

0871

1988
DSB
34

PROJET DE RECHERCHE PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DSB
DANS L'OPTION CONCEPTION ET GESTION

par

VIEVILLE-JURBERT Jocelyne

CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE DES EAUX
SOUTERRAINES AUX POLLUANTS ET CONCEPTION
ASSISTEE PAR ORDINATEUR



31 Mai 1988

1988
DSB
34



841255A

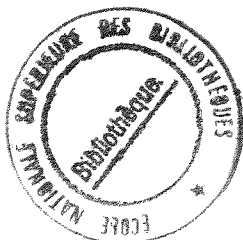
Directeur de mémoire : Mme SUAIS M.F., BRGM LYON
Responsable de coordination à l'E.N.S.B. : Pr. BOUCHE R.

PROJET DE RECHERCHE PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DSB
DANS L'OPTION CONCEPTION ET GESTION

par

VIEVILLE-JURBERT Jocelyne

CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE DES EAUX
SOUTERRAINES AUX POLLUANTS ET CONCEPTION
ASSISTEE PAR ORDINATEUR



31 Mai 1988

1988
DSB
34

Directeur de mémoire : Mme SUAIS M.F., BRGM LYON
Responsable de coordination à l'E.N.S.B. : Pr. BOUCHE R.

SOMMAIRE

	<u>pages</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
- Contexte de l'étude.....	1
- Ce que sont les cartes de vulnérabilité des eaux souterraines aux polluants et leurs utilisations.....	1
 <u>LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	 3
- Ses objectifs.....	3
- La stratégie de la recherche bibliographique.....	3
 <u>LES RESULTATS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	 6
- Sélection des références.....	6
- Présentation des références.....	7
1. <u>Le comportement physico-chimique des polluants</u>	9
1.1 - Le chrome et les métaux lourds.....	9
1.2 - Les PCB ou polychlorures de biphenyl, et les micropolluants organiques dérivés des pesticides.....	11
1.3 - Les détergents et agents de surface.....	12
1.4 - Les hydrocarbures.....	12
2. <u>Les conditions liées au milieu et les interactions entre polluants</u>	14
3. <u>Quelques scénarios de pollution classiques</u>	15
3.1 - Les eaux de ruissellement des chaussées.....	15
3.2 - La pollution par le plomb résiduel de l'essence.....	15
3.3 - Les problèmes liés au lagunage des eaux usées.....	16
3.4 - Les problèmes d'épuration des hydrocarbures par les détergents.....	16
4. <u>Le traitement mathématique des données et la modélisation</u>	16
5. <u>La cartographie de vulnérabilité</u>	19
6. <u>La cartographie assistée par ordinateur et les systèmes experts</u>	20
 <u>CONCLUSION</u>	 25

INTRODUCTION

CONTEXTE DE L'ETUDE

L'attention portée à la pollution des eaux souterraines est un phénomène assez récent qui s'est amorcé, il y a environ 15 ans. Les eaux souterraines constituent actuellement l'essentiel des réserves en eau potable de la planète et représentent un enjeu économique et stratégique primordial. Leur qualité est menacée par la production de substances toxiques en croissance continue, dans les secteurs industrialisés et à vocation agro-industrielle ainsi que dans les zones de concentration urbaine.

Aux effets de cette pollution régulière s'ajoutent les risques de pollution accidentelle aux effets assez spectaculaires pour trouver écho dans la presse. Une grande partie de ces substances toxiques déversées à la surface du sol, dans les rivières ou dans l'atmosphère, finissent par rejoindre les nappes d'eaux souterraines par divers circuits de migration.

CE QUE SONT LES CARTES DE VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES AUX POLLUANTS ET LEURS UTILISATIONS

Les premières cartes de vulnérabilité ont été conçues et élaborées comme des outils destinés à sensibiliser l'opinion publique et les décideurs politiques à la gravité des problèmes posés par la pollution de certains réservoirs aquifères.

Ces cartes régionales opposaient les zones considérées comme les plus vulnérables à d'autres, moins vulnérables, par une gamme de couleurs limitée représentant chacune une classe de vulnérabilité à des pollutions éventuelles de nature variée. Ces cartes synthétiques et générales ne permettaient que des comparaisons entre secteurs d'une même carte pour une planification à l'échelle régionale, nationale ou internationale.

Les cartes de vulnérabilité élaborées par la suite sont des cartes thématiques plus spécifiques, appliquées à un polluant type ou une famille de polluants, et à un scénario de pollution défini. Elles comportent des indications chiffrées

sur la vitesse de migration du polluant ou sur sa concentration dans les eaux souterraines. Cette seconde génération de cartes est destinée à des spécialistes, afin d'en tirer des estimations quantitatives des risques de pollution sur des sites précis.

Les éléments pris en compte pour établir ces cartes, sont de plus en plus nombreux et les calculs auxquels ils donnent lieu, de plus en plus complexes. Les outils informatiques ont donc été introduits pour traiter la multitude des valeurs qui permettent d'établir, point par point, une carte détaillée. La conception assistée par ordinateur commence à être appliquée à la cartographie thématique. Les premiers essais pour la réalisation de cartes de vulnérabilité des eaux aux polluants sont envisagés.

Entre les deux conceptions extrêmes de la cartographie de vulnérabilité envisagées ci-dessus : la conception générale ne tenant compte ni de la nature des polluants, ni du scénario de pollution, et la conception thématique d'application spécifique s'intéressant à un type de polluant donné, opérant suivant des modalités prédéfinies, il reste à introduire des cartes de vulnérabilité relatives à un type de polluant, mais permettant de mettre en valeur des zones à haut risque résultant de plusieurs scénarios de pollution possibles. Les données de ces cartes de vulnérabilité relatives à un type de polluant doivent être combinables entre elles pour en déduire les risques dus à la rencontre en certains points de plusieurs types de polluants et à leur interaction les uns sur les autres et sur le milieu. Cet objectif nécessite une normalisation des données de vulnérabilité.

C'est dans l'espoir de réunir le maximum d'éléments nécessaires à l'élaboration de telles cartes de vulnérabilité que la présente recherche bibliographique a été entreprise.

LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

SES OBJECTIFS

Elle doit permettre de recenser les différentes équipes de recherche et les laboratoires qui ont travaillé à la réalisation des cartes de vulnérabilité. Leurs travaux sont ensuite sériés en fonction des méthodes employées et en fonction des cas de pollution traités.

Les cas de pollution sont classés suivant la nature des polluants en cause, ce qui conditionne leur comportement physique et chimique, et suivant la façon dont ces polluants ont été répandus ou déversés, ce qui correspond au scénario de pollution, et enfin suivant le type de fonctionnement de l'aquifère atteint, ce qui détermine les relations entre les polluants et le milieu.

L'éventail des cas traités donne une idée de la diversité des problèmes posés par la pollution des eaux souterraines, auxquels doivent répondre les cartes de vulnérabilité.

La recherche bibliographique doit permettre de suivre l'évolution des méthodes utilisées en cartographie de vulnérabilité et de dégager les différents concepts qui président à l'élaboration de ces cartes.

Enfin, elle doit pratiquer une sélection parmi les travaux de cartographie thématique assistée par ordinateur, menés dans des domaines de l'environnement voisins de celui des eaux souterraines. En effet, d'autres branches de l'environnement sont plus avancées dans la cartographie assistée par ordinateur, en particulier celles confrontées à la représentation de données de surface ou de subsurface, telles que les cartes de sols. Les données traitées dans ce cas, sont moins complexes que celles de la cartographie de vulnérabilité de nappes qui combinent des données de profondeur aux données de surface. Ces cartes thématiques diverses peuvent servir d'exemples de base pour la cartographie de vulnérabilité de nappes.

LA STRATEGIE DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Le point de départ de la recherche est l'état actuel des connaissances en cartographie de vulnérabilité des nappes, tel qu'il a pu émerger du dernier

congrès international Vulnérabilité des sols et des eaux souterraines aux polluants (1987 ; Noordwijk aan Zee, Pays-Bas). Les cartes de vulnérabilité représentaient l'un des six thèmes de ce colloque.

Parmi les communications regroupées sous le thème : "Cartes de vulnérabilité" figurent pêle-mêle :

- des exposés généraux de réflexion sur le concept de cartes de vulnérabilité et sur leur utilisation,
- des exposés techniques sur les processus et les facteurs physico-chimiques à prendre en compte pour estimer la vulnérabilité des nappes,
- des tentatives d'estimation des risques liés à des pollutions bien définies, quant à la nature des polluants en cause et au scénario de pollution, mais une seule de ces tentatives aboutit à une carte de vulnérabilité,
- des méthodes mathématiques de traitement des données de vulnérabilité à des polluants spécifiques,
- des cartes de vulnérabilité générale à la pollution,
- des signalements de cas de pollution plus ou moins graves, mais n'ayant pas fait l'objet de cartes.

Nombre de ces communiqués aurait pu figurer parmi les autres thèmes du colloque, tels que "Comportement des polluants organiques", "Comportement des polluants inorganiques" ou "Traitement des données en vue de modéliser la qualité des eaux souterraines". Leur maintien sous le thème "Cartes de vulnérabilité" montre qu'ils constituent une préoccupation majeure dans la cartographie de vulnérabilité et qu'ils correspondent à des étapes indispensables dans l'élaboration de ces cartes.

Un seul cas concret de traitement de pollution par système expert a été présenté au colloque ; il a le mérite de combiner les risques liés à plusieurs types de polluants, mais reste limité à un seul scénario de pollution en un site donné. Il ne peut être exploité pour la réalisation de carte à l'échelle régionale.

Cet état de fait, marqué par le caractère "recherche de pointe" de ce sujet a orienté la stratégie de recherche vers l'interrogation de bases de données. En effet, les études, assez anciennes pour être répertoriées sur papier, ont toutes les chances d'être périmées. Un essai de recherche par l'analyse des sommaires d'une revue spécialisée : Journal of Hydrology, d'audience internationale large et de réputation honorable dans le domaine, sur dix ans, s'est révélé négatif.

Etant donné que le sujet présente à la fois, un aspect très spécialisé : vulnérabilité des eaux souterraines aux polluants, et un aspect composite faisant appel à divers domaines : hydrogéologique, chimique et informatique, le choix des banques de données s'est porté sur une base scientifique multidisciplinaire française : Pascal avec sa section thèses alimentant la base Téléthèse, sur deux bases spécialisées, l'une française et la plus spécialisée dans le domaine : Agence Française pour l'Etude des Eaux (= AFEE), l'autre américaine : Georef, la

plus large base de données géologiques à l'échelle internationale. Dans le domaine informatique, un essai a été tenté dans la base INSPEC, orientée sur les applications de l'informatique, mais l'essentiel de la recherche a été effectué dans la base NASA, plus orientée sur la recherche fondamentale scientifique et technique qu'INSPEC.

Pour un problème particulier de recherche d'une traduction d'un document allemand, la base Pascal traduction a été interrogée ; le résultat négatif a conduit à interroger la base World Translation Index (= WTI) qui a permis de localiser une traduction en anglais de cet article.

Afin de situer sur le plan de la recherche internationale les auteurs de la communication sur le système expert au colloque de Noordwijk aan Zee, une interrogation de la base Scisearch correspondant au Science Citation Index, a été réalisée. Le résultat négatif montre que ces auteurs ne sont pas ou peu connus dans le monde de la recherche. Par contre, par le jeu de leurs propres citations, ils ont permis de repérer des travaux américains auxquels ils se réfèrent, et qui n'apparaissaient pas dans les références tirées des précédentes interrogations. Une recherche rapide dans le Science Citation Index a permis de vérifier que ces travaux américains étaient abondamment cités.

Enfin les travaux de l'Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer (= O.R.S.T.O.M.) ont été consultés ; ils sont actuellement accessibles sur une banque de données interne : Horizon. Ceci a permis de repérer un colloque organisé par l'O.R.S.T.O.M. sur l'infographie ou cartographie assistée par ordinateur. Ces travaux n'avaient pas été repérés par l'interrogation de Pascal.

LES RESULTATS DE LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

SELECTION DES REFERENCES

Une sélection rigoureuse a été opérée parmi les références obtenues par l'interrogation des bases de données. La proportion de références retenues est de un tiers environ. Ceci est dû au fait que le temps d'interrogation passé à affiner les questions reviendrait plus cher que le nombre de références non pertinentes résultant d'une interrogation rapide et large. Ce rapport, fonction du coût de la minute d'interrogation et du coût unitaire des références, est en évolution et pourrait bientôt justifier une interrogation plus longue et plus sélective pour certaines banques de données.

Pour Pascal-thèses, 7 références ont été retenues sur 19 répondant à l'interrogation "- pollution et

- eau(x) souterraine(s) ou nappe(s) ou infiltration dans le sol ou milieu(x) ou zone(s) non saturé(es)" depuis 1973.

Les références éliminées portent sur des polluants qui ne concernent pas cette étude, mais sont représentatifs des problèmes de pollution des nappes en France causés d'abord par les nitrates dans les régions agricoles, ensuite par les saumures dans l'est de la France.

L'interrogation de Pascal a été effectuée par groupe de polluants :

- 6 références sur 14 ont été retenues pour les détergents
- 2 références sur 5 ont été retenues pour les P.C.B. ou polychlorobiphényles dérivés des pesticides.
- 5 références seulement sur 29 ont été retenues pour le chrome souvent associé aux métaux lourds.

Les références éliminées sont de simples signalements de cas de pollution sans étude des processus de migration des polluants, ou portent exclusivement sur l'analyse chimique du polluant. Cette interrogation non limitée dans le temps a fait sortir des références de 1972. (Comme l'inventaire des thèses, elle donne une représentation fidèle de l'évolution des préoccupations en matière de pollution des eaux souterraines. Ainsi, la pollution organique à laquelle appartiennent PCB et détergents prend largement le pas dans les préoccupations de protection des

nappes sur la pollution inorganique, auparavant axée sur les saumures, puis les engrais avant de passer aux métaux lourds et aux micropolluants métalliques.

Pour Georef et l'AFEE, l'interrogation effectuée pour quatre classes de polluants, a été limitée dans le temps à partir de 1985 afin d'obtenir les références les plus récentes. Les deux interrogations précédentes se sont révélées suffisantes pour caractériser l'évolution des travaux sur la pollution des nappes :

- 13 des 39 références obtenues par l'AFEE pour chrome, PCB, détergents et hydrocarbures ou pétrole, ont été retenues.
- Georef interrogé par : "pollution or contamination
. and groundwater or porous medium or leaching
. and (chromium or PCB or polychlorobiphenyl(s) or detergent(s) or gazoline)"
a permis de retenir 22 références sur 62.

En fait, 25 références étaient pertinentes, mais 3 d'entre elles avaient déjà été obtenues dans Pascal. Pour ces deux bases, les causes d'élimination sont les mêmes que dans Pascal : signalements de cas sans analyse des mécanismes physico-chimiques, ou méthodologie d'analyse chimique.

L'investigation dans INSPEC, très focalisée, a rapporté deux références pertinentes seulement, environnées de références relatives au domaine marin, qui est hors sujet. L'interrogation a été effectuée avec des descripteurs d'INSPEC : water pollution and (cartography or mapping).

L'interrogation dans la base NASA a été effectuée avec :

- "(thematic map(s) ou cartography ou map drawing)
- . et (CAD ou computer aided ou expert system ou artificial intelligence)
- . et (groundwater ou soil)
- . depuis 1985.

Sur les 45 références obtenues, 24 ont été retenues. Les autres concernent la télédétection sous l'aspect technique de traitement de l'image sans aborder l'aspect conception cartographique.

PRESENTATION DES REFERENCES

Elles ont été classées en fonction des étapes de l'élaboration des cartes de vulnérabilité :

1. Le comportement physico-chimique des polluants par groupe de polluants.

2. Les conditions liées au milieu et les interactions entre polluants.
3. Quelques scénarios de pollution classiques.
4. Le traitement mathématique des données et la modélisation des phénomènes de pollution.
5. La cartographie de vulnérabilité, conception et réalisations.
6. La cartographie assistée par ordinateur.

Les références sont présentées sous la forme la plus classiquement utilisée dans les bibliographies scientifiques. Elles commencent par les noms des auteurs accompagnés de leurs initiales de prénoms. La date de publication suit, bien qu'elle soit généralement répétée dans les indications sur la source.

Le titre de l'article vient ensuite accompagné de sa traduction éventuelle.

Les indications sur la source comprennent :

- pour une publication en série : titre de la publication ; année ; volume ; numéro ; pages. - ISSN s'il a été donné.
- pour un congrès : titre ; ville, pays ; dates.
- pour une monographie : les indications sur l'édition et l'ISBN s'il est donné.
- pour une thèse : diplôme ; lieu ; date de soutenance.

1. LE COMPORTEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DES POLLUANTS

1.1 - Le chrome et les métaux lourds :

Influence du pH sur le comportement du chrome.

- GRIFFIN, R.A. ; AU, A.K. ; FROST, A.R. - 1977

Effect of pH on adsorption of chromium from landfill-leachate by clay minerals. J. Environment. Sci. Health, A ; 1977 ; vol. 12 ; no. 8 ; p. 431-439. - U.S.A.

- TAUCHNITZ, J. ; GOLDBERG, E. ; KIESEL, G. ; HENNIG, H. ; MAHRLA, W. - 1983

Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte ; Einfluss der Redox-Potentiale und der pH-Werte der Deponiesickerwaesser auf die Migration der Schadstoffe in Deponiestandorten = Industrial waste disposal ; influence of redox potential and pH of infiltration water on the migration of pollutants in disposal. Zeitschrift fuer Angewandte Geologie ; 1983 ; 29 ; 8 ; p. 376-381. - ISSN 0044- 2259.

- MASON, J.T. ; LIAU, C.P. - 1985

Effects of pH on removing low-level chromium contamination in groundwater. Journal of the Tennessee Academy of Science ; 1985 ; 60 ; 3 ; p. 77-79. - ISSN 0040-313X.

Processus d'adsorption et désorption du chrome.

- CALDER, L.M. - 1984

Field and laboratory determination of Cr(VI) mobility in an unconfined aquifer. Master's degree ; Waterloo, Ontario, Canada ; 1984. - 62 p.

- STOLLENWERK, K.G. ; GROVE, D.B. - 1985

Adsorption and desorption of hexavalent chromium in an alluvial aquifer near Telluride, Colorado. Journal of Environmental Quality ; 1985 ; vol. 14 ; no. 1 ; p. 150-155. - ISSN 0047-2425.

- AMACHER, M.C. ; KOTUBY-AMARCHER, J. ; SELIM, H.M. ; ISKANDAR, J.K. - 1986

Retention and release of metals by soil ; evaluation of several models. In : Workshop on Mechanisms of ion transport in soils ; Zurich, Switzerland ; May 20-23, 1985. - ISSN 0016-7061.

- ZACHARA, J.M. ; GIRVIN, D.C. ; SCHMIDT, R.L. - 1987


Chromate adsorption on amorphous iron oxyhydroxide in the presence of major groundwater ions. Environ. Sci. Technol. ; 1987 ; 21 ; no. 6 ; p. 589-594.

Comportement du chrome lors de lessivages.

- ALESII, B.A. ; FULLER, W.H. ; BOYLE, M.V. - 1980

Effect of leachate flow rate on metal migration through soil.
Journal of Environmental Quality ; 1980 ; 9 ; 1 ; p. 119-126. - ISSN 0047-2425.

- NOVAKOVIC, B. - 1984

Impact and recovery of chromium waste leaked beneath an industrial plant.
In : Fourth national symposium on aquifer restoration and groundwater monitoring ; Columbus, Ohio, U.S.A ; May 23-25, 1984 ; p. 394-400. 

- CONSTABLE, T.W. ; COTE, P.L. - 1986

Mise au point et utilisation d'une méthode de lessivage par lots multiples.
Rapport spécial 3/AT/1 ; Ottawa, Environ., Canada ; 166 p.

Migration du chrome à partir de boues résiduelles (voir aussi les interactions chrome-détergents).

- RITTER, W.F. ; EASTBURN, R.P. - 1978

Leaching of heavy metals from sewage sludge through coastal plain soils.
Communic. soil sci. plant. anal. ; 1978 ; vol. 9 ; no. 9 ; p. 785-798. - U.S.A.

- DREISS, S.J. - 1986


Chromium migration through sludge treated soils.
Groundwater ; 1986 ; vol. 24 ; no. 3 ; p. 312-321. - ISSN 0017-467X.

Métaux lourds.

- LORENZI, L. - 1975

Hydrogéochimie du mercure dans les eaux du bassin de Paris.
Thèse doct. 3e cycle : Hydrogéol. ; Paris ; 1975. - 149 p.

- MARTAUD, M. - 1983

Etude de la contamination des eaux souterraines par des composés solubles de l'élément mercure : approche sur modèle physique des mécanismes de transport en milieu poreux saturé à partir de l'écoulement d'une solution de mercure à travers un sable naturel de quartz.
Thèse doct.-ing. : Méc. ; Strasbourg ; 1983. - 465 p. 

- BEHRA, Ph. ; BOURG, A.C.M. - 1987

Vulnerability of groundwaters to metal micropollutants : are soils and subsoils geochemical barriers ?
In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987 ; p. 535-546.

- NIGHTINGALE, H.I. - 1987

Accumulation of As, Ni, Cu and Pb in retention and recharge basins soils from urban runoff.

Water Ressources Bull. ; 1987 ; 23 ; no. 4 ; p. 663-672.

1.2 - Les P.C.B. ou polychlorures de biphényl, et les micropolluants organiques dérivés des pesticides

- FARQUHAR, G.J. ; CONSTABLE, T.W. ; VAN NORMAN, A ; MOOIJ, H. - 1979

PCB interactions with soil.

J. Environment. Sci. Health, A ; 1979 ; vol. 14 ; no. 7 ; p. 547-557. - U.S.A.

- COATES, J.T. ; ELZERMAN, A.W. - 1984

Desorption kinetics for selected PCB congeners from river sediments.

Journal of Contaminant Hydrology ; 1986 ; 1 ; 1-2 ; p. 191-210 - ISSN 0169-7722.

- SCHATZ, F.W. ; CHERRY, J.A. ; ROBERTZ, J.R. - 1982

A case study of a chemical spill ; polychlorinated biphenyls (PCBs) ; 2, Hydrogeological conditions and contaminant migration.

Water Ressources Research ; 1982 ; vol. 18 ; no. 3 ; p. 535-545. - ISSN 0043-1397.

- ANDERSON, M.R. ; PANKOW, J.F. - 1986

A case study of a chemical spill ; chlorinated biphenyls (PCBs) ; 3, PCB sorption and retardation in soil underlying the site.

Water Ressources Research ; 1986 ; 22 ; 7 ; p. 1051-1057. - ISSN 0043-1397.

Note : Ces deux dernières références se rapportent à une étude très complète de longue durée sur le site de Saskatchewan (Etats-Unis).

- BORDEN, R.C. ; BEDIANT, P.B. - 1987

In situ measurement of adsorption and biotransformation at a hazardous waste site.

Water Ressources Bull. ; 1987 ; 23 ; 4 ; p. 629-636.

- VELIKOV, B.L. ; AL MOHAMMED, Y. - 1987

Laboratory investigations on the migration of pesticides in porous medium.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987 ; p. 849-859.

Note : Présentation d'un système KINEL de sélection d'un modèle d'élimination du polluant.

1.3 - Les détergents et agents de surface

- EMERSON. - 1974

Infiltration des détergents dans le sol, réactions chimiques avec le calcium et propriétés physiques. Résultats d'essais en laboratoire.

Environmental Pollution ; 1974 ; 7 ; p. 39-51.

- HRUBEC, J. ; VAN DELF, W. - 1981

Behavior of nitrilotriacetic acid during groundwater recharge.

Water Research ; 1981 ; vol. 15 ; no. 1 ; p. 121-128. - ISSN 0043-1354.

- THURMAN, E.H. ; BARBER, L.J. ; LEBLANC, D. - 1986

Movement and fate of detergents in groundwater : a field study.

Journal of Contaminant Hydrology ; 1986 ; vol. 1 ; no. 1-2 ; p. 143-161. - ISSN 0052-9109.

- ALHAJJAR, B.J. ; HARKIN, J.M. ; CHESTERS, G. - 1987

Chemical tracers of pollution plumes from septic systems receiving two types of detergents.

In : Proceedings of the NWWA FOCUS conference on northwestern ground water issues ; Portland, Oregon, U.S.A. ; May 5-7, 1987. - p. 527-555.

1.4 - Les hydrocarbures

- BASTIEN, F. - 1976

Pollution d'une nappe phréatique par des produits pétroliers. Etude sur modèles de laboratoire de la source de contamination de l'eau par des hydrocarbures.

Thèse doct.-ing. : Meca. ; Strasbourg ; 1976. - 95 p.

- FEENSTRA, S. - 1984

Groundwater contamination by dense non-aqueous phase liquid (DNAPL) chemicals.

In : Geological Association of Canada ; Mineralogical Association of Canada ; joint annual meeting ; London, Ontario, Canada ; May 14-16, 1984. - Program with Abstracts ; 61 p. - ISSN 0701-8738.

Note : Cette communication traite aussi des PCB.

- VILLAUME, J.F. - 1985

Investigation at sites contaminated with dense non-aqueous phase liquid (DNAPL).

Ground Water Monitoring Review ; 1985 ; 5 ; 2 ; p. 60-74. - ISSN 0277-1926.

Note : Cette étude traite aussi des PCB, et a été réalisée sur le site expérimental de Saskatchewan (Etats-Unis).

- MACKAY, D.M. ; ROBERTS, P.V. ; CHERRY, J.A. - 1985

Transport of organic contaminants in groundwater.
Environmental Sciences Technology ; 1985 ; 19 ; no. 5 ; p. 384-392.

- GREULICH, R.H. - 1985

Groundwater contamination from oil : behavior control and treatment.
Water Supply ; 1985 ; 3 ; no. 2 ; p. 233-242.

- RAMANANTSOA, B. ; MUNTZER, P. ; ZILLIOX, L. - 1986

Dissolution sélective d'un mélange d'hydrocarbures par l'eau en milieux poreux saturé. Application à la pollution des eaux souterraines par les produits pétroliers.
Sciences de l'Eau ; 1986 ; 5 ; no. 2 ; p. 149-168.

- HOAG, G.E. ; MARLEY, M.C. - 1986

Gasoline residual saturation in unsaturated uniform aquifer materials.
Journal of Environmental Engineering ; 1986 ; 112 ; 3 ; p. 586-604. -
ISSN 0733- 9372.

- BERGERON, B.P. - 1986

Gasoline contamination of the alluvial aquifer in east-central Rapid City, South Dakota.
Master's degree ; Rapid City, South Dakota, U.S.A. ; 1986.

Note : Présentation d'un modèle à deux dimensions, prédictif.

- BRUEL, C.J. ; HOAG, G.E. - 1986

The diffusion of gasoline range hydrocarbon vapors in porous media ; experimental methodologies.
In : Proceedings of the National Water Well Association/A.P.I. conference on petroleum hydrocarbons and organic chemicals in groundwater; prevention, detection and restoration ; Houston, Texas, U.S.A. ; Nov. 12-14, 1986. - p. 420-443.

- KIRK, M.W.O. - 1987

Sensitivity analysis of groundwater contamination caused by immobilized gasoline hydrocarbons.
Master's degree ; Reno, Nevada, U.S.A. ; 1987. - 101 p.

- BAEHR, A.L. ; CORAPCIOGLU, M.Y. - 1987

A compositional multiphase model for groundwater contamination by petroleum products ; 1, Theoretical considerations ; 2, Numerical considerations.
Water Resources Research ; 1987 ; 23 ; 1 ; p. 191-213. - ISSN 0043-1397.

Note : Important traité de base.

2 - CONDITIONS LIEES AU MILIEU ET INTERACTIONS ENTRE POLLUANTS

- **POULET, J.B. - 1979**

Etude des mécanismes de transfert de solutions salines en milieu poreux saturé avec prise en compte des phénomènes de sorption.

Thèse doct.-ing. ; Strasbourg ; 1979. - 169 p.

Note : Etude détaillée sur les échanges d'ions en milieu poreux.

- **ACHOUËL, M.L. - 1982**

Impact des décharges de déchets industriels sur la pollution du domaine souterrain.

Thèse 3e cycle : Sci. de l'Eau ; PARIS ; 1982. - 295 p.

Note : Etude centrée sur le lessivage des argiles.

- **TYAGI, A.K. - 1983**

Slug-type transport of organics in saturated zones of aquifers.

In : American Geophysical Union ; spring meeting ; Baltimore, Maryland, U.S.A. ; May 30-June 3, 1983.

Eos, Transactions, American Geophysical Union ; 1983 ; 64 ; 18. - ISSN 0096-3941.

Note : Etude centrée sur les métaux, chrome en particulier.

Les interactions entre les détergents et d'autres polluants.

- **GARNETT, K. ; KIRK, P.W.W. ; PERRY, R. - 1986**

Nitriolotriacetic acid in sludge-amended soil : mobility and effects on metal solubility.

Environmental Pollution ; 1986 ; 12 ; no. 2/B ; p. 145-162.

Note : Interaction avec le chrome.

- **MONZON, R. ; CORNU, A. ; CORGIER, J. ; MARLET, B. ; VIGIER, J. - 1979**

Influence des traces de détergents sur l'hydrosolubilité et sur le maintien en suspension du DDT et du lindane.

Commissariat à l'Energie Atomique, bulletin d'information scientifique et technique ; 1979 ; no. 230-231 ; p. 145-150.

- WILSON, B.H. ; SMITH, G.B. ; REES, J.F. - 1986

Biotransformations of selected alkylbenzenes and halogenated aliphatic hydrocarbons in methanogenic aquifer material : a microcosm study. Environmental Science Technology ; 1986 ; 20 ; no. 10 ; p. 997-1002.

Note : Interaction avec les P.C.B.

3 - QUELQUES SCENARIOS DE POLLUTION CLASSIQUES

3.1 - Les eaux de ruissellement des chaussées

- GOLWER, A. ; SCHNEIDER, W. - 1983

Untersuchungen neber die belashung des grundwassers mit organischen stoffen im bereich von strassen = Recherche sur la contamination des eaux souterraines par les composés organiques au voisinage des chaussées.

Forschung Strassenbau und strassenverkehrstechnik ; 1983 ; no. 391 ; p. 25-47. - ISSN 0344-0788.

Note : L'étude prend en compte les hydrocarbures, les détergents.

- YOUSEF, Y.A. ; HVITVED-JACOBSEN, T. ; WANIELIST, M.P. - 1987

Removal of contaminants in highway runoff flowing through swales. Science Total Environm. ; 1987 ; 59 ; p. 391-399.

Note : l'étude prend en compte les métaux lourds.

3.2 - La pollution par le plomb résiduel de l'essence

- FISCH, W. - 1987

Subsurface transport of gasoline-derived lead at a filling-station contamination site in Yakima, Washington.

In : Proceedings of the National Water Well Association FOCUS Conference on northwestern ground water issues ; Portland, Oregon, U.S.A. ; May 5-7, 1987. - P. 557-567.

3.3 - Les problèmes liés au lagunage des eaux usées

- COBLE. - 1981

Surveillance de la qualité des eaux souterraines à proximité d'un bassin d'infiltration d'eaux usées ménagères. Coupe détaillée du bassin et évolution dans le temps et l'espace des composants physico-chimiques et bactériologiques de l'effluent représentée en graphiques et tableaux.

J. Environm. Health ; 1981 ; 44 ; no. 1 ; p. 27-31.

3.4 - Les problèmes d'épuration des hydrocarbures par les détergents

- KUBUS, H. - 1984

Grundwasser verunreinigung durch chlorokohlenwasserstoffe. Gefaehrung des trinkwasser - sanierungsmassnahmen = Pollution de la nappe d'eau par les hydrocarbures chlorurés. Danger des mesures d'assainissement de l'eau potable. Umschau, Stuttgart ; 1984 ; vol. 84 ; no. 2 ; p. 42-43. - ISSN 0041-6347.

- KERTESS, M. - 1983

Aus der sicht eines betroffenen : entfernung leichtfluechtiger chlorokohlenwasserstoffe aus grundwasser = Elimination des hydrocarbures chlorurés de la nappe souterraine.

WLB, Wasser, Luft, Betr. ; 1983 ; vol. 27 ; no. 11 ; p. 20-22. - ISSN 0341-2679.

4 - LE TRAITEMENT MATHEMATIQUE DES DONNEES ET LA MODELISATION

Modèles appropriés à la pollution par le chrome.

- REEVES, M. ; DUGUID, J.O. - 1974

A soil and groundwater pollutant transport model.

U.S.A.E.C., Rep. conf. 1 : First annual NSF trace contaminants conference ; 1974 ; p. 266-272. - CODEN 32 ZPAN.

- WILSON, J.L. ; MILLER, P.J. - 1978

Two-dimensional plume in uniform groundwater flow.

Proc. Amer. Soc. Civ. Engrs, J. Hydraul. Div. ; 1978 ; vol. 104 ; no. 4 ; p. 503-514.

Modèles généraux de propagation de polluants.

- VIGOUROUX, Ph. - 1981

Conception d'un modèle de propagation de pollution en nappe aquifère : exemples d'application à la nappe du Rhin.

Thèse doct.-ing. : Sci. Eau ; Montpellier ; 1981.



Note : Modèle applicable au régime transitoire.

- DIEULIN, A. - 1980

Propagation de pollution dans un aquifère alluvial : l'effet de parcours.

Thèse doct.-ing. ; Paris ; 1980. - 215 p.

- KHANBILVARDI, R.M. ; FILLOS, J. - 1986

Groundwater hydrology, contamination and remediation.

Washington, U.S.A. : Sci. Publ. Co. ; 1986. - 522 p.

Note : Ouvrage présentant des exemples de pollution organique et par les métaux.

- OSTENDORF, D.W. - 1986

Modeling contamination of shallow unconfined aquifers through infiltration beds.

Water Resources Research ; 1986 ; 22 ; 3 ; p. 375-382. - ISSN 0043-1397.

Note : Modèle applicable aux détergents et à des sources de pollution de géométrie variable, entre autres linéaires tels que chaussées.

- HOCHMUTH, D.P. ; SUNADA, D.K. - 1985

Groundwater model of two-phase immiscible flow in coarse material.

Groundwater ; 1985 ; 23 ; no. 5 ; p. 617-626.

- ABRIOLA, L.M. ; PINDER, G.F. - 1985

A multiphase approach to the modeling of porous media contamination by organic compounds. 1. Equation development. 2. Numerical simulation.

Water Resources Research ; 1985 ; 21 ; no. 1 ; p. 11-26. - ISSN 0043-1397.

Note : Modèle adapté aux hydrocarbures prenant en compte trois phases simultanées du polluant.

Modèle adapté aux pesticides.

- VILLENEUVE, J.P. ; BANTON, O. ; LAFRANCE, P. ; CAMBELL, P.G.C. - 1987

A new model for the evaluation of groundwater vulnerability to non-point contamination by pesticides.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 1097-1105.

Modèles adaptés aux décharges de déchets.

- LEGRAND, H.E. - 1983

A standardized system for evaluating waste disposal sites.

National Water Well Association ; Northington, Ohio, U.S.A. - 49 p.

- KERKHOF, W.A.M. ; OLDENZIEL, H.J. ; BOT, A.P. - 1987

Computerized evaluation of waste-disposal sites : effect on the environment.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 1027-1035.

Modèle d'estimation de la vulnérabilité indépendant du polluant et du scénario de pollution.

- KERR, R.S. - 1985

Drastic : a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings.

Rapport Environmental Protection Agency, EPA/600/2-85/018 ; Ada, Oklahoma, U.S.A. ; 1985.

Modélisation à partir de méthodes géostatistiques.

- BOUMA, J. ; WOSTEN, J.H.M. - 1987

Obtaining data that predict properties of areas of land using soil surveys.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 959-971.

- RANG, M.C. ; OKX, J.P. ; BURROUGH, P.A. - 1987

The use of geostatistical methods within the framework of the dutch soil sanitation operation.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 447-457.

5 - LA CARTOGRAPHIE DE VULNERABILITE

Réflexions sur la conception et l'élaboration de cartes de vulnérabilité.

- BACHMAT, Y. ; COLLIN, M. - 1987

Mapping to assess groundwater vulnerability to pollution.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 297-307.

- ANDERSON, L.J. ; GOSK, E. - 1987

Applicability of vulnerability maps.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 321-331.

- MARGAT, J. ; SUAIS-PARASCONDOLA, M.F. - 1987

Mapping the vulnerability of groundwater to pollution. Some lessons from experience in France.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-Avril 3, 1987. - p. 433-436.

Réalisations de cartes de vulnérabilité.

- BREWSMA, A. ; VAN DUUVENBOODEN, W. - 1987

Mapping of groundwater vulnerability to pollutants in the Netherlands.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 309-320.

Note : Prise en compte de la capacité d'échange de cations (CEC) et du temps de transit des eaux d'infiltration ; ces paramètres sont obtenus par une fonction de transfert à partir des données du sol.

- HOLMBERG, M. ; JOHNSTON, J. ; MAXE, L. - 1987

Assessing aquifer sensitivity to acid deposition.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 373-380.

Note : Elaboration de 2 cartes, l'une de sensibilité à l'acidification, l'autre de risque d'acidification des aquifères basées sur le calcul de la capacité de neutralisation du sol et de celle de l'aquifère.

- SAUDERS, S. ; SOLGA, J. ; SCHMITT, R.R. ; SMOLIN, H.J. - 1984

A regional water quality station mapping and numbering system for the municipality of metropolitan settle.

In : Changing role of computers in public agencies ; annual conference of the urban and regional information systems association ; Seattle, Washington, U.S.A. ; Aug. 12-15, 1984. - p. 525-531.

- ABRAHAM, W. ; WILSON, D.J. - 1986

Migration of pollutants in groundwater. III Numerical dispersion reduction with cartesian coordinates.

Environ. monit. and assess. (Netherlands) ; 1986 ; vol. 6 ; no. 2 ; p. 145-164.

6 - LA CARTOGRAPHIE ASSISTEE PAR ORDINATEUR ET LES SYSTEMES EXPERTS

Les travaux sur la cartographie assistée par ordinateur sont récents. La plupart s'appuient sur les données de la télédétection. Les premières cartes mises en oeuvre sont des cartes géographiques simples, puis les traitements deviennent de plus en plus élaborés pour aboutir à des cartes thématiques plus complexes. Un groupe de recherche émerge de façon remarquable parmi les différentes équipes, celui de l'Institut fuer Angewandte Geodaesie, Frankfurt am Main, RFA. Le suivi de leurs travaux donne une idée précise de l'avancement de la recherche dans la conception des cartes thématiques assistée par ordinateur. Il est présenté ci-dessous.

- Institut fuer Angewandte Geodaesie, Frankfurt am Main, West Germany. - 1985

Nachrichten aus dem karten - und vermessungswesen. Reihe 1 ; Heft nr. 95. = Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports ; number 95. - 200 p. - ISSN 0469-4236.

Note : Etude de faisabilité avec description des bases de données, des interfaces utilisateur et des systèmes graphiques.

- BAUMANN, M. - 1985

Zur Datenhaltung von CAD-Anwendungen in der kartographie. Konzept eines informationssystems mit SICAD = On data integrity of CAD applications in cartography. Concept of an information system with Siemens Computer Aided Design (SICAD).

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports ; no. 95 ; p. 7-27. - ISSN 0469-4236.

Note : Le SICAD possède des modules destinés aux applications cadastrales.

- KREMERS, H. - 1985

Hardware fuer datenbanken in der kartographie : konzepte = Hardware for data-banks in cartography : concepts.

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports ; no. 95 ; p. 71-89. - ISSN 0469-4236.

- SCHEK, H.J. - 1985

Kurzberich neber entwurf und implemientierung eines datenbankkernsystems = Brief report on design and implementation of a data bank core system.

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports, no. 95 ; p. 135-141. - ISSN 0469-4236.

- VINKEN, R. - 1985

Digitale geowissenschaftliche kartenwerke - Ein neues schwerpunktprogramm der deutschen forschungsgemeinschaft = Digital geoscientific cartography. - A leading program of the German research community.

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports ; no. 95 ; p. 163-173. - ISSN 0469-4236.

- WIENS, H. - 1985

Ein aktuelles konzept zum einatz der interaktiven graphischen datenverarbeitung bei der flurkartenerneuerung = A recent concept for application of interactive graphical data processing in cadastral map revisions.

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 : Original reports ; no. 95 ; p. 191-200. - ISSN 0469-4236.

Note : La spécificité des applications en cartographie thématique se précise avec l'élaboration plus poussée du traitement de données cadastrales.

- Institut fuer Angewandte Geodaesie, Frankfurt am Main (West Germany). - 1985

Contribution to Geodesy, Photogrammetry, and Cartography ; series 2 ; no. 44. - 214 p.

EURO CARTO IV Seminar ; Frankfurt am Main, West Germany ; 15-18 Oct, 1985.

- GRUGELKE, G. - 1985

Transformation of the logic of a thematic map construction model to a user interface in automated cartography.

In : Contributions to Geodesy, Photogrammetry, and Cartography ; Series 2 ; no. 44 ; p. 39-55. - ISSN 0469-4244.

- HAYWOOD, P. - 1985

The differing requirements of producers and users of data and the design of topographic/cartographic databases.

In : Contributions to Geodesy, Photogrammetry, and Cartography ; Series 2 ; no. 44 ; p. 57-63. - ISSN 0469-4244.

- KERN, H.F. - 1985

Computer-aided production of thematic maps for traffic data.

In : Contributions to Geodesy, Photogrammetry, and Cartography ; Series 2 ; no. 44 ; p. 72-82. - ISSN 0469-4244.

Note : Cet article fait état de la réalisation de cartes d'Intensité de Circulation et de Taux d'Accidents. Cela suppose des traitements de données combinant des cartes géographiques avec des données de flux et de probabilités. Bien que ce domaine soit très différent de la vulnérabilité de nappe, il présente des analogies au niveau de la conception cartographique.

- RAZINGER, M. - 1985

Data gathering : Cost/time considerations (cartography).

In : Contributions to Geodesy, Photogrammetry, and Cartography ; Series 2 ; no. 44 ; p. 137-145. - ISSN 0469-4244.

Note : Cet article aborde la rentabilité des méthodes de digitalisation des cartes.

- Institut fuer Angewandte Geodaesie, Frankfurt am Main (West Germany). -

Nachrichten aus dem karten - Und vermessungswesen. Reihe 1 ; Heft 97 = Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 ; no. 97. - 111 p. - ISSN 0469-4236.

Note : Ce rapport contient une présentation de système de digitalisation d'images appliqué à la cartographie thématique, VICOM, et un système d'information cartographique automatique TOPKIS.

- FISCHER, D.

Thematische kartographie im umweltberichtswesen = Thematic cartography in the Federal Office for the Environment.

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 ; no. 97 ; p. 13-29. - ISSN 0469-4236.

Note : Cet article présente un système d'information sur l'environnement relié à un système graphique interactif, SICAD.

- JAEGER, E.

Die VICOM-anlage zur digitalen bildverarbeitung beim Institut fuer Kartographie (IFK) der Universitaet Hannover = The VICOM system for digital image processing at the Institute of Cartography of Technical University, Hanover (West Germany).

In : Reports on Cartography and Geodesy. Series 1 ; no. 97 ; p. 41-49. - ISSN 0469-4236.

A côté de la masse imposante des travaux de cet institut de géodésie de Francfort, le reste des publications se répartit essentiellement entre Canada, U.S.A., Japon, Inde, Grande-Bretagne et France.

- MACDONALD, C.L. ; CRAIN, I.K. - 1985

Applied computer graphics in a geographic information system : Problems and successes.

In : Canadian Information Processing Society Graphics Interface 1985 ; p. 291-296.

- YAMAHIRA, T. ; KASAHARA, Y. ; TSURUTANI, T. - 1985

How map designers can represent their ideas in thematic maps : Effective user interfaces for thematic map design.

In : Canadian Information Processing Society Graphics Interface 1985 ; p. 283-290.

- WEIN, M. - 1985

Graphics interface 1985 ; Proceeding of the Conference ; Montréal, Canada ; May 27-31, 1985.

- MCKEOWIN, D.M.J. - 1986

The role of artificial intelligence in the integration of remotely sensed data with geographic information systems.

In : IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing ; Paris ; Oct 23-24, 1986. - Vol. GE-25 ; p. 330-348. - ISSN 0196-2892.

- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and ACSM. - 1987

Annual Convention ; Baltimore, Maryland, U.S.A. ; March 29-April 3, 1987. - Technical papers. Volume 4 : Cartography.

Note : Les actes de ce congrès abordent les problèmes de représentation cartographique tridimensionnelle.

- JACKSON, M.J. ; MASON, D.C. - 1986

The development of integrated geo-information systems.

International Journal of Remote Sensing ; 1986 ; vol. 7 ; p. 723-740. - ISSN 0143-1161.

Note : Cet article fait le point sur l'avancement des recherches du Natural Environment Research Council's Thematic Information Service et des systèmes d'information intégrés en sciences de la Terre.

- Asian Association on Remote Sensing. - 1986

Asian conference on Remote Sensing ; 7th ; Seoul, Republic of Korea ; Oct 23-28, 1986 ; Proceedings. - 581 p.

Note : Les traitements de données concernant les ressources en eau, sont abordés.

- RAGHAVAN, V. ; TARIQUE, S.M. ; PEDROFERNANDES, A.T. - 1986

Computer-aided analysis of LANDSAT data for mapping geologic and geomorphic features, North Bombay, India.

In : ESA Proceedings of the 1986 International Geoscience and Remote Sensing Symposium = IGARSS '86 on Remote Sensing : Today's Solutions for Tomorrow's Information Needs ; vol. 1 ; p. 443-447.

En France, la cartographie assistée par ordinateur a fait l'objet d'un colloque à l'Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer. Les communications suivantes peuvent intéresser la cartographie de vulnérabilité des

eaux souterraines, par analogie entre les méthodes.

- DANDOY, G. - 1986

Quelques remarques sur les applications de la cartographie assistée par ordinateur hors de France.

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 89-95.

- BRABANT, P. - 1986

Le dessin assisté par ordinateur (DAO) appliqué à des travaux cartographiques sur le Nord-Cameroun : cartes des sols, des ressources en terre, des aptitudes des terres.

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 155-160.

- CAMBREZY, L. - 1986

Bases de données et cartographie automatique simple.

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 166-172.

- SOURIS, M. - 1986

Présentation d'un ensemble de logiciels de manipulations de données cadastrales.

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 233-254.

- WANIEZ, Ph. - 1986

Un progiciel à la hauteur des besoins des géographes... SAS version 5 : un tournant à ne pas rater !

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 115-129.

- DUBROEUCQ, D. - 1986

Présentation de la chaîne de dessin du laboratoire "graphisme" de l'U.E.R. 104 du centre ORSTOM de Bondy.

In : Traitement des données localisées : l'infographie à l'ORSTOM. - Colloque ORSTOM ; Paris ; 1986. - p. 161-165.

Les publications concernant la cartographie assistée par ordinateur ou les systèmes experts appliqués à la vulnérabilité des eaux souterraines sont rares.

- COLLIN, J.J. ; MARGAT, J. ; MOUSSIE, B. - 1987

La cartographie des eaux souterraines assistée par ordinateur : un mode d'expression et d'aide aux décisions au service des hydrogéologues et des planificateurs.

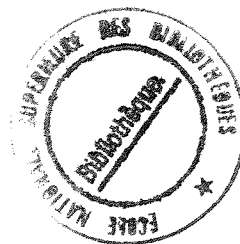
In : Congrès annuel de l'Association Internationale des Hydrogéologues = A.I.H. ; Rome, Italie ; 1987.

- MAK, W. ; BOT, A.P. - 1987

An expert system for groundwater vulnerability.

In : Vulnerability of soil and groundwater to pollution ; Noordwijk aan Zee, Netherlands ; March 30-April 3, 1987. - p. 1055.

CONCLUSION



La recherche bibliographique a fait apparaître des travaux majeurs dans certains domaines, tandis que dans d'autres domaines les études se dispersaient dans le temps et entre de nombreuses équipes de recherche. Cette dispersion des travaux est le cas pour le chrome et les métaux lourds. En ce qui concerne les PCB et les micropolluants organiques, les travaux menés sur le site expérimental de Saskatchewan (Etats-Unis) se distinguent par leur suivi et leur approfondissement des mécanismes de base. Les travaux sur les détergents sont généralement anciens et dispersés ; il n'est pas apparu de synthèse ou de modèle élaboré récent sur leur comportement. Parmi les travaux sur les hydrocarbures, on retrouve une étude fondamentale menée sur le site de Saskatchewan et plusieurs études de modélisation récentes. Les travaux sur les interactions entre polluants traitent essentiellement des détergents en présence de divers types de polluants. Les scénarios de pollutions retenus sont ceux dont l'occurrence est systématique et résulte de choix d'aménagement du territoire, donc prévisible.

Parmi les modèles et traitements mathématiques des données figurent aussi bien des modèles généraux que des modèles très spécifiques ; leur choix dépend exclusivement du problème concret à traiter, d'où la diversité des modèles retenus.

En ce qui concerne la cartographie de vulnérabilité, peu de travaux se distinguent de façon fondamentale ; une évolution dans la conception de la cartographie de vulnérabilité est en cours, mais très inégalement suivie par les différents groupes d'étude.

En cartographie assistée par ordinateur, l'Institut fuer Angewandte Geodasie de Francfort tient une place prédominante par la continuité de ses travaux de base en cartographie thématique.