

C.E.A. - C.E.N.G.

/SARR/GARTHI/RAP/76-04/JG/AB/

D I V I S I O N de C H I z i i E

(IAEA.SI-206/33)

DEPARTEMENT de CHIMIE APPLIQUEE

SERVICE d'APPLICATIOSS des
RADIOELEMENTS et des RAYONNEMENTS

Groupe des Applicakions de la
Radioactivité et des Traceurs
en Hydrologie et dans l'Industrie



n° 3887

COCLOQUE INTERNATIONAL SUR
L'ETUDE DE TECHNIQUES NUCLEAIRES POUR LA
DETECTION, LA MESURE ET LA SURVEILLANCE **DES**
POLLUANTS DE L'ENVIRONNEMENT

Vienne du 15 au 19.03.1976

EVALUATION PRATIQUE PAR TRACEURS DE
CARACTERISTIQUES DE TRANSFERT DE L'EAU,
VECTEUR DE POLLUANTS, DANS LA ZONE
SATUREE DES AQUIFERES

B. GAILLARD - J. GUIZERIX - R. MARGRITA - J. MOLINARI
CEA-Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble

J. MARGHT - D. ROUSSELOT - J.P. SAUTY
Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

EVALUATION PRATIQUE PAR TRACEURS DE CARACTERISTIQUES
DE TRANSFERT DE L'EAU, VECTEUR DE POLLUANTS, DANS
LA ZONE SATUREE DES AQUIFERES

B. GAILLARD - J. GUIZERIX - R. MARGRITA - J. MOLINARI
CEA-Centre d'Etudes Nucléaires de Grenoble

J. MARGAT - D. ROUSSELOT - J.P. SAUTY
Bureau de Recherches Géologiques et Minières

R E S U M E

On donne une justification théorique des différents éléments d'une tactique réaliste pour l'acquisition des concentrations maximales et des limites inférieures des temps caractérisant le transfert de substances polluantes dans les aquifères (temps minimal et moyen de transfert, temps d'atteinte à un régime permanent de contamination, temps minimal de contamination). Ces investigations sont basées sur le mouvement de l'eau, vecteur de la pollution.

La première partie est consacrée à un exposé critique des méthodes de traceurs pour le calage d'un modèle mathématique convectif. (détermination de la perméabilité et de la porosité cinématique).

Dans la seconde partie on justifie le choix d'un modèle diffusionnel filaire et l'on expose la méthode d'ajustement du modèle par traceur.

L'ensemble de cette tactique est illustré par un exemple d'étude de pollution d'une nappe située à l'Est de la ville de Lyon.

S O M M A I R E

1. INTRODUCTION

2. POSITION DU PROBLEME - OBJECTIF

3. MODELE CONVECTIF

3.1. Equations décrivant la convection

3.2. Données nécessaires à la résolution d'un problème de convection

3.3. Méthode classiques d'acquisition des paramètres

3.3.1. Méthodes directes

3.3.1.1. "In situ"

3.3.1.2. Au laboratoire

3.3.1.3. Méthodes corrélation

3.3.2. Méthodes indirectes

3.3.2.1. Géophysique

3.3.2.2. Traçages et calages de modèles mathématiques

3.4. Simulation de la convection

3.4.1. Construction du modèle hydraulique

3.4.2. Ajustement des perméabilités et des coefficients d'emménagement

3.4.3. Ajustement des paramètres cinématiques

3.4.4. Construction du modèle convectif proprement dit

3.4.5. Exemple

3.5. Rôle des traceurs dans l'ajustement du modèle

3.5.1. Perméabilité

3.5.1.1. Méthode de détermination par traceur

3.5.1.2. Intérêt de la méthode

3.5.2. porosité cinématique

3.5.2.1. Méthode de détermination par traceur

3.5.2.2. Exemples et conditions d'application de la méthode

3.5.2.3. Intérêt de la méthode

4. MODELE DISPERSIF

4.1. Position du problème

4.2. Justification d'un modèle filaire

4.2.1. Propriété d'identité des réponses impulsionnelles

4.2.2. Prise en compte de la dispersion transversale

4.3. Choix d'un modèle dispersif

4.3.1. Modèle piston - dispersion

4.3.2. Modèle piston - dispersion - échange

4.4. Rôle des traceurs dans l'ajustement du modèle

4.5. Exemple

CONCLUSION

1. INTRODUCTION

Les méthodes mettant en oeuvre des traceurs sont fort anciennes, mais n'ont connu un réel développement qu'après la seconde guerre mondiale lorsqu'apparurent sur le marché les traceurs radioactifs.

A un âge ingrat, durant lequel les "isotop-men" agissant dans une sorte de club fermé se congratulaient dans les congrès, a succédé une ère d'ouverture durant laquelle ils n'ont pas manqué de se mettre à l'heureuse mode des actions interdisciplinaires. Au fur et à mesure que la méthode des traceurs, c'est-à-dire **l'ensemble analyse-tactique** prend le pas sur une technique suffisamment assise, une décantation normale conduit à une juste évaluation de l'intérêt de cette méthode au regard du problème à traiter.

Ce mémoire, présenté par des hydrogéologues et des spécialistes des traceurs, en traitant d'un problème à l'ordre du jour - la pollution des aquifères - vise à une telle appréciation.

112. POSITION DU PROBLEME - OBJECTIF

Différents types d'actions concernant l'exploitation des eaux souterraines impliquent que l'on connaisse leur mode de contamination par des substances polluantes, solubles ou en suspension ; ce sont :

- le choix d'aires de captage des eaux souterraines,
- la détermination des périmètres de protection de ces aires de captage,
- l'implantation de forages de surveillance de la pollution,
- l'implantation d'ouvrages de protection des captages,
- les dispositions à prendre dans le cas de rejets accidentels de substances polluantes pouvant atteindre les captages (voies de communication, usines)
- le choix de zones industrielles ou de sites nucléaires.

Une analyse rigoureuse des modes de contamination impliquerait que l'on puisse décrire le transfert de toutes les substances polluantes potentielles entre tous les points possibles d'introduction dans le milieu souterrain et le ou les puits à protéger. Cette ambition doit être tempérée en fonction de l'ampleur du problème, donc du temps et des crédits dont on dispose, et des connaissances actuelles, en particulier sur l'interaction des polluants avec le milieu.

Il importe cependant que des décisions soient prises par les responsables ; Ces décisions, grevées par de lourdes contraintes doivent être réalistes, sages, prudentes, mais pas à l'excès.

4.5. Exemple

(Ref./5/)

Pour illustrer ce chapitre sur le modèle dispersif nous reviendrons à l'exemple de l'étude de la nappe du couloir fluvioglaciaire de Meyzieux.

Les essais de traçage sur la région ont permis de mettre en évidence un coefficient intrinsèque de dispersion (D/u) longitudinal de l'ordre de 1 m, pour un coefficient de dispersion cinématique de l'ordre de $5 \text{ m}^2/\text{j}$

Sur la figure 16 ont été isolées deux lignes de courant particulières graduées en temps de parcours moyen de l'eau.

La figure 17 montre d'une part l'évolution de la concentration en fonction du temps le long de ces deux lignes de courant suite à une injection continue de marqueur, d'autre part l'évolution de la concentration à 679 m du point d'émission sur la ligne A, et à 4286 m du point d'émission sur la ligne B en fonction de la durée de l'injection.

On note bien évidemment que le maximum de concentration varie considérablement avec la durée de l'injection.

CONCLUSION

Nous pensons que la tactique proposée permet de traiter avec réalisme la plupart des problèmes de pollution des aquifères. Le choix de ne qualifier que le mouvement de l'eau, vecteur de la pollution, l'acquisition de paramètres fondamentaux à l'aide de méthodes de traceur bien assises, la simplicité du modèle, lui confèrent un réalisme qui n'est pas toujours le caractère d'actions similaires dans lesquelles la mathématique semble avoir pris le pas sur la physique.

A notre sens, cette tactique seule ne suffit pas, il faut lui apporter le bon sens, l'intuition du spécialiste ainsi que le patrimoine expérimental dont il dispose qui, seuls lui permettent en situant les résultats obtenus parmi d'autres, d'en apprécier la crédibilité.