

SOMMAIRE

R E S U M E

INTRODUCTION

1. L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Cet article expose un exemple d'application des techniques statistiques d'analyse multivariable au traitement de données hydrochimiques concernant les nappes superposées de la Craie et du Calcaire Carbonifère dans le nord de la France.

Le principe de l'analyse factorielle des correspondances est exposé dans la première partie de l'article, ainsi que ses avantages et limitations.

La seconde partie du texte fait état des résultats acquis avec l'aide de cette technique et des conclusions qu'elle permet de dégager : caractérisation des faciès hydrochimiques des deux nappes au moyen de l'ensemble des éléments majeurs ou de l'ensemble des éléments en traces ; mise en évidence d'échantillons résultant d'un mélange accidentel (détérioration des tubages) ou voulu (forage crépiné dans les deux nappes) de ces faciès hydrochimiques.

Ce moyen puissant d'analyse multivariable se révèle donc adapté à l'interprétation des données quantitatives nombreuses recueillies en géologie et particulièrement dans le domaine de la qualité des eaux souterraines.

CONCLUSION

INTRODUCTION

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

1.1. But de la méthode

1.2. Principe de la méthode

1.2.1. Notations

1.2.2. Modèle mathématique

1.2.3. Représentation pratique

1.2.4. Illustration du procédé dans un cas élémentaire

1.3. Interprétation

1.4. Conclusion

2. ETUDE DES DONNEES HYDROCHIMIQUES

2.1. Les données

2.2. Etude des éléments majeurs

2.2.1. Etude de l'ensemble de la population

2.2.2. Les cartes isofacteurs

2.2.3. Application

2.3. Etude des éléments traces

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

La multiplication des cas de pollution des eaux entraîne un rapide accroissement du nombre des données relatives à leur qualité. Cette augmentation porte à la fois sur la quantité des points examinés et sur la nature des déterminations effectuées.

Le problème de l'exploitation de ces informations se pose donc en permanence. Il a été résolu jusqu'à présent par l'exécution de cartes montrant l'évolution d'un petit nombre de paramètres à la fois ou par l'exécution de graphiques montrant pour une population donnée l'évolution statistique de deux paramètres le plus souvent (graphiques orthogonaux en X-Y), de trois paramètres quelquefois (graphiques triangulaires), et dans le cas particulier de la chimie des éléments majeurs des eaux souterraines de huit éléments (diagrammes en losange).

Ces moyens d'interprétation, certainement utiles, étaient peu adaptés pour traiter globalement des données aussi diverses que celles concernant les éléments en traces, toxiques, bilan en azote... pour des populations qui peuvent atteindre actuellement dans une région donnée 500 points de mesure avec 15 ou 20 paramètres par point.

C'est pour répondre à ce besoin que nous avons fait ici un essai utilisant l'analyse factorielle des correspondances comme méthode d'analyse multivariable, cette méthode s'étant révélée efficace lors de l'étude de données du même genre, issues de sondages pétroliers (cf. références 2 et 4).

Ce rapport s'intègre dans le cadre des études méthodologiques du département d'hydrogéologie au titre de la section hydrogéochimie - qualité des eaux.

CONCLUSION

- 1°) Parmi les différentes méthodes d'analyse multivariable utilisables pour traiter des données géologiques numériques, la méthode d'analyse factorielle des correspondances présente les avantages suivants, mis en évidence par l'exemple qui vient d'être développé :
- sur un plan théorique, elle compare des profils de répartition. Dans de nombreux problèmes géologiques, il est plus significatif, pour comparer des échantillons, d'étudier la répartition relative des éléments dosés dans les prélèvements correspondants que d'étudier les teneurs absolues de ces éléments
 - sur un plan pratique, elle permet d'étudier simultanément les distributions des éléments entre eux et des échantillons entre eux et de dégager les correspondances éléments-échantillons ; elle tient également lieu d'analyse discriminante sans nécessité de définir a priori des critères de discrimination : ceux-ci apparaissent lors de l'interprétation des résultats fournis par l'analyse.
- 2°) La méthode et les programmes correspondants ont été employés avec succès sur des données de nature différente. Le traitement des mesures hydrochimiques est un domaine d'application spécialement intéressant. L'étude des teneurs ioniques de prélèvements d'eau provenant de la région du Nord de la France a permis :
- d'affecter ces prélèvements à deux nappes différentes
 - de caractériser chaque nappe par des associations ioniques type
 - d'étudier l'évolution géographique du chimisme des eaux en fonction de leur localisation et de la nature de l'aquifère.

3°) La représentation cartographique des données de mesures chimiques faites sur des ensembles importants d'échantillons nécessite un travail long et fastidieux puisque, pour ne pas perdre d'information, il faut dresser une carte pour chacun des éléments dosés. La comparaison des cartes tracées est souvent irréalisable.

Les méthodes d'analyse factorielle fournissent des variables appelées "facteurs" qui ont la propriété d'être non corrélées et d'être classées par ordre décroissant d'explication statistique.

La répartition géographique du premier facteur synthétise au mieux l'information de base lorsque l'on désire ne tracer qu'une seule carte. La répartition des facteurs suivants permet de préciser progressivement la carte obtenue au cours du premier passage. Les cartes "iso-facteurs" ainsi successivement tracées auront d'autant plus de signification que les facteurs représentés ont une explication géologique. En absence d'une telle explication, elles n'auraient qu'une valeur descriptive locale, limitée au domaine des échantillons étudiés.

Par ailleurs, on a fait précéder le numéro de chaque échantillon par le chiffre caractérisant son appartenance au groupe 1, 2 ou 4.

* quelle que soit la forme ionique sous laquelle "l'élément en trace" est présent. Il s'agit d'un dosage global.

ANNEXES

1. Tableaux 1 à 7 : Résultats d'analyses chimiques d'éléments majeurs traités par ordinateur au moyen du programme de calcul HYCH (1)
2. Résultats d'analyses d'éléments en traces
3. Calculs de la teneur moyenne et de l'écart-type pour chaque ion majeur au moyen du programme TMET (1)
4. Calculs des cinq premiers facteurs de l'analyse des correspondances par le programme AFACO ; pour les échantillons, les valeurs de facteur de la colonne 1 sont cartographiées sur les figures 10 et 11 (1).

(1) voir le rapport 70 SGN 233 HYD :

Possibilités actuelles de traitement automatique par ordinateur des données hydrochimiques. Programmes HYCH - HISTO - GRAD - AFACO

par P. SOLETY et Y. VUILLAUME