

HYDROSCOPE: UN SYSTEME D'INFORMATIONS POUR L'ETUDE DES PHENOMENES HYDROCLIMATIQUES EN GRECE

D. TOLIKAS (1), D. KOUTSOYIANNIS (2) et Th. XANTHOPOULOS (2)

(1) Section d'Hydraulique et Technique de l'Environnement, Département de Génie Civil, Université Aristote de Thessaloniki

(2) Section des Ressources d'Eau, Travaux Hydrauliques et Maritimes, Département de Génie Civil, Université Technique Nationale d'Athènes.

Résumé:

La recherche sur les Changements Climatiques de la Terre conduit à la nécessité de données plus nombreuses, et aussi à la nécessité de la mise en valeur de toutes les données historiques qui existent, soit sous la forme de fichiers écrits, soit sous n'importe quelle forme de stockage informatique. C'est dans cette direction qu'a commencé récemment en Grèce le projet de recherche HYDROSCOPE, dont le but est la création d'un réseau d'informations météorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques à l'échelle nationale. Il s'agit d'un réseau d'ordinateurs reliés à l'aide de lignes de télécommunication de haute rapidité. Sur ce réseau fonctionne un système de liaison répartie de base de données qui permet un accès transparent quelle que soit la position des données.

Abstract:

Research on climate changes requires large amount of data as well as the utilisation of all historical information stored in manuscripts and in computer files. Related to this subject the research program HYDROSCOPE recently started in Greece, aiming to the development of a national distributed data base of meteorological, hydrological and hydrogeological data. It is a computer network, based on high speed transmission lines. A relational and distributed data base management system functioning through the network permits the transparent access to the data.

Mots-clés: Base de liaison répartie de données, réseau privé de vaste portée, météorologie, hydrologie, hydrogéologie.

Key-words: Relational and distributed data base, wide area network, meteorology, hydrology, hydrogeology.

Introduction

Pendant les trois dernières décennies, le développement des ordinateurs a provoqué changements considérables en ce qui concerne le stockage, la gestion et l'élaboration des données météorologiques et hydrologiques. Depuis le début, des fichiers électroniques de données (WMO, 1977), ainsi que des systèmes pour leur gestion basés sur la technologie "mainframes" et sur des langues de programmation comme

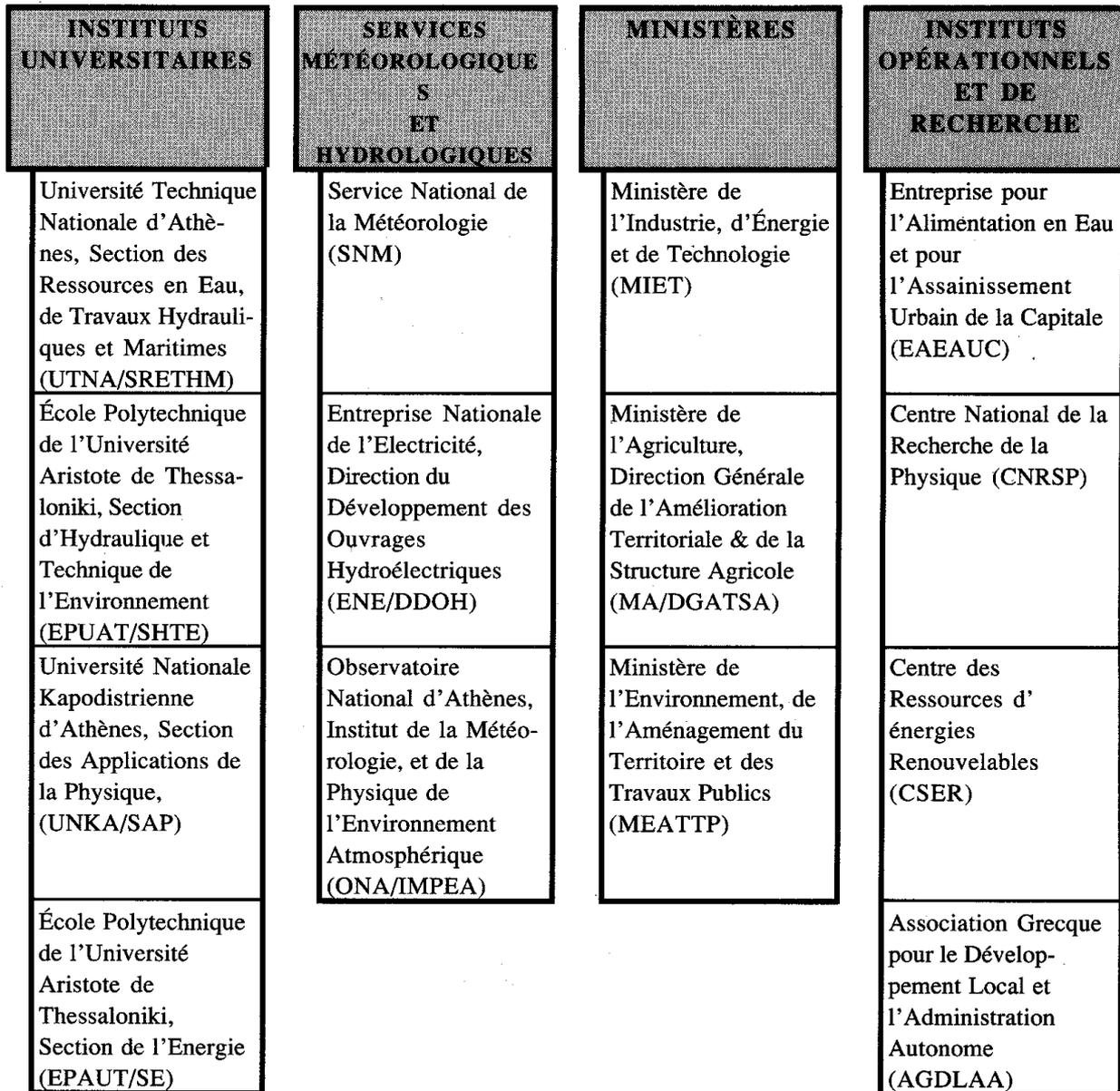
FORTRAN se sont créés dans plusieurs pays. Déjà en 1977, WMO (1977) constate que 47 pays disposent de bases électroniques de données alors que Rodda et Flanders (1985) rapportent plusieurs de ces systèmes. D'autre part, suite à l'évolution des ordinateurs personnels, des systèmes de bases de données plus flexibles se sont créés en langues de programmation comme FORTRAN, Pascal etc. Tels systèmes sont entre autres Data Base Management Software for Hydrological Data on Micro computer de Belgique (RMIB, 1986), le HYMOS en Hollande (Ogink, 1976, 1981), le HYDATA en Grande Bretagne (Institute of Hydrology, 1991), le HYDRA-PC en Grèce (Koutsoyiannis et al., 1991).

Les évolutions récentes en informatique ont permis le développement de systèmes de troisième génération qui sont basés sur des systèmes réparties de gestion des bases de données, en combinaison avec des réseaux d'ordinateurs, par opposition au modèle des systèmes centralisés (mainframe). Un effort considérable dans cette direction constitue le projet Sequoia 2000 qui a pour but le développement d'ensembles de données nécessaires pour l'étude des Changements Climatiques de la Terre (Stonebraker, 1992; Ferrari et al., 1992; Dozier, 1992). D'autres systèmes remarquables de cette catégorie sont le National Information System II des Etats Unis qui se développe grâce à l'U.S. Geological Survey (USGS, 1991), le CompuMod qui se développe grâce au service de l'Environnement du Canada (Environnement Canada, 1991) aussi bien que le Naval Environmental Operational Nowcasting Systems (NEONS) qui aussi se développe aux Etats Unis par Naval Oceanographic and Atmospheric Research Laboratory (Shaw et al., 1991; Tsui and Jurkevics, 1992).

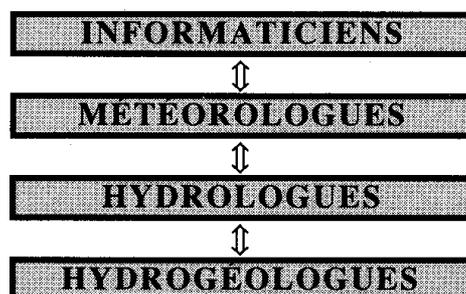
Dans la dernière catégorie de systèmes appartient le projet HYDROSCOPE qui est réalisé en Grèce et constitue un effort commun de la plupart des services publics qui s'occupent de la collecte, l'élaboration et la mise en valeur des données météorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques. Le but du projet est de créer une base moderne d'informations concernant le cycle hydrologique en Grèce sur la base de méthodes modernes de l'informatique et des télécommunications.

1. Description générale de l'HYDROSCOPE

L'objectif stratégique de l'HYDROSCOPE est la création d'un réseau de coordination des services publics et de spécialisation scientifiques à deux niveaux. Au niveau horizontal, on crée un réseau de collaboration entre tous les groupes des instituts qui s'occupent, sous des divers points de vue, des phénomènes atmosphériques et hydrologiques: Universités, Universités Techniques, Services Météorologiques et Hydrologiques, Ministères, Centres de Recherche, et utilisateurs de données. Au niveau vertical on stimule une collaboration des Scientifiques qui s'occupent des branches scientifiques différentes: Informaticiens, Météorologues, Hydrologues, Hydrogéologues, Climatologues (Figure 1). Les règles de base posées par le réseau de coordination sont deux: l'autonomie et l'échange. Plus précisément, chaque institut maintient son autonomie par rapport à la sauvegarde et à la gestion de ses propres données et de ses propres buts opérationnels et de recherche. En même temps tous les instituts collaborent dans la mesure de leurs possibilités en échangeant entre eux des données, de l'expérience et de la technologie.



(a)



(b)

Figure 1: Plan horizontal (a) et vertical (b) du réseau de coordination dans l'HYDROSCOPE. Dans chaque niveau vertical participent des scientifiques de tous les instituts du projet.

L'objectif décrit ci-dessus est réussi grâce à deux types de mesures: des mesures d'organisation et de technologie. Du point de vue de l'organisation, le niveau horizontal est réalisé par le Comité de Conseil qui se compose des responsables de 14 Groupes de Recherche, un de chaque institut qui participe (voir Figure 1a). Respectivement, le niveau vertical est réalisé par quatre Comités scientifiques, un pour chaque scientifique (Figure 1b), chacun comprenant des scientifiques de la spécialisation correspondante indépendamment de leur institut d'origine. Le potentiel total des Groupes de Recherche dépasse 100 personnes. Les Groupes Scientifiques et les Comités sont coordonnés par un Comité de Direction de trois membres et un Secrétariat de Coordination composé de quatre membres. Le siège de tous les Comités centraux se trouve dans l'Université Technique Nationale d'Athènes qui constitue l'institut administratif central du projet.

Du point de vue technologique, le réseau de coordination est réalisé par le développement d'un réseau d'ordinateurs de type Station de Travail (Workstation), qui sont reliés par des lignes de télécommunication de haute rapidité. Sur ce réseau fonctionne un système de liaison répartie de base de données qui permet un accès transparent par rapport à la position des données. Ainsi, les règles d'autonomie et d'échange sont remplies de la meilleure façon possible. Le système complet s'accompagne d'un logiciel spécial qui se développe dans le cadre du projet.

La première phase du projet, qui a commencé le premier semestre de 1992, et sera achevée à la fin de 1993, vise à la création du système de coordination, à l'approvisionnement et l'installation de l'équipement matériel (hardware), et du logiciel d'application (application software) et aussi à l'application de la phase-pilote. Cette phase est supportée par le Gouvernement Grec et les Communautés Européennes à travers le programme STRIDE HELLAS. Les travaux ci-dessus ont été déjà achevés sauf pour le développement du logiciel d'application qui est en vue de l'être. Dans la deuxième phase du projet, les données seront introduites dans la base, tandis qu'il est prévu un développement du logiciel d'application dont on fait l'analyse ci-dessous.

2. Caractéristiques Techniques

Du point de vue technique l'HYDROSCOPE se développe en trois couches qui apparaissent sur la Figure 2. La couche inférieure est l'équipement matériel du système; elle comporte deux sous-couches, les systèmes d'ordinateurs et l'infrastructure du réseau. La couche intermédiaire comprend le logiciel d'infrastructure du système, de provenance commerciale. Finalement, la couche supérieure est le logiciel qui est développé pour la réalisation de l'HYDROSCOPE; comporte deux sous-couches, le logiciel spécialisé du système et les programmes d'application.

Dans la phase présente, l'HYDROSCOPE comporte 13 nœuds principaux, et chaque nœud se réalise par une ou plusieurs Stations de Travail (workstations). A chaque nœud il y a un réseau local (LAN) d'Ordinateurs Personnels (PC) qui sont réunis avec la Station de Travail à travers ethernet. Les nœuds principaux sont unis entre eux par le moyen d'un réseau privé de vaste portée (WAN), la topologie duquel résulte d'une optimisation technicoéconomique (Papacostas, 1992) et elle apparaît sur la Figure 3. On utilise principalement des lignes téléphoniques publiques de liaison

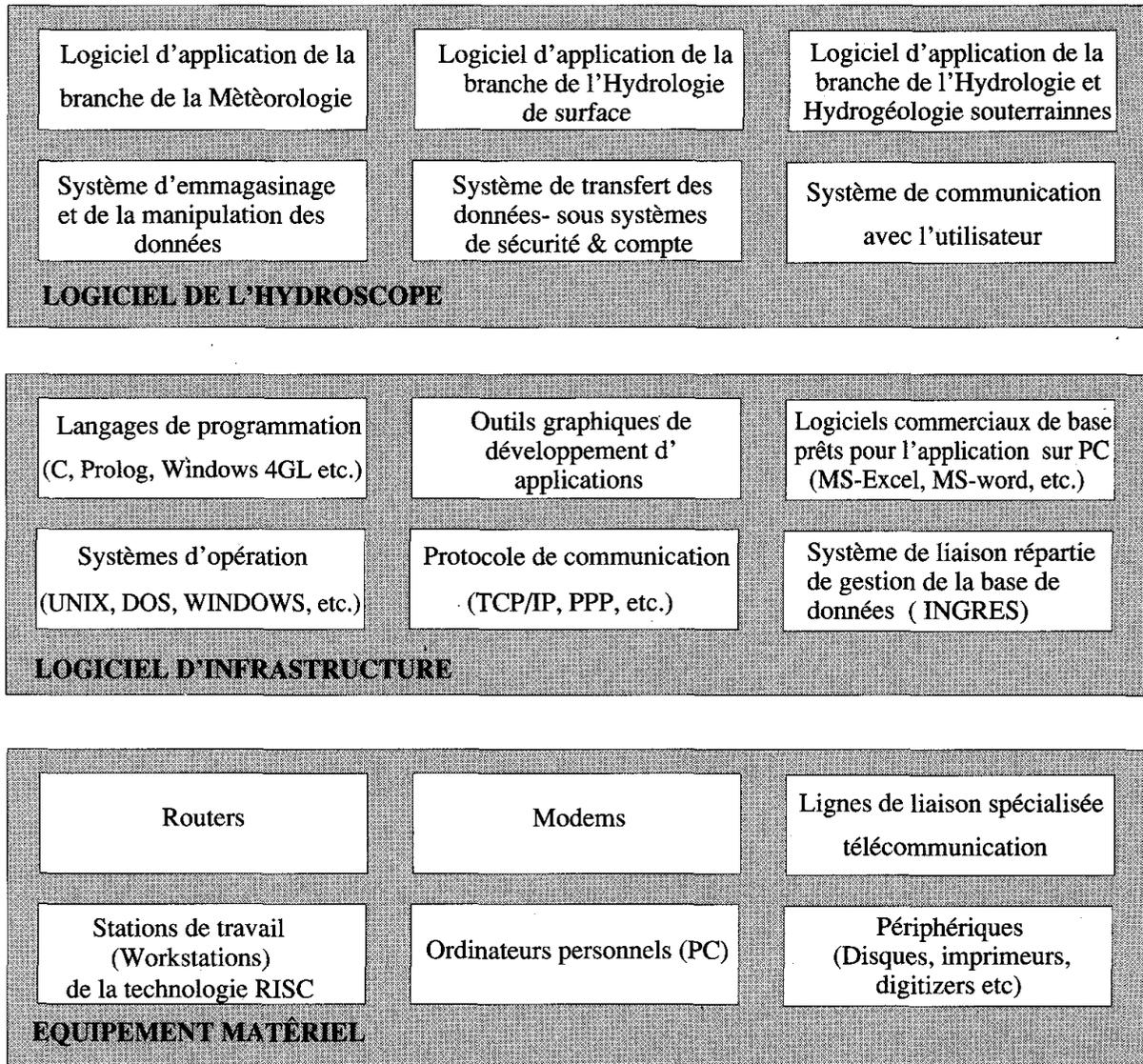
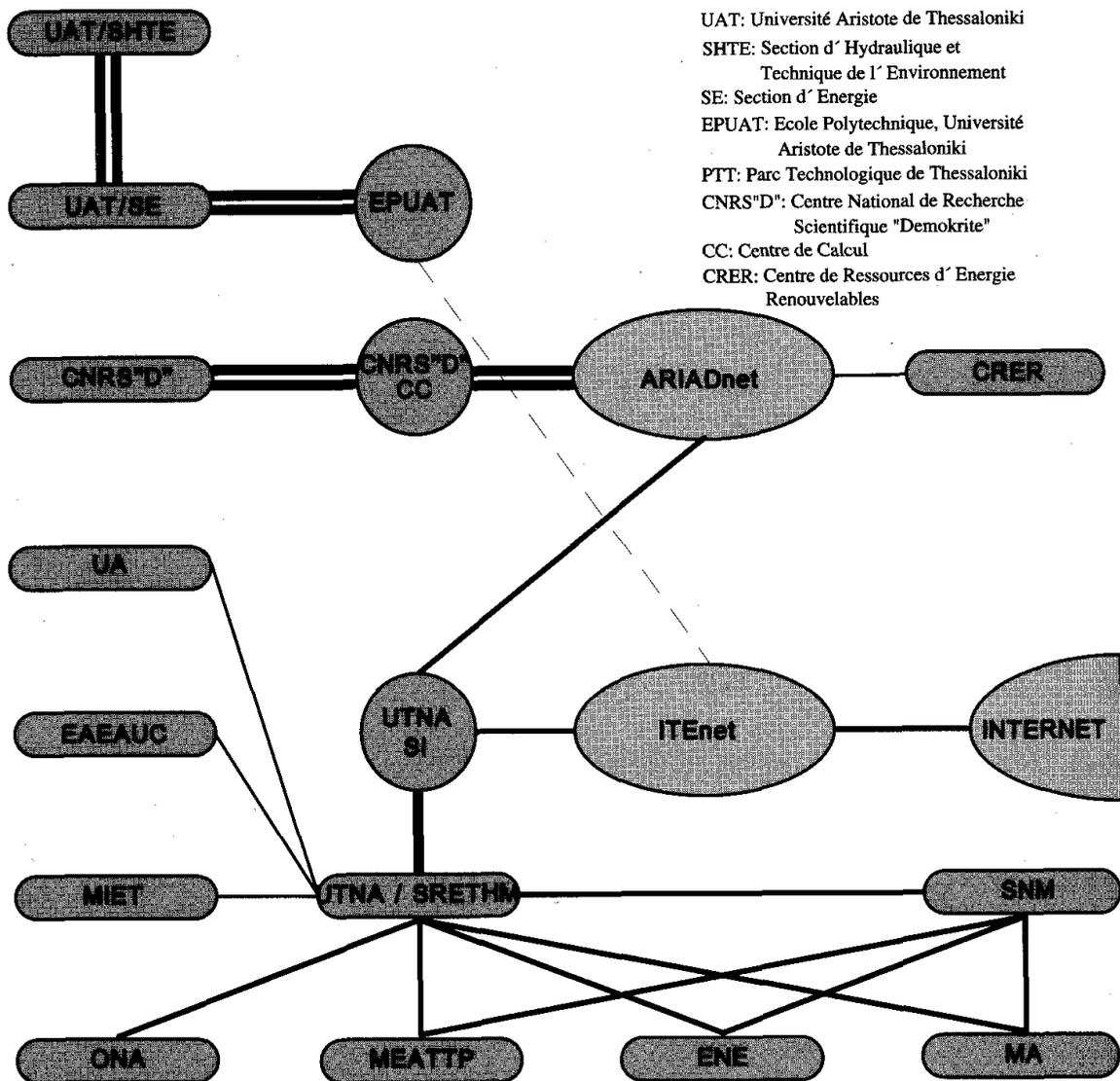


Figure 2: Composantes fonctionnelles de l'HYDROSCOPE.

spécialisée analogiques ou bien digitales 64 kbits/sec ou de vitesse 14,4 kbits/sec. Pour les petites distances, la communication se réalise soit par ethernet soit par lignes téléphoniques privées de vitesse 144 kbits/sec. Pour terminer, dans le cas des distances très longues, on utilise les réseaux académiques existants. Sur chaque nœud qui comporte une liaison téléphonique, la communication se fait par un router.

La branche du logiciel d'infrastructure consiste en un Système de liaison répartie de Gestion de la Base de données (Relational Data Base Management System – RDBMS) INGRES qui fonctionne sur le système opérationnel UNIX. UNIX dispose de plusieurs avantages comme la disponibilité pour un grand nombre d'ordinateurs, la possibilité de transfert et l'annexion des fonctions de réseau. En même temps, le système RDBMS assure la fonction répartie de la base de données et l'accès transparent mais aussi il assure et il contrôle n'importe quel nœud de la base.



UAT: Université Aristote de Thessaloniki
 SHTE: Section d'Hydraulique et
 Technique de l'Environnement
 SE: Section d'Énergie
 EPUAT: Ecole Polytechnique, Université
 Aristote de Thessaloniki
 PTT: Parc Technologique de Thessaloniki
 CNRS'D": Centre National de Recherche
 Scientifique "Demokrite"
 CC: Centre de Calcul
 CRER: Centre de Ressources d'Énergie
 Renouvelables

LEGENDE

- Ligne de liaison spécialisée analogique 9.6 kbits/s
- Ligne de liaison spécialisée analogique 14.4 kbits/s
- Ligne de liaison spécialisée digitale 64 kbits/s
- Ligne privée
- Ligne ETHERNET
- Nœud de l'HYDROSCOPE
- Nœud d'autres réseaux
- Réseau Académique des données

- UA: Université d'Athènes
- EAEAUC: Entreprise pour l'Alimentation en Eau
et de l'Assainissement Urbain de la Capitale
- UTNA: Université Technique Nationale d'Athènes
- SI: Section d'Informatique
- MIET: Ministère de l'Industrie, Énergie et
Technologie
- SRETHM: Section de Ressources d'Eau, Travaux
Hydrauliques et Maritimes
- SNM: Service Nationale de la Météorologie
- ONA: Observatoire National d'Athènes
- MEATTP: Ministère de l'Environnement de
l'Aménagement du territoire et de
Travaux Publics
- ENE: Entreprise Nationale de l'Électricité
- MA: Ministère de l'Agriculture

Figure 3: Topologie d'un réseau régional des données.

Le logiciel spécialisé de l'HYDROSCOPE assure les fonctions intérieures fondamentales de la Banque de données, le transfert des données entre les nœuds différents et la communication du système avec l'utilisateur (Papacostas, 1993). Cette communication s'effectue essentiellement dans un environnement graphique amical à l'utilisateur et comprend un système de visualisation des données. Pour terminer, les programmes d'application, qui fonctionnent également dans un environnement graphique, servent à l'introduction, la récupération et la critique des données ainsi qu'au calcul des données manquantes et des données secondaires.

3. Ensembles de données

Dans la phase présente, l'HYDROSCOPE comprend les données de mesures et d'observations météorologiques de toutes sortes, de données de mesures des stations hydrologiques de surface ainsi que des données des eaux souterraines. Il comprend aussi des données dérivées qui résultent des données des mesures originelles basées sur des transformations simples et éprouvées. Des exemples précis de telles données secondaires sont l'évaporation où l'évapotranspiration selon Penman, dont le calcul se fait à partir des paramètres de données météorologiques. On calcule également le débit ainsi que les autres paramètres du bilan hydrologique.

Les données de base appartiennent essentiellement à deux catégories principales: les données statiques et les séries chronologiques. Parmi les données statiques on trouve, par exemple, les caractéristiques des stations de mesure, les sections des courants d'eau, les coupes géologiques etc. Certaines des données statiques changent tout de même avec le temps. Mais ces changements s'emmagasinent dans la banque. Les séries chronologiques s'emmagasinent en principe comme des données originelles dans un pas de temps (constant où variable) dans lequel elles sont disponibles. Le pas de temps commence à une minute et il peut atteindre un mois où un an. L'ensemble de données originelles qui existent aujourd'hui et qui seront introduites dans la banque s'élève à peu près au nombre de 400 000 000 (Papageorgiou, 1993). Dans la Banque sont disponibles également des séries chronologiques accumulées ayant un pas de temps supérieur à l'initial. Sur le Figure 4 apparaissent sommairement les catégories de la Banque. Notons que, en dehors de deux catégories principales des données de la Banque, il y a aussi deux catégories secondaires des données qui ne comprennent pas de données hydrométéorologiques mais des informations intérieures à la Banque et des informations chronologiques sur l'évolution des autres objets de la Banque.

La Banque dispose aussi des fonctions de critique de données et de calcul de données manquantes. Ainsi trois niveaux de données ont été créés (Nalbantis et Tsimbidis, 1993). Le premier niveau comprend les données initiales, le deuxième les données vérifiées et corrigées et le troisième les données homogénéisées et complétées (sans lacunes). Tous les procédés de transition, du niveau inférieur au niveau supérieur, sont compris dans le logiciel de la Banque. L'utilisateur des données peut facilement choisir un des trois niveaux de données, selon le but de son application. Les différentes catégories des données apparaissent sur le Figure 5.

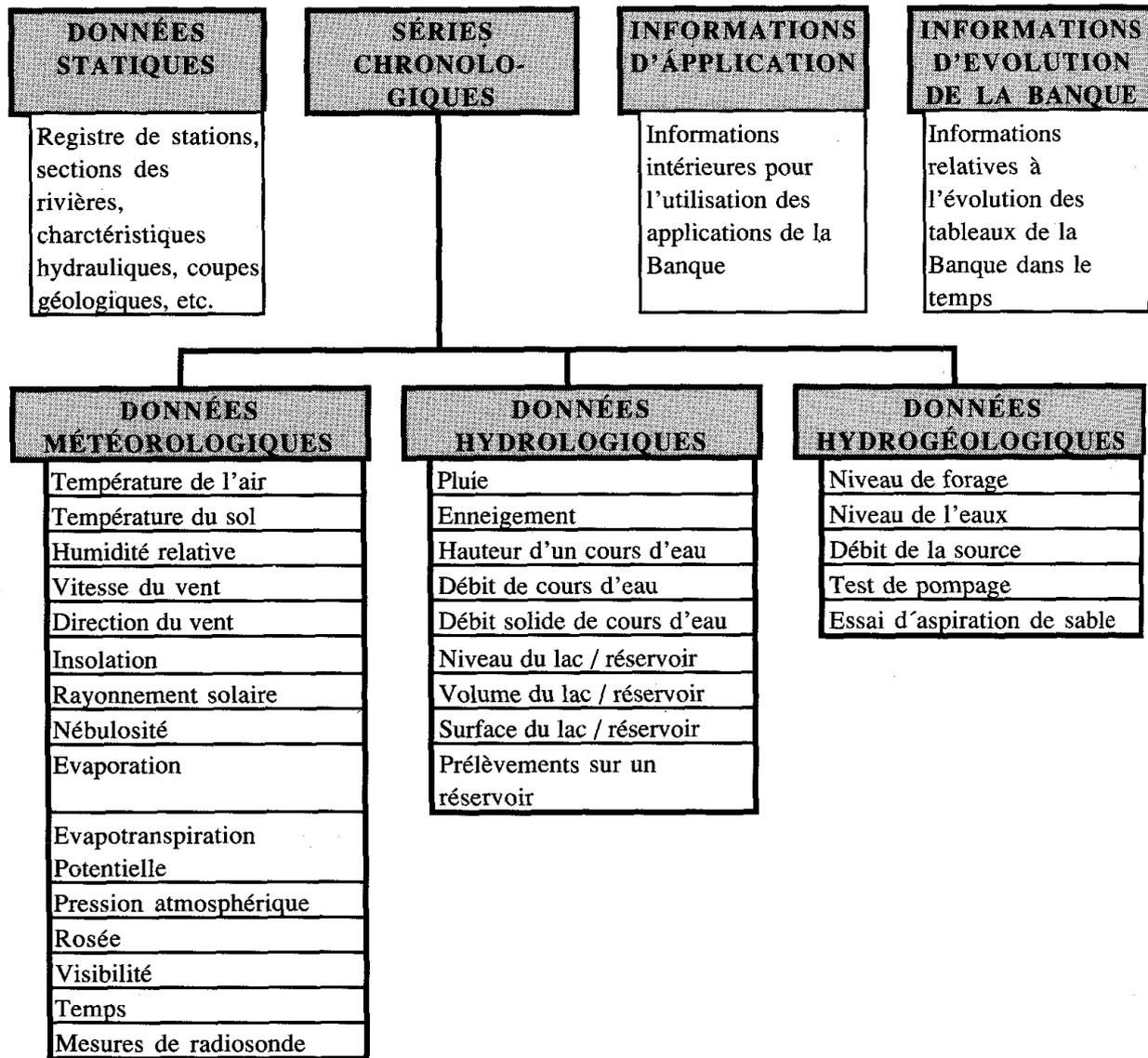


Figure 4: Catégories de données de l'HYDROSCOPE.

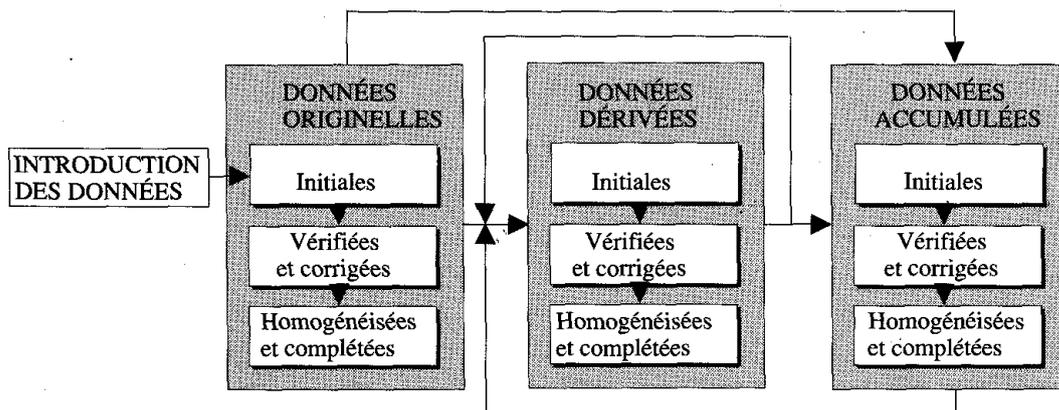


Figure 5: Catégories des données.

4. Perspectives

La forme présente de la Banque, après l'introduction de l'ensemble de données historiques disponibles, remplira de façon satisfaisante les besoins de recherche et les besoins opérationnels sur le cycle hydrologique en Grèce. Pourtant, étant donné le rythme très rapide de développement des techniques d'acquisition mais aussi de gestion des données aujourd'hui, il est indispensable d'intensifier les efforts vers d'autres directions. Ces directions se rapportent à l'introduction dans l'HYDROSCOPE des types de données suivantes, par ordre de priorité:

1. des données géographiques dont la gestion sera possible par un Système d'Informations Géographiques (GIS) (par exemple des modèles numériques de terrain, des réseaux hydrographiques, de la pédologie, de l'usage de la terre, de la végétation etc.).
2. des séries chronologiques des stations hydrométéorologiques télémetriques automatisées, dont les mesures seront introduites en temps réel dans des différents fichiers de la Banque, tandis que, après un certain temps, elles subiront le contrôle et l'élaboration et elles seront incorporées dans les dossiers réguliers,
3. des données climatologiques élaborées sous forme convenable pour l'édition d'un atlas climatologique,
4. des données qui résultent comme sorties des modèles météorologiques où hydrologiques,
5. des données des radars météorologiques,
6. des données de télédétection et
7. des données des mesures de qualité de l'Environnement atmosphérique et hydrique.

Pour finir, il est prévu que le réseau de l'HYDROSCOPE sera étendu par étapes dans les plus grandes villes de Grèce, par la création de nouveaux nœuds.

Il est évident que la réalisation des buts ci-dessus présuppose entre autres un financement important et un engagement continu de la part des services publiques à l'HYDROSCOPE.

Remerciements

L'HYDROSCOPE existe grâce à l'approbation, par le Secrétariat Général de la Recherche et Technologie, de la proposition relative soumise, et grâce à l'intérêt et au financement de la Communauté Européenne à travers le projet STRIDE HELLAS (ouvrage 211) et du Ministère de l'Industrie de la Recherche et de la Technologie, du Ministère de l'Environnement de l'Aménagement du territoire et des Travaux Publics, du Ministère de l'Agriculture, du Ministère de l'Enseignement National et de la Religion, du Secrétariat Général de la Recherche et de la Technologie, de l'Entreprise pour l'Alimentation en Eau et pour l'Assainissement Urbain de la Capitale, du Service National de la Météorologie, et de l'Entreprise Nationale d'Electricité. Des remerciements sont aussi exprimés à Monsieur N. Papacostas pour ses remarques précieuses et à Monsieur I. Nalbantis pour ses commentaires utiles et son aide dans l'élaboration du texte français.

Bibliographie

- DOZIER, J., EARLY EOSDIS, 1992: A data and information system for the study of Global Change, *Technical report 91/8*, Sequoia 2000, Berkeley, California, USA.
- ENVIRONMENT CANADA, 1991: *CompuMod functional specification*, Environment Canada.
- FERRARI, D., PASQUALE, J. C., & POLYZOS, G. C., 1992: Network issues for Sequoia 2000, *Technical report 91/6*, Sequoia 2000, Berkeley, California, USA.
- INSTITUTE OF HYDROLOGY, HYDATA, 1991: Hydrological database system, Institute of Hydrology.
- KOUTSOYIANNIS, D., TSOLAKIDIS, K. AND MAMASSIS, N., HYDRA-PC, 1991: A data base system for regional hydrological data management, in G. Tsakiris (ed) *Advances in water resources technology*, Balkema, Rotterdam.
- NALBANTIS, I. ET TSIMBIDIS, G., 1993: Des niveaux d'enregistrement de l'information brute et élaborée et exigences correspondantes d'élaboration, *HYDROSCOPE – fascicule 1/11* (en Grec), Université Technique Nationale d'Athènes.
- OGING, H. J. M., 1976: Development of an integrated hydrological model system (HYMOS), *Proc. Exchange meeting Vituki-Delft*, Delft Hydr. Lab. and Budapest Inst. Water Resour. (Vituki).
- OGINK, H. J. M., HYMOS, 1981: A data processing system for hydrological time series, *Proc. International Conference on numerical modelling of river, channel and overland flow for water resources and environmental applications*, Bratislava, Yugoslavia.
- PAPAGEORGIU, I., 1992: Classification générale des informations et spécifications de leur enregistrement, *HYDROSCOPE – fascicule 5/2* (en Grec), Service Nationale de la Météorologie, Athènes.
- PAPACOSTAS, N., 1992: Etude, planification et spécifications d'un réseaux de communication d'ordinateurs de l'HYDROSCOPE, *HYDROSCOPE - fascicule 1/8* (en Grec), Université Technique Nationale d'Athènes.
- PAPACOSTAS, N., 1993: Planification de la configuration de la base de données, *HYDROSCOPE – fascicule 1/15* (en Grec), Université Technique Nationale d'Athènes.
- RODDA, J. C. and FLANDERS, A. F., 1985: The organisation of Hydrological Services, Ch. 14., II, *Facets of Hydrology*, John Wiley & sons.
- RMIB, 1986: (Royal Meteorological Institute of Belgium, *Data Base Management Software for Hydrological Data on Microcomputer*, Explanatory notice, G06.3.01 (micro), Brussels, Belgium.
- SHAW, C., SCHWARTZ, E. and TSUI, T., 1991: Design of naval environmental operational nowcasting system, Naval Oceanographic and Atmospheric Research Laboratory, Monterey, California.
- STONEBRAKER, M., 1992: An overview of the Sequoia 2000 project, *Technical report 91/5*, Sequoia 2000, Berkeley, California, USA.
- TSUI, T. and JURKEVICS, A., 1992: A database management system for meteorological and oceanographic applications, *MTS Journal*, 26(2), 88-97.
- USGS, (U.S. Geological Survey), 1991: *System requirements specification for the U.S. Geological Survey's National Water Information System II*, S.B. Mathey (ed), USGS, Reston., Virginia, USA.
- WMO (World Meteorological Organisation), 1977: *Statistical information on activities in operational hydrology*, no 464, Geneva, Switzerland.