

La gestion informatique des chroniques en hydrologie

Michel Lang

Introduction

Parmi les actions actuellement entreprises pour une amélioration de la disponibilité et de la qualité des données figure le développement de projets de bases de données en hydrologie. Le plus souvent, ces projets utilisent la technologie des Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) relationnels et concernent soit des données signalétiques, soit des chroniques à un pas de temps en général supérieur à la journée (il existe également des bases de données événementielles). Or il existe une demande croissante de SGBD pour la gestion des chroniques hydrologiques à pas de temps fin. L'objet de cet article est de présenter un certain nombre de résultats de travaux, menés au sein du groupe BRECHE (CST/BVRE, 1990 ; LANG M., 1995). Nous reprenons les résultats liés à la modélisation des données hydrologiques dans un SGBD.

Les systèmes de gestion de base de données

Avant de s'intéresser aux possibilités et aux performances de gestion des différents SGBD, il est utile de dresser un rapide état de l'art sur la gestion informatique des données. L'évolution générale de cette technique s'est largement appuyée sur une séparation de plus en plus nette entre la gestion physique des données sur le support informatique, et les moyens d'accès par l'utilisateur à ces données. Ainsi, l'organisation des données sur un disque dur d'ordinateur a nécessité d'importants travaux conceptuels sur la théorie des réseaux et des arbres, et de leurs parcours par exemple. L'accès aux données par l'utilisateur se fait désormais par des langages de requêtes (SQL est le plus connu) qui ont l'ambition de se rapprocher du langage naturel.

Depuis les années cinquante, la gestion des données a évolué d'un modèle totalement contraint par l'organisation physique des données exclusivement numériques (le fichier « plat » ASCII) à des modèles prenant en compte la vision qu'a l'utilisateur du système d'information qui produit ces données et son désir d'y accéder de manière transparente.

Le premier niveau de gestion a été le fichier de données, collection de données de même structure. Les différentes techniques d'organisation et d'accès aux données (accès séquentiel, index, B-arbres, fonctions de hachage...) sont toujours d'actualité dans la mesure où elles constituent le premier niveau de manipulation de la donnée. Au début des années 1960 est apparu le concept de bases de données (DELOBEL C. et ADIBA M., 1982) : « ensemble structuré de données enregistrées sur des supports accessibles par ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en un temps opportun ». Plusieurs générations de logiciels aptes à manipuler des bases de données (SGBD) se sont succédé : hiérarchiques, réseaux, relationnels, orientés-objet.

Le graphique suivant (FLORY A., 1992) : montre d'une part le délai nécessaire entre la conception et le développement d'une nouvelle génération de SGBD et sa diffusion dans le grand public (environ 10 ans), d'autre part une interrogation sur le SGBD, relationnel ou orienté-objet, qui sera majoritairement utilisé dans les prochaines années.

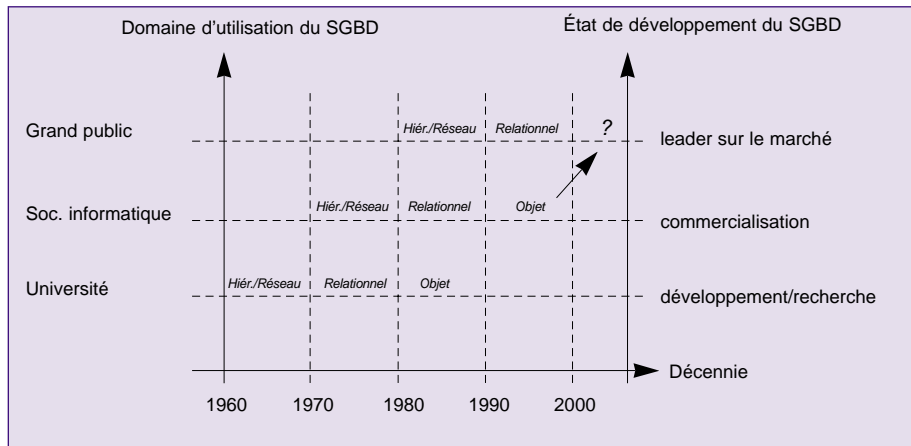


Figure 1 - Les différentes générations de SGBD.

Une des nouveautés des SGBD par rapport aux systèmes de gestion de fichiers est d'assurer une séparation entre l'organisation physique des données et les procédures qui en permettent les manipulations. On parle d'indépendance physique, c'est-à-dire une indépendance entre le niveau physique des données et le niveau externe des données. À cet effet, le comité international de normalisation ANSI (ANSI, 1975) a distingué trois niveaux pour la description des données : le niveau conceptuel, correspondant à la structure sémantique des données considérée comme une information, le niveau interne, associé à la structure de stockage physique des données, et le niveau externe, celui de l'utilisateur pour les procédures de manipulation des données. La logique de travail consiste alors à décrire le monde réel à l'aide d'un formalisme adéquat, appelé modèle sémantique ou modèle des données, puis à traduire ce schéma par une implantation physique des données au moyen d'un Langage de Description des Données (LDD) et enfin à accéder aux données, non plus au travers de fichiers, ce qui suppose la connaissance précise de la structure physique des données, mais par un langage, nommé Langage de Manipulation de Données (LMD). Le système est structuré autour du schéma des données, réputé plus stable que le schéma des traitements, ce qui doit être un gage de pérennité de la base de données, bien que l'efficacité globale des requêtes à la base de données exige un équilibre (qui serait idéalement dynamique) entre ces deux schémas.

Parmi les différentes générations de SGBD qui se sont succédé, nous présentons maintenant les caractéristiques principales du modèle relationnel (majoritairement utilisé) et celles du modèle orienté-objet.

Le modèle relationnel

Il réalise complètement l'indépendance entre le schéma des données et le schéma des traitements. Le modèle de données repose sur le concept de relation (CODD E.F., 1970) avec trois notions : le domaine, qui est un ensemble de valeurs, l'attribut, qui est une variable prenant ses valeurs dans un domaine, et la relation, qui est un sous-ensemble du produit cartésien des domaines de chaque attribut de la relation. Une relation peut être matérialisée par une table, où

chaque ligne est une occurrence de la relation, dénommée tuple, et où chaque colonne correspond à un attribut. Le nom de la relation est le nom de la table. La figure suivante donne un exemple d'occurrence de la relation **Station** (CodeStation, NomStation, Paramètre) :

Nom de la relation	Station		
Nom des attributs	CodeStation	NomStation	Paramètre
N-uplets	E3511210	Lugy	Hydrométrie
	E4035710	Wizernes	Hydrométrie
	07019002	Aubenas	Pluviométrie

Figure 2 - Occurrences de la relation Station.

Le succès du modèle relationnel repose sur son formalisme mathématique qui permet d'appliquer les opérateurs algébriques classiques (intersection, réunion, différence, projection, produit cartésien...) sur l'élément de base du SGBD, la relation. Le grand progrès par rapport aux modèles précédents (hiérarchique et réseau) est l'indépendance entre le niveau conceptuel de définition et de manipulation des données, et le niveau physique de stockage des données. Le langage SQL (Structured Query Language), qui exploite pleinement le formalisme mathématique du modèle relationnel, s'est imposé progressivement comme le langage du relationnel (LDD et LMD), avec une norme ISO (ISO, 1987).

Le modèle orienté-objet

Ce modèle s'est développé à la fois en réaction à une certaine rigidité du modèle relationnel ainsi qu'à son incapacité à traiter de manière efficace les données dites « complexes » qui débordent largement le domaine des données numériques, pour s'intéresser aux données symboliques, graphiques... Sur le strict plan de la modélisation des systèmes d'information, on peut dire que le modèle orienté-objet exploite le modèle dit « réseau » qui a précédé le modèle relationnel, et qui ajoute au modèle hiérarchique (où seuls les liens « père-fils » sont possibles) des liens frères-frères entre des arborescences hiérarchiques différentes.

Le modèle de données repose sur le concept d'objet (ATWOOD T. et al., 1993) avec deux notions : l'objet, qui a un état (ses attributs), un comportement (ses méthodes) et une identité (identificateur), et la classe, qui regroupe tous les objets de même structure et de mêmes comportements. La grande liberté de définition de la structure d'un objet, par l'intermédiaire de constructeurs de type simple (entier, réel, chaîne de caractères, ou à définir), ou de type complexe (tuple, ensemble, liste ordonnée...) permet de modéliser facilement les différents types de liens, à l'inverse du modèle relationnel qui est assez lourd pour représenter des structures hiérarchiques.

Les SGBD orientés-objet bénéficient de deux des avantages des systèmes orientés-objet : la protection des données et la réutilisation des objets. La protection des données d'un objet est due au fait que l'objet est repéré par son identificateur (et non plus par sa valeur) et que les données ne sont accessibles que par des méthodes (principe d'encapsulation). Quand on envoie un message à un objet, il réagit en déclenchant la méthode associée au message. La réutilisation des objets est possible grâce à la définition d'une hiérarchie de classes, par laquelle une classe fille peut hériter de la classe mère, ses attributs ou ses méthodes. Ce mécanisme permet de faciliter la définition des données et des méthodes. Il conduit à un gain de temps dans l'implantation de nouveaux objets dans la base. Un mécanisme de gestion dynamique des objets permet d'appliquer facilement une même méthode à des objets de type différent.

L'exemple suivant donne la structure de deux classes d'objet :

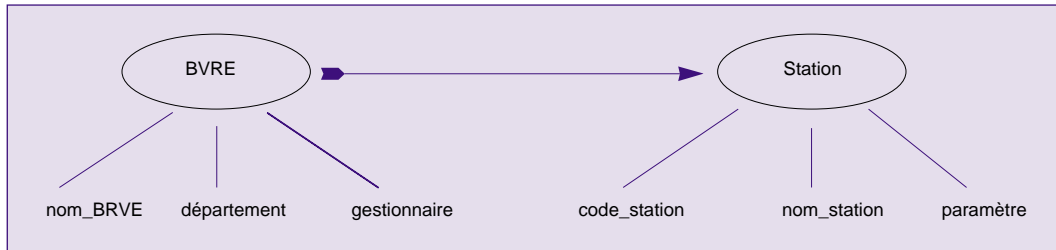


Figure 3 - Exemples de deux classes d'objets BVRE et Station.

dont on trouvera quelques occurrences :

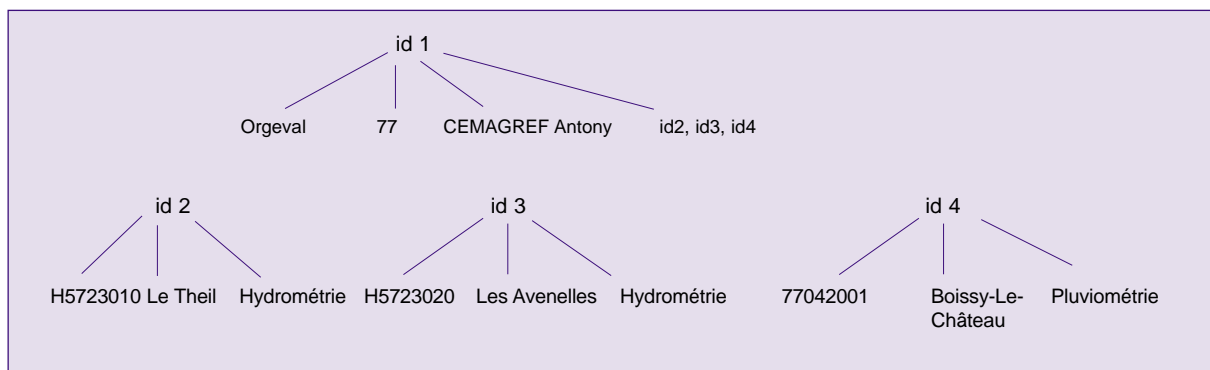


Figure 4 - Exemple d'objets des classes BVRE et Station.

Cette dernière génération de SGBD a été conçue de façon à reprendre certains acquis du relationnel tout en proposant des fonctions, absentes ou mal assurées dans les SGBD relationnels, comme la gestion de données complexes.

La modélisation des chroniques hydrologiques

Une chronique est un objet particulier qui dispose d'une forte structure interne implicite, une relation d'ordre basée sur le séquençage du temps (une valeur à chaque intervalle de temps). Cette structure interne est détruite par l'application du modèle relationnel qui ne maintient plus la relation d'ordre entre le temps et les valeurs de la chronique. Par ailleurs, et sans rentrer dans les détails du modèle relationnel et des principes de normalisation en « formes normales » du schéma des données, il faut noter que le modèle relationnel introduit une forte redondance des données, par destruction de la hiérarchisation naturelle des données d'une chronique (les données sont toutes produites par le même capteur, installées au même endroit...). Pour toutes ces raisons qui seront développées dans le paragraphe suivant, la modélisation des séries chronologiques pose un problème mal résolu par le modèle relationnel, et bien mieux traité par le modèle orienté-objet..

Comparaison des modèles relationnel et orienté-objet

Une chronique hydrologique est une collection d'enregistrements (mesure hydrologique, date) ordonnée chronologiquement. Elle peut être représentée sous une forme non hiérarchique par le modèle relationnel, **NomChronique** (CodeStation, Date, Heure, Valeur, CodeValidité), et de

plusieurs façons par le modèle orienté-objet, en jouant sur le degré d'éclatement de la chronique (Fig. 5). Une série de 15 tests a été appliquée sur des chroniques contenant 10, 10², 10³, 10⁴ et 10⁵ enregistrements. Les SGBD utilisés étaient les systèmes DB2 (sous OS/2), RdB (sous VMS), ORACLE (sous UNIX) pour le relationnel, et O2 (sous UNIX) pour l'orienté-objet. Des tests préalables ont montré que les différents matériels informatiques utilisés avaient des performances semblables. Nous donnons ici les principaux résultats, extrapolés à une chronique de 1 million d'enregistrements (LANG M., 1995 ; LANG M. et MANEA A., 1994).

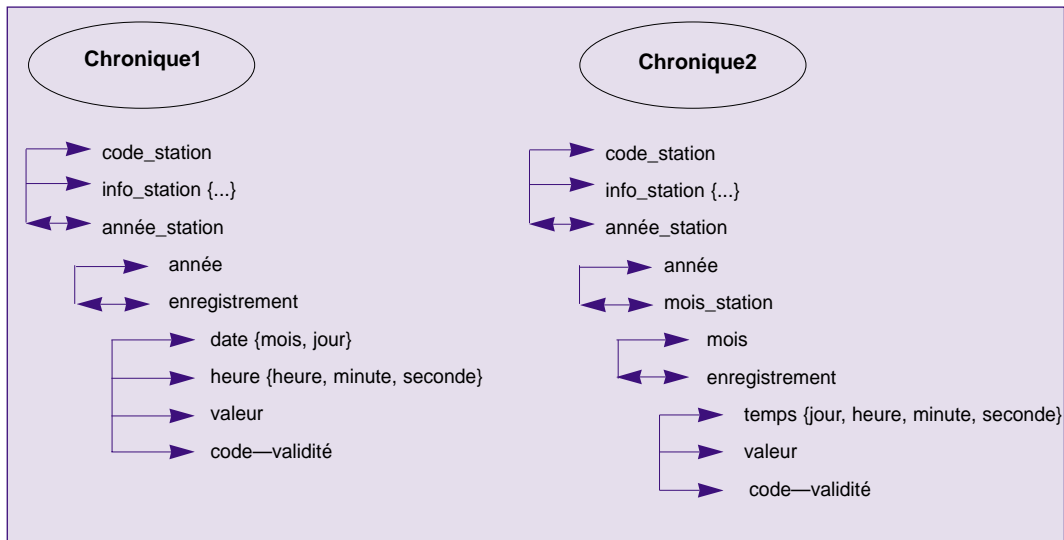


Figure 5 - Décomposition d'une chronique en années-stations ou mois-stations (resp. Chronique1 et Chronique2).

L'accès à un enregistrement particulier (consultation ou mise à jour) est pratiquement immédiat (inférieur à une seconde), grâce à l'implantation d'un index pour le relationnel et d'une relation d'ordre sur l'ensemble des enregistrements pour l'orienté-objet. Le parcours séquentiel de tous les enregistrements est par contre très pénalisant (plusieurs minutes) pour les deux types de SGBD. Dans la mesure du possible, il est préférable de stocker à part toute information synthétique résumant une chronique et fréquemment consultée (valeur moyenne ou maximum). La plupart des traitements hydrologiques nécessitent le parcours séquentiel d'une grande partie de la chronique : extraction des enregistrements sur une saison particulière, échantillonnage de valeurs maximum, date de début et de fin d'enregistrement... Les délais d'exécution de ces tests, avec l'emploi des logiciels classiques des hydrologues, qui travaillent sur des chroniques stockées sur fichier et utilisent des codes exécutables écrits spécialement pour une opération donnée, sont faibles, même avec 10⁶ enregistrements : de l'ordre de la minute avec des fichiers au format ASCII (cas le plus courant) à quelques secondes avec des fichiers au format binaire. Dans le cas des bases de données, ces délais sont augmentés de façon considérable (plusieurs dizaines de minutes) pour plusieurs raisons. Le stockage des données n'est pas optimisé pour réduire la taille des fichiers : ainsi une même chronique occupe respectivement 4 et 10 fois plus de place qu'un fichier binaire, pour un SGBD relationnel ou orienté-objet. De plus, les SGBD offrent des fonctions de contrôle des données (cohérence, intégrité, accès partagé) dont la contre-partie est un temps d'accès plus long aux données. Le problème est de pouvoir bénéficier de ces fonctions de contrôle, tout en ayant des délais d'accès aux données compatibles avec une utilisation opérationnelle (inférieur à la minute).

L'alternative consiste à stocker les chroniques dans une base de données et à réaliser les traitements de façon sélective. Les traitements portant sur les données signalétiques seront effectués de préférence à l'aide du langage de manipulation des données de la base ; les délais d'exécu-

tion sont courts et les fonctions de contrôle des données peuvent facilement être implantées. Les traitements complexes portant sur les enregistrements des chroniques hydrologiques seront réalisés en deux temps : exportation des données de la base dans un fichier binaire, puis traitement externe des données à l'aide d'un code exécutable. La perte de temps liée à l'exportation des données de la base est compensée par le fait que le traitement porte sur un fichier binaire. En effet, les logiciels hydrologiques actuels travaillent sur des fichiers de données au format ASCII, afin de permettre à l'utilisateur de contrôler les données. Or les SGBD garantissent un état cohérent des données, d'où la possibilité de traiter sans risque les données sur un fichier « compacté » au format binaire.

La comparaison du délai d'importation ou d'exportation des enregistrements d'une chronique est nettement à l'avantage des systèmes orientés-objet, qui sont environ dix fois plus rapides (5 minutes au lieu d'une heure). Le modèle relationnel est fortement pénalisé par la structure non hiérarchique de la table **NomChronique**, qui oblige à répéter à chaque ligne les informations sur le CodeStation et la Date. Le modèle orienté-objet limite la redondance des données, par la décomposition de la chronique en sous-structures du type année-station ou mois-station.

Optimisation de la représentation des chroniques pour un SGBD orienté-objet

Le choix du degré d'éclatement d'une chronique résulte d'un compromis entre la finesse de découpage en sous-structures et leur remplissage. Les tests réalisés sur des chroniques de débit à pas de temps variable (environ 1 000 enregistrements par année) conduisent à recommander un découpage par mois-station (LANG, 1995). Le découpage par année-station est un peu redondant (répétition inutile de l'information sur le mois), alors qu'un découpage par jour-station n'est pas justifié (vu la densité des enregistrements).

Plusieurs modélisations des enregistrements ont été testées (LANG, 1995). Il est préférable de retenir la modélisation classique : enregistrement (temps, valeur, code_qualité). La modélisation du temps avec deux champs (temps_début, temps_fin) est à rejeter, car elle conduit à une forte redondance. C'est pourtant une structure utilisée pour les chroniques de pluie à pas de temps variable, où l'attribut valeur représente la quantité d'eau tombée dans l'intervalle de temps considéré. Il est plus efficace de stocker des enregistrements d'intensité pluviométrique, relative à un temps donné. Les périodes sans observations sont renseignées en rajoutant un enregistrement lacune (temps = temps précédent + une seconde, valeur = code_lacune, code_qualité). L'attribut code_qualité renseigne sur la qualité de l'enregistrement (fiable, douteux...).

Conclusion

L'inventaire des outils de gestion utilisés par les hydrologues fait apparaître le dilemme suivant : les SGBD utilisés jusqu'à présent en hydrologie, du type relationnel avec une modélisation standard des chroniques, manipulent les chroniques à pas de temps fin avec des délais d'exécution rédhibitoires (quelques minutes), alors que les logiciels travaillant directement à partir de fichiers séquentiels sont opérationnels (délais de l'ordre de quelques secondes). D'autre part, les logiciels actuels de traitement hydrologique, qui manipulent les chroniques sous forme de fichiers, ne possèdent pas les fonctions offertes par les SGBD : fonctions de contrôle des données (cohérence, intégrité, accès partagé des données), langage d'interrogation

général (langage SQL de requête), facilité de maintenance des programmes (indépendance entre la vue logique et la vue physique des données).

Une série de tests comparatifs a permis de montrer que l'utilisation d'un SGBD relationnel était fortement déconseillée pour la gestion de chroniques à pas de temps fin, alors que les SGBD orientés-objet, par la possibilité d'implantation de structures complexes (hiérarchiques en particulier), sont opérationnels. Ceci vient s'ajouter aux avantages de l'approche orientée-objet, qui permet d'une part de réconcilier données et traitements dans la modélisation du système d'information, et qui d'autre part est très performante en terme de génie logiciel (maintenance des traitements).

On peut penser que l'évolution des SGBD conduira à une utilisation croissante de la technologie orientée-objet pour la gestion des données hydrologiques, soit directement à l'aide d'un SGBD orienté-objet (exemple de la base européenne FRIEND (MANEA A., 1997)), soit en faisant cohabiter SGBD relationnel et orienté-objet (MANEA A., 1996 ; GIVONE P. et MANEA A., 1995).

Bibliographie

CST/BVRE, 1990 — *Bilan d'activité pour la période 1985-1989; contribution à une évaluation des BVRE* - Conseil scientifique et technique des bassins versants représentatifs et expérimentaux, MRT, Cemagref Lyon, 11 p.

LANG M., 1995 — *Les chroniques en hydrologie* - Thèse de doctorat. Univ. Joseph Fourier Grenoble, Cemagref Lyon, mai, 296 p.

DELOBEL C., ADIBA M., 1982 — *Bases de données et systèmes relationnels* - Editions Bordas, Paris, 449 p.

FLORY A. 1992 — *Cours sur les SGBD orientés-objet* - DEA université Lyon I.

ANSI, 1975 — *Interim Report* - American National Standard for Information Systems, ANSI/X3/SPARC study group on data base management systems, ACM SIGMOD Newsletter, vol. 7, n° 2.

CODD E.F., 1970 — A relational model of the data for large shared data banks - *Comm. ACM*, vol. 13, n° 6, June: 377-387.

ISO, 1987 — *Database Language SQL* - ISO IS 9075.

ATWOOD T., DUHL J., FERRAN G., LOOMIS M., WADE D., 1993 — *Object Database Standard : ODMG-93* - Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California, 169 p.

LANG M., MANEA A., 1994 — BRECHE project of hydrological data base for ERB : modelling of data series - *FRIEND : Flow Regimes from International Experimental and Network Data, Proc. of the Braunschweig Conf., oct. 1993, IAHS Publ.*, n° 221, 21-31.

MANEA A., 1997 — Adequate DataBase Management - *Third FRIEND report 1994-1997. Flow Regimes from International Experimental and Network Data*. UNESCO, Cemagref Editions, 38-42.

MANEA A., 1996 — *Une extension des modèles sémantiques par un ordre sur les attributs. Application à la migration de schémas relationnels vers des schémas orientés*. Thèse de doctorat. Univ. Claude Bernard, Lyon I, Cemagref Lyon, décembre, 143 p.

GIVONE P., MANEA A., 1995 — *La modélisation des systèmes d'information. Application à la conception des bases de données. Traduction automatique : du modèle relationnel au modèle orienté-objet*. Séminaire inter-chercheurs « Les modèles au Cemagref ». Gif-sur-Yvette, 12-13 oct., 375-385.



Les données scientifiques

Bases de progrès des connaissances
Séminaire tenu à l'IRD Ile-de France, Bondy les 4 et 5 mai 1999

Éditeurs scientifiques Jean-Michel Kornprobst, Marcel Raffy

Sommaire

Introduction

Marcel Raffy, professeur, université de Strasbourg

Jean-Michel Kornprobst, professeur, université de Nantes

Jean-Pierre Muller, directeur général de l'IRD

1^{re} partie : acquisition et stockage des données

Coordinateur : Francis Laloë, IRD, Montpellier

Les données : expérience, observation et traitement
Francis Laloë

Les enjeux de l'information dans le domaine des pêches
Pierre Chavance

Contrôle de qualité des données. Application à un observatoire socio-économique spatialisé
Michel Passouant

Recherche d'informations dans un réseau de sources de données scientifiques hétérogènes et autonomes
Éric Simon

La manipulation de pétaoctets de données en physique des hautes énergies
Joseph Le Foll

Coordinateur, François Le Verge, Ifremer, Brest

Le contrôle qualité dans les centres de données
François Le Verge, Alain Laponche

Les aspects techniques de la pérennité des données scientifiques

Claude Huc, Danièle Boucon

Video and graphic broadcasting information system for research vessels

Présentation de l'application SDIV (Système de diffusion d'information et de vidéo) du navire océanographique Thalassa

Fabrice Lecornu, Armel Rué, Didier Lavoine

Utilisation des techniques avancées : base de données relationnelles, catalogues en ligne www, logiciels expert de contrôle qualité pour l'archivage, la gestion et la diffusion des données océanographiques

Catherine Maillard

Numérisation, transmission, acquisition et traitement de données géophysiques au département Analyse, Surveillance, Environnement du CEA

Pascal Dallot

2^e partie : gestion et valorisation des données

Coordinateur : Jean-Michel Kornprobst

Diffusion des données géographiques : valorisation et aspects juridiques

Pierre Peltre

Le partage et la diffusion des données et résultats scientifiques

Dominique Vuillaume



Les données scientifiques : de l'inconduite scientifique à la démarche qualité

Françoise Souyri



Bases de données pour les géosciences : un effort de connaissance et de prospective

Philippe Waldteufel



Conclusion des débats et synthèse

Marcel Raffy



La gestion informatique des chroniques en hydrologie

Michel Lang



Gestion et valorisation de données sur l'environnement global, avec l'exemple de Médias-France

Michel Hoepffner, Éliane Cubero-Castan, J.-L. Boichard



3^e partie : aspects juridiques et stratégiques

Coordinateur : Patrick Séchet, IRD, Paris

Les chercheurs peuvent-ils continuer à ignorer le droit ?

Patrick Séchet



Aspects juridiques de la diffusion des données scientifiques

Sébastien Lafargue



Diffusion des données de l'INPI

Bernard Marx



La CNIL et les fichiers de recherche médicale : Les nouvelles procédures de formalités dans le secteur de la recherche médicale

Jeanne Bossi



Adresse des auteurs

Jean-Luc **Boichard**, informaticien, Météo-France/Médias, BP 2102, 18, avenue E. Belin, 31401 Toulouse cedex 4.

Jeanne **Bossi**, secteur santé, CNIL, 21, rue St-Guillaume, 75007 Paris.
e-mail : jbossi@cnil.fr

Danièle **Boucon**, ingénieur CNES, 18, av. Edouard Belin, 34401 Toulouse cedex 4.

Eliane **Cubero-Castan**, informaticienne, Médias-France, BP 2102, 18, avenue Edouard Belin, 31401 Toulouse cedex 4.

Pierre **Chavance** IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.
e-mail : Pierre.Chavance@ird.sn

Pascal **Dallot**, assistant informatique, CEA/DAM, Analyse, surveillance, environnement, B.P. 12, 91680 Bruyères-le-Châtel.
e-mail : dallot@dase.bruyeres.cea.fr

Michel **Hoepffner**, hydrologue, IRD-Médias, BP 2102, 18, av. E. Belin, 31401 Toulouse cedex 4.
e-mail : Michel.Hoepffner@medias.cnes.fr

Claude **Huc**, ingénieur, département Valorisation et gestion des données spatiales, CNES, 18, av. Edouard Belin, 31401 Toulouse cedex 4.
e-mail : claude.huc@cnes.fr

Jean-Michel **Kornprobst**, professeur université de Nantes, vice-Président de la CS7, ISOMer, Laboratoire de chimie marine, BP 92208, 2, rue de la Houssinière, 44322 Nantes celex 3.
e-mail : jean-michel.kornprobst@wanadoo.fr

Sébastien **Lafargue**, juriste, Ifremer, Technopolis 40, 155, rue J.J. Rousseau, 92138 Issy-les-Moulineaux.
e-mail : Sebastien.lafargue@ifremer.fr

Francis **Laloë**, IRD, Halieutique et Écosystèmes Aquatiques, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1.
e-mail : laloe@mpl.ird.fr

Michel **Lang**, hydrologue, Cemagref, Division hydraulique, 3 bis, quai Chauveau, CP 220, 69009 Lyon cedex.
e-mail : michel.lang@cemagref.fr

Alain **Laponche**, ingénieur Sismar, Ifremer, centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.

Didier **Lavoine**, ingénieur réseau, 2 bis, rue R. Le Ricollais, 44000 Nantes.

Fabrice **Lecornu**, ingénieur informaticien, Ifremer, centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.
e-mail : Fabrice.Lecornu@ifremer.fr

Joseph **Le Foll**, informaticien, CEA/DSM/DAPNIA, CE Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette cedex.
e-mail : lefoll@hep.saclay.cea.fr

François **Le Verge**, chef du service de la documentation, Ifremer, centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.
e-mail : fleverge@ifremer.fr

Catherine **Maillard**, ingénieur de recherche Ifremer, centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.
e-mail : Catherine.Maillard@ifremer.fr

Bernard **Marx**, INPI, service DDI, 26 bis, rue de Saint-Pétersbourg, 75008 Paris.

Jean-Pierre **Muller**, pédologue, directeur général de l'IRD, 209-213, rue La Fayette 75480 Paris cedex 10.

Michel **Passouant**, statisticien Cirad, Campus International de Baillarguet, Bât. F, 34398 Montpellier cedex 4.
e-mail : michel.passouant@cirad.fr

Pierre **Peltre**, géographe, IRD, 32, avenue Henri-Varagnat, 93143 Bondy cedex.
e-mail : peltre@clarke.bondy.ird.fr

Marcel **Raffy**, professeur, université de Strasbourg, président de la CS7, ULP-CNRS, Parc d'innovation, 5, bd S. Brandt, 67400 Illkirch-Graffenstaden.

Armel **Rué**, ingénieur réseau, Ifremer, centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.

Patrick **Séchet**, informaticien, IRD, 209-213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10.
e-mail : sechet@paris.ird.fr

Éric **Simon**, directeur de recherche en informatique, Inria, BP 105, 78153 Le Chesnay.
e-mail : eric.simon@inria.fr

Françoise **Souyri**, directeur de recherche, MENRT-CSDR, 5, rue Descartes, Paris cedex 05.
e-mail : francoise.souyri@dr.education.gouv.fr

Dominique **Vuillaume**, économiste de la santé, Service du partenariat pour le Développement, Inserm, 101, rue de Tolbiac 75654 Paris cedex 13.
e-mail : vuillaume@tolbiac.inserm.fr

Philippe **Waldteufel**, climatologue, CNRS-IPSL, 10-12, avenue de l'Europe, 78140 Vélizy.
e-mail : Philippe.Waldteufel@ipsl.uvsq.fr