

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60



**Informatique hydrogéologique**

**Programme CAÏD**

Calcul des écoulements plans ou axisymétriques  
en milieux poreux avec interface eau douce - eau salée et surface libre  
par une méthode aux différences finies

par

J.-P. SAUTY



Département géologie de l'aménagement  
Hydrogéologie

B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 66.06.60

**73 SGN 150 AME**



Mars 1973

## Résumé

---

Le présent rapport décrit le programme CAID\* qui simule les écoulements permanents plans en coupe verticale ou tridimensionnels à symétrie radiale en milieux poreux avec la présence possible de surfaces libres ou d'interfaces eau douce - eau salée.

Les calculs sont réalisés par différences finies avec des mailles rectangulaires de dimensions variables. Ce programme est un complément utile du programme ELFES\*\* (éléments finis); parce que d'emploi beaucoup plus simple, il permet de donner rapidement une solution approchée au problème posé. Dans les cas où l'on désire davantage de précision, cette solution approchée constitue une bonne estimation de départ pour un calcul ultérieur par éléments finis.

On trouvera dans la première partie un aperçu des nombreuses applications possibles, puis, après un exposé succinct des méthodes employées, une description détaillée des entrées et sorties du programme CAID.

Ce programme a été élaboré dans le cadre des études générales méthodologiques entreprises par le département Géologie de l'aménagement dans le domaine de l'hydrogéologie.

---

\* CAID signifie Calcul d'Interface par Différences finies

\*\* ELFES Programme de simulation par la méthode des éléments finis, rapport 72 SGN 141 AME.

## TABLE DES MATIERES

RESUME

### TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION DU PROGRAMME CAÏD ; CHAMP D'APPLICATIONS
  - 1.1. Présentation
  - 1.2. Champ d'applications
  
2. METHODES EMPLOYEES
  - 2.1. Détermination de la surface libre
  - 2.2. Détermination de l'interface eau douce - eau salée
  - 2.3. Mise en équation et calcul des écoulements
    - 2.3.1. Mise en équation
    - 2.3.2. Résolution du système linéaire
  
3. PREPARATION DES DONNEES
  - 3.1. Données de terrain nécessaires
  - 3.2. Maillage
    - 3.2.1. Découpage en mailles
    - 3.2.2. Direction des axes
    - 3.2.3. Limitations du modèle
  - 3.3. Définition des perméabilités
    - 3.3.1. Perméabilités de passage
    - 3.3.2. Perméabilités définies par maille. Perméabilités définies par zone
    - 3.3.3. Voiles étanches
  - 3.4. Surface de suintement
  - 3.5. Position initiale de l'interface
  - 3.6. Description des bordereaux
    - 3.6.1. Bordereau de généralités
    - 3.6.2. Bordereau des débits, perméabilités horizontales, perméabilités verticales et hauteurs
    - 3.6.3. Bordereau de renseignements complémentaires
  
4. PRESENTATION DES RESULTATS
  - 4.1. Titre et découpage en mailles
  - 4.2. Tableaux des perméabilités et des débits
  - 4.3. Tableau des hauteurs piézométriques calculées
  - 4.4. Exemple : données et résultats

## 1. PRESENTATION DU PROGRAMME CAÏD - CHAMP D'APPLICATIONS

### 1.1. Présentation

Le programme CAÏD (Calcul d'Interfaces par Différences finies) sert à simuler les écoulements permanents bidimensionnels en milieu poreux avec la présence possible d'une surface libre ou/et d'interface(s) eau douce - eau salée.

La simulation se fait dans un plan vertical représentant soit un problème plan (X,Z), soit un problème axisymétrique (R,Z).

L'aquifère peut être hétérogène et anisotrope (les perméabilités horizontales et verticales sont définies séparément).

Le calcul est réalisé par différences finies avec des mailles rectangulaires de dimension variable.

Ce programme (dans le cas des écoulements plans) sert à traiter les mêmes problèmes que le programme ELFES, mais l'utilisation de la méthode aux différences finies en fait un auxiliaire particulièrement utile : les données sont beaucoup plus faciles à préparer, et les résultats quoique moins précis donnent une première approximation de la surface libre et de l'interface. D'autre part, le calcul d'interface eau douce - eau salée par cette méthode est plus stable que par la méthode des éléments finis, pour laquelle il est recommandé de partir d'une position estimée de l'interface, pas trop éloignée de la solution réelle : le programme CAÏD fournit donc rapidement une solution approchée qui peut être ensuite affinée par le programme ELFES.

La faculté de traiter les problèmes axisymétriques permet de réunir dans le programme CAÏD les possibilités des anciennes versions CAÏD et MORAL.