'intégrité de ces données, la non redondance des informations et, de façon générale, l'efficacité de stockage.

La méthode d'analyse MERISE utilisée oblige à concevoir un "design" de base de données en construisant par étape un schéma physique normalisé jusqu'à la 3e forme (Thu Quang *et al.*, 1993). La plupart des bases de données en usage sont officiellement entre la 2e et la 3e forme normale ce qui les rend efficaces mais ralentit le processus d'accès aux données et complique les requêtes SQL de sélection et de mise à jour.

La solution adoptée dans notre cas est un schéma en 3e forme normale pour les données et les métadonnées simples (station de mesure, séries chronologiques) et au mieux en 2e forme normale pour les données sophistiquées (documents, données socio-économiques et données de description du milieu).

## Architecture matérielle et logicielle

L'architecture choisie est basée sur des technologies Microsoft. Un serveur est exploité avec Windows Server 2003 comme système d'exploitation qui inclut le logiciel Internet Information Server, logiciel de serveur Web (ou HTTP) de cette plateforme.

Le SGBDR utilisé est MS SQL Server 2003 qui est le modèle professionnel de serveur de base de données relationnel de Microsoft. La base de données est une collection de tables avec des colonnes typées. SQL Server prend en charge différents types de données, y compris les types primaires tels que "entier", "réel", "décimal", "caractère" mais aussi des types composites de variables définis par l'utilisateur. SQL Server fournit également des tables dynamiques virtuelles appelées View, qui est un moyen de dénormaliser l'information pour la restituer à un public non spécialiste au moyen d'un site Web, tout en assurant une sécurité d'accès aux données. Ce SGBDR fournit des fonctions de programmation et de manipulation automatisées des données que sont les procédures stockées, les index et les contraintes d'intégrités et qui permettent au développeur de mettre en place des mesures de sécurité comme la gestion des accès à la base de donnée, les sauvegardes et la garantie de non perte d'informations ainsi que la définition et la vérification des domaines des données.

## Standardisation

Le rôle des métadonnées est de décrire la nature et les caractéristiques des données auxquelles elles se réfèrent. Elles permettent de faire des inventaires des données mais aussi de documenter et de cataloguer les données et donc d'y accéder suivant différents critères de sélection. L'adoption de façon obligatoire de métadonnées et le choix de celles-ci comme critères de sélection assure que, quel que soit le critère de sélection choisi, il concernera l'ensemble des informations stockées dans la base de données.

La structure de métadonnées adoptée pour la description des stations de mesure et des séries chronologiques associées suit le standard ISO 19115 pour les métadonnées des informations géographiques. (ISO, 2003). Une série chronologique étant mesurée à une station, et celle-ci étant identifiée par son positionnement en latitude et longitude à la surface de la terre, cette norme est adaptée pour ce type de données.

L'OMM (Organisation Mondiale de la Météorologie) a défini un profil de métadonnées (ensembles minimums obligatoire de métadonnées) adapté aux informations météorologiques que nous avons utilisé dans cette application (WMO, 2004) (Anonyme /WMO, 1994).

La structure de métadonnées utilisée pour décrire les documents et autres fichiers s'inspire de la norme ISO 690. Cette norme concerne la citation de documents de tout type et décrit les divers éléments à inclure en référence dans les documents. Elle couvre tout type de document publié, qu'il soit électronique ou non. Cette solution permet donc de décrire des données et documents même si ceux-ci ne sont pas effectivement stockés dans la base.

## RESULTATS

### Base de connaissance

Le nombre élevé d'acteurs susceptibles de fournir des données et informations (gestionnaires, producteurs de données, utilisateurs, etc.) ainsi que leur différents statuts (services administratifs, des organisations privées ou publiques, des instituts de recherche, etc.) et donc, les différents processus de diffusion et d'exploitation des données, imposent une optimisation et une généricité des structures de données choisies.

L'architecture de la base de données a été construite de façon à pouvoir stocker tous les types de données hydrométéorologiques malgré le fait que les programmes FRIEND originellement ne s'intéressent qu'aux débits des rivières. La base de données gère principalement deux grands types de données. Le premier est le type de données séries chronologiques comprenant les mesures hydrologiques et météorologiques ainsi que tout autre mesure pouvant être assimilée à une série chronologique, c'est à dire une série de couples date/valeur. Le deuxième peut être défini comme le type document de référence et concerne tous les fichiers contenant l'information. Cela peut être une publication scientifique, un rapport, une présentation, etc. Ces deux types de données sont décrits par un ensemble d'informations spécifiques appelées métadonnées. L'architecture de la base permet d'intégrer des données comme une adresse Url sur une page Web ou une liste d'un ensemble de stations, même si les données elles-mêmes ne sont pas accessibles.

### Type séries chronologiques

Un exemple des séries chronologiques fournies dans le projet MED-FRIEND peut facilement montrer le nombre et l'agrégation des données qu'il s'agit de gérer dans un tel programme. Cela représente un ensemble d'environ 1600 séries chronologiques mesurées à 1089 stations soit environ 4 millions de couple date/valeur.

### Type informations

Généralement de telles informations sont stockées à l'intérieur d'un document Word ou plus souvent dans un fichier Excel. En utilisant ce type de format, il est possible de stocker différents types d'informations comme des données socio-économiques qui ne peuvent pas être aussi

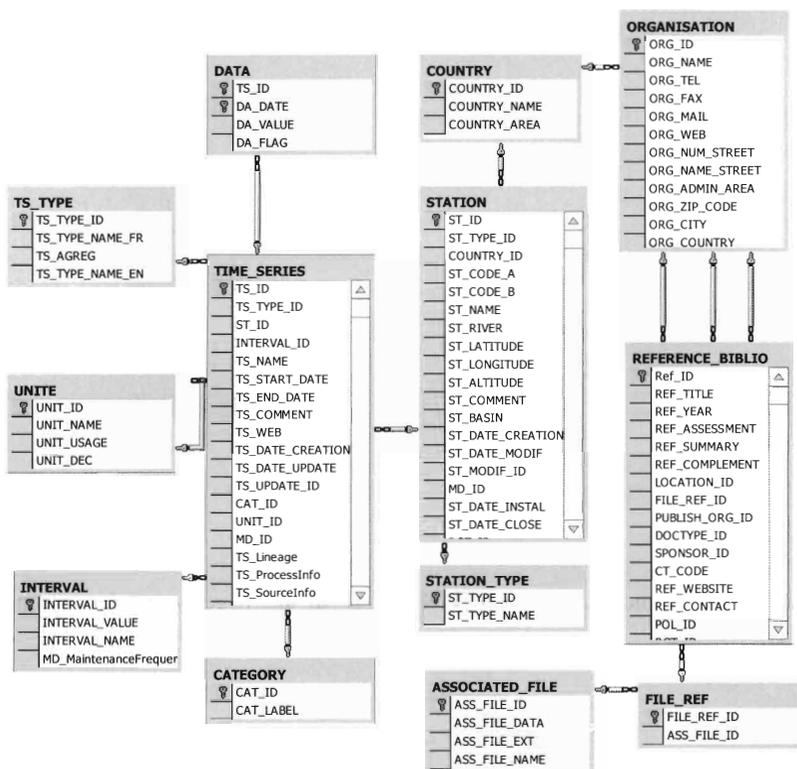
logiquement modélisées que les séries chronologiques. Décomposer et désagréger dans les colonnes d'une table de la base de données l'information en réduirait la richesse et le sens. C'est pourquoi nous avons décidé d'enregistrer le document entier dans la base de données et d'appliquer la technologie appelée "catalogue de texte intégral". En cela nous ne respectons pas la 3e forme normale de la méthode MERISE.

Ce catalogue de texte intégral est utilisé comme indexation et interrogation non relationnelles et non structurées du texte stocké dans la base. Il permet une recherche textuelle dans les colonnes contenant le texte et de conserver une efficacité de gestion des données non-relationnelles.

Avec ce type de modélisation de données, il devient possible gérer efficacement des documents tels que des rapports d'installation, des études bibliographiques, des rapports de thèse ou Master, etc.

**Table 1** Inventaire des séries chronologiques du projet MEDFRIEND.

Type de séries chronologiques	Nombre de séries
Température moyenne	382
Pluie	506
Débit	743



**Fig. 1** Modélisation des stations, séries chronologiques et document. Extrait du schéma physique de la base de données.

## Modélisation de la base de données

Sans rentrer dans le détail, les spécifications techniques générales de la base sont les suivantes :

- La mesure est organisée en une série chronologique de type hydro-climatologique.

- Chaque série temporelle est mesurée à une station qui est géo-localisée par sa latitude et sa longitude et qui appartient à une organisation qui en est généralement le propriétaire et le distributeur des données.
- Une station est également installée au bord d'une rivière et dans bassin hydrographique.
- La base de données stocke des documents dans le format standard au format Word, Pdf, Excel, Powerpoint, JPEG, PNG, etc.
- Un document reçoit des métadonnées comme les auteurs, le propriétaire et le commanditaire. Il est décrit avec un ensemble de mots clés.
- Un document doit pouvoir être logiquement relié à une station et *vice versa*.
- Chaque donnée stockée dans la base de données doit être protégé en accès. Un droit d'accès spécifique à chaque donnée doit être défini individuellement pour chaque utilisateur et / ou groupe d'utilisateurs défini.

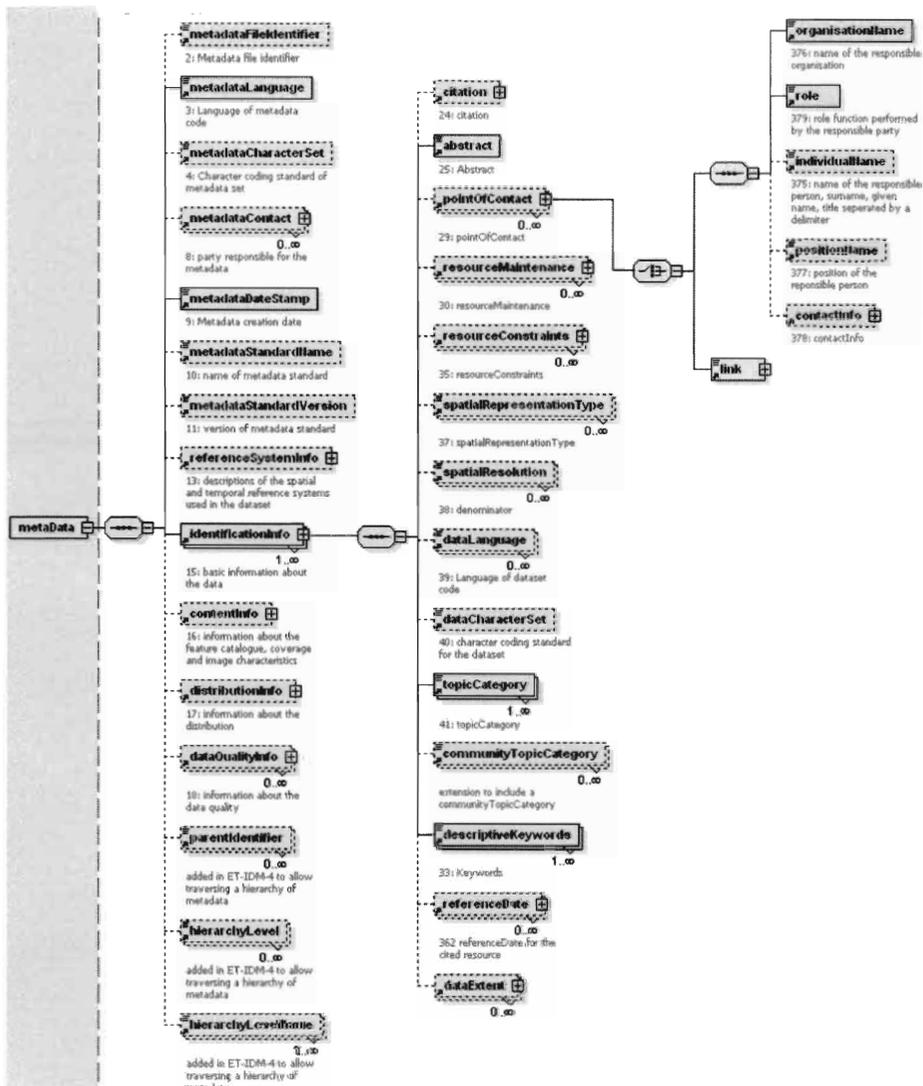


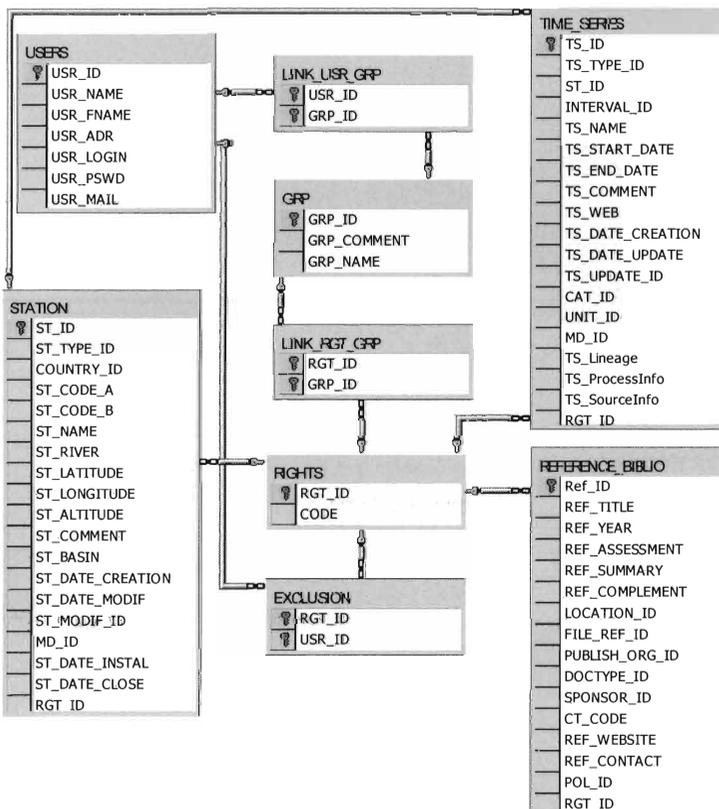
Fig. 2 Les deux plus importantes branches du schéma logique des métadonnées.

Cinq objets principaux sont modélisés dans cette base de données: la station de mesure, les séries chronologiques, les documents, les métadonnées et le système de sécurité d'accès. Les trois premiers objets sont bien connus et pourraient être facilement compris en regardant directement la figure 1. Cette modélisation s'inspire largement de celle définie pour le développement de SIEREM (Système d'Information Environnementales sur les Ressources en Eau et leur Modélisation) construit par le laboratoire HydroSciences Montpellier (Boyer *et al.*, 2006). La modélisation des métadonnées et du système de sécurité nécessitent de plus amples renseignements.

Pour les stations et les séries chronologiques, les métadonnées, suivent la norme ISO 19115. Les deux branches "Metadata" et "IdentificationInfo" (Fig. 2) sont modélisées dans le schéma logique de la base de données en utilisant un ensemble spécifique de tables avec toutes les variables obligatoires (trait continu), définis comme des colonnes de tables.

Les informations fournies sur ce site doivent être protégées pour la visualisation et la consultation. Certaines doivent également être déclarées visibles par tous. Pour gérer cette fonction de protection de l'information, nous utilisons la notion d'utilisateur. Chaque utilisateur est identifié par un nom (login) et un mot de passe. Un utilisateur est ensuite affecté à un ou plusieurs groupes. Les groupes sont un moyen de mutualiser les droits entre plusieurs utilisateurs. Ceci permet de définir pour chaque donnée ou document s'il peut être vu par un groupe et téléchargé par un autre.

Des groupes de travail réunissent les utilisateurs ayant le même droit sur le même objet (la station, la citation et la série chronologique). Les groupes servent également à définir qui sont les utilisateurs ayant des droits d'administration et pouvant gérer la base de données, les utilisateurs, les droits et les groupes.



**Fig. 3** Modélisation du système de sécurité d'accès aux informations. Extrait du schéma physique de la base de données.

Un autre groupe spécial a été créé: celui des utilisateurs autorisés à consulter les documents de gestion de projet. Ces documents sont des documents non inclus dans la base de données générale, non indexés, et donc non visibles avec la fonction d'accès aux références bibliographiques. Ce sont des documents de travail, des rapports du comité scientifique ou technique, des livrables, etc.

Chaque entrée de données (séries chronologiques ou de document de référence) est protégée par le système des droits décrits dans le paragraphe ci-dessus. Le droit à l'accès aux données peut être un des suivants: l'accès libre aux métadonnées et aux données, ou le libre accès aux métadonnées et l'accès aux données protégées ou encore l'accès protégé aux métadonnées et aux données. En outre, les restrictions d'accès spécifiques peuvent être définies pour des utilisateurs et des groupes séparés. Enfin, les utilisateurs peuvent être attribués à un ou plusieurs groupes: les étudiants, les coordinateurs de thème, des visiteurs extérieurs, etc.

### Le site web

Le site Internet du projet MEDFRIEND est déjà en ligne et est accessible à l'adresse suivante: <http://armspark.msem.univ-montp2.fr/MEDFRIEND> (Fig. 4).

Le site est disponible en français et en anglais et permet d'accéder aux données de la base grâce à des critères de sélection. Il permet de télécharger et visualiser des documents, de les sélectionner en fonction de divers critères tels que mots clés, auteurs, recherche contextuelle de mots dans le document, et éditeur. Il permet également de visualiser les métadonnées des stations et des ensembles de données qui leurs sont attachés. Il y a aussi une partie spéciale pour la visualisation d'albums photographiques. Un album photographique est un ensemble de photos localisées géographiquement et représentant les dispositifs de stations de mesure, de paysage ainsi que des sites significatifs comme par exemple un barrage ou un périmètre d'irrigation.

The screenshot shows the MED-FRIEND website interface. At the top, there are logos for the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization and a stylized globe. Below the header, there is a navigation menu with items: Accueil, Événement, Documents, Données, Photos, Gestion, and a search bar. A login form with fields for 'LOGIN' and 'PASS' is also visible. The main content area is titled 'DATA' and displays 'Description de la station' for 'AGADIR'. The metadata is presented in a table-like format with the following details:

Code	6025000	Nom	AGADIR	Type	Station pluviométrique
Longitude	-9,57	Latitude	30,38	Altitude	27
Rivière	inconnu	Bassin	non défini	Pays	MOROCCO
Commentaire	AMHY				

Below the metadata, there is a section for 'Les séries chronologiques' (Chronological series) with a table listing data series:

Nom	Date début	Date fin	Unité	MD
Monthly rainfall at AGADIR	01/09/1921	01/10/1993	mm	MD
Monthly temperature at AGADIR	01/05/1923	01/10/1990	degres celsius	MD

At the bottom of the page, there is a footer with copyright information: © HSM 2005 - 2009, and links for 'Intranet', 'Ajouter cette page en favoris', and 'Contacts'.

**Fig. 4** Page Internet de présentation d'une partie des métadonnées d'une station.

## Le site intranet d'administration

Pour chaque type de données, des formulaires spéciaux ont été définis. Ces formulaires sont fournis sur le site Web et doivent être remplis pour chaque envoi de données. Le renseignement de ces formulaires fournit le minimum d'information de métadonnées défini dans les profils établis de la norme ISO. Ce type de procédure pour la récolte de données facilite la saisie de chaque nouvelle information et réduit de fait le nombre possible de versions différentes de données.

Ces formulaires de métadonnées ont été définis pour les objets principaux de la base de données que sont les stations de mesure, les séries chronologiques, les références documentaires, les organisations et les contacts de ces organisations.

Un site Intranet spécifique a été construit pour gérer la base de données (ajouter, mettre à jour et supprimer des informations) et définir les utilisateurs, les groupes et les droits d'accès aux données.

Ce site peut être consulté sur le site officiel du projet FRIEND: par exemple à l'adresse: <http://armspark.msem.univ-montp2.fr/MEDFRIEND/admin> pour le programme MEDFRIEND. Pour y accéder les droits d'administrateur sont bien sûr requis.

Le site Web de l'administration est construit autour d'un menu principal, qui fournit des liens vers les fonctions des objets différents. Cette partie permet de créer toutes les données, de les insérer dans la base de données, de les reprendre pour d'éventuelles modifications et de leur affecter des droits de visualisation. Il permet également la définition des utilisateurs, les assigner à des groupes et de définir leurs droits.

Comme vu à la Fig. 5, l'administration de la base de données se fait en utilisant une partie du site, protégé par un mot de passe et accessible uniquement par l'administrateur.

Le flux de données, c'est à dire les valeurs de mesures qui constituent la série, est réalisé en utilisant les outils SQL Server d'importation de données. Cette opération a lieu sur le serveur ou sur un PC connecté au réseau. Cela nécessite une vérification des valeurs et des séries avant de les importer.

**Bibliographic references**

Add Edit Delete

Edit a reference

Descripcion WEB de Datos Climaticos

**Reference's general information**

Reference title: Description WEB de Datos Climaticos

Year: 1/1/2007

Website: \_\_\_\_\_

Document location: Instituto Meteorologia de Cub

Publisher: Instituto Meteorologia de Cub

Document type: publicacion cientifica

Sponsor: Select a sponsor

Contact: Raimundo Pique

Reference contact: Raimundo Pique

Polygon: Select a polygon

Link to another reference: Other reference

**Summary, Assessment & additional information**

**Selection of authors and timeseries concerned by the reference**

**Add keywords to describe the reference**

Security's Type:

Access for all

Protect Data

Protect Data & the Reference

Edit the reference

Fig. 5 Page Internet de gestion des documents et références bibliographiques.

## CONCLUSIONS

Dans le développement du système environnemental de l'information, l'interopérabilité entre les différents systèmes est une question récurrente et stratégique. Cette interopérabilité passe obligatoirement par une homogénéisation des méthodes d'analyse, un référentiel de métadonnées commun et par une harmonisation des structures de stockage de l'information et donc par la construction de schémas physiques de données communs.

L'effort fait dans ce sens pour les bases de données des projets FRIEND est donc important et doit être étendu aux autres projets et centres régionaux. Considérant l'importance de ces systèmes, qui sont désormais systématiquement développés dans tous les projets à grande échelle et l'effort demandé aux gestionnaires de ces systèmes pour maintenir une qualité des informations et des métadonnées, un travail d'harmonisation comme celui exposé dans cet article est requis.

L'application de ce schéma aux autres projets demandera sans doute de petites adaptations liées aux usages spécifiques et aux informations pouvant différer d'un projet à l'autre. Mais la structure données/métadonnées et les outils pour les mettre en œuvre sont construits et de ce fait l'interopérabilité entre les projets est assurée.

On peut déplorer que cet effort ne dépasse pas le cadre de l'UNESCO et qu'un travail commun avec d'autres grandes familles de projets ne se soit pas fait. Les programmes HYCOS de l'OMM s'articulent eux aussi autour d'une base de données hydrométéorologiques et utilisent des référentiels communs. Des centres mondiaux de données comme le GRDC (Global Runoff Data Center de Coblence) et le GPCC (Global Precipitation Climatology Center) ont aussi un intérêt à adopter des normes et méthodes communes de gestion de leurs données. C'est sans doute dans cette direction que les efforts futurs devront porter.

## REFERENCES

- Anonyme /WMO (1994) Guide to Hydrological Practices – Data Acquisition and Processing, Analysis, Forecasting and other Applications. WMO no. 168, Fifth Edition.
- Boyer, J. F., Dieulin, C., Rouche, N., Cres., A., Servat, E., Paturel J. E. & Mahé, G (2006) SIEREM: an environmental information system for water resources. In: *Climate Variability and Change – Hydrological Impacts* (Proc. Fifth FRIEND World Conference, Havana, Cuba, November 2006), 19–25. IAHS Publ. 308. IAHS Press, Wallingford, UK.
- ISO (2003) Geographic information, Metadata. Final Draft -ISO/FDIS19115.
- Thu Quang, P. & Chartier-Kastler, C. (1993) *Merise Appliquée – Conception des Systèmes d'Information*. De la théorie à la pratique. Méthodes et Outils 3<sup>e</sup> édition, EYROLLES.
- WMO (2004) WMO Core Profile of the ISO Metadata Standard Proposal for Version 0.2 (draft).

IAHS Publication 340  
ISSN 0144-7815

 friend 2010



# Global Change: *Facing Risks and Threats to Water Resources*

Edited by:

*Eric Servat*

*Siegfried Demuth*

*Alain Dezetter*

*Trevor Daniell*

Co-editors: *Ennio Ferrari, Mustapha Ijjaali, Raouf Jabrane,  
Henny van Lanen & Yan Huang*



# Global Change: *Facing Risks and Threats to Water Resources*

Edited by:

**ERIC SERVAT**

*UMR HydroSciences Montpellier (HSM),  
Université Montpellier 2, France*

**SIEGFRIED DEMUTH**

*Hydrological Processes and Climate Section, Division of Water Sciences,  
Natural Sciences Sector, UNESCO, Paris, France*

**ALAIN DEZETTER**

*UMR HydroSciences Montpellier (HSM),  
Université Montpellier 2, France*

**TREVOR DANIELL**

*School of Civil and Environmental Engineering,  
University of Adelaide, Australia*

Co-edited by: ENNIO FERRARI, MUSTAPHA IJJAALI,  
RAOUF JABRANE, HENNY VAN LANEN & YAN HUANG

Proceedings of the Sixth World FRIEND Conference, Fez, Morocco,  
25–29 October 2010.

**IAHS Publication 340**  
in the IAHS Series of Proceedings and Reports

Published by the International Association of Hydrological Sciences 2010

IAHS Publication 340

ISBN 978-1-907161-13-1

British Library Cataloguing-in-Publication Data.

A catalogue record for this book is available from the British Library.

**©IAHS Press 2010**

*This publication may be reproduced as hard copy, in whole or in part, for educational or nonprofit use, without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. No part of this publication may be electronically reproduced, transmitted or stored in a retrieval system, and no use of this publication may be made for electronic publishing, resale or other commercial purposes without specific written permission from IAHS Press.*

The papers included in this volume have been reviewed and some were extensively revised by the Editors, in collaboration with the authors, prior to publication.

IAHS is indebted to the employers of the Editors for the invaluable support and services provided that enabled them to carry out their task effectively and efficiently.

The information, data and formulae provided in this volume are reproduced by IAHS Press in good faith and as finally checked by the author(s); IAHS Press does not guarantee their accuracy, completeness, or fitness for a given purpose. The reader is responsible for taking appropriate professional advice on any hydrological project and IAHS Press does not accept responsibility for the reader's use of the content of this volume. To the fullest extent permitted by the applicable law, IAHS Press shall not be liable for any damages arising out of the use of, or inability to use, the content.

The designations employed and the presentation of material throughout the publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of IAHS concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries.

The use of trade, firm, or corporate names in the publication is for the information and convenience of the reader. Such use does not constitute an official endorsement or approval by IAHS of any product or service to the exclusion of others that may be suitable.

Publications in the series of Proceedings and Reports are available from:  
IAHS Press, Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxfordshire OX10 8BB, UK  
tel.: +44 1491 692442; fax: +44 1491 692448; e-mail: [jilly@iahs.demon.co.uk](mailto:jilly@iahs.demon.co.uk)

Printed by Information Press

---

Cover picture: Southern Morocco by Eric Servat