

GÉOCHIMIE DES EAUX. — *Variations des teneurs en strontium dans les eaux du Bassin de Paris.* Note (\*) de Jean Carré et Maurice Pinta, présentée par Georges Millot.

Les eaux souterraines et les eaux de surface du Bassin Parisien ont été analysées et le strontium dosé par absorption atomique. Les eaux souterraines contiennent entre 0,02 et 22 mg/l, les eaux de surface entre 0,02 et 1,25 mg/l. L'apport en strontium par les eaux de pluie est négligeable et l'origine de cet élément est à rechercher au niveau des roches réservoir.

*Subterranean waters and surface waters of the Paris Basin have been studied and strontium has been analyzed by flame atomic absorption. The Sr-level is between 0,02 and 22 mg/l for subterranean waters, 0,02 and 1,25 mg/l for surface waters. Sr-level in rain water is negligible. Strontium origin must be sought in reservoir rocks.*

Cette étude a été menée afin de mieux connaître les teneurs et le comportement géochimique du strontium dans les eaux de la Région Parisienne.

La littérature concernant cet élément dans le Bassin de Paris est restreinte. D'autre part, si le danger des espèces radioactives ( $^{89}\text{Sr}$  et  $^{90}\text{Sr}$ ) issues des réactions nucléaires est connu, le cycle géochimique du strontium l'est beaucoup moins bien. L'étude a porté sur les nappes et les principales rivières du Bassin de Paris, zone dont l'hydrogéologie est bien connue.

I. ÉCHANTILLONNAGE. — L'échantillonnage des eaux de nappes a été opéré sur cinq ensembles aquifères (tableau I). Les prélèvements (189 au total) ont été effectués préférentiellement sur des forages, les niveaux captés étant alors bien connus et les risques de pollution limités.

TABLEAU I

Aquifère complexe du Calcaire de Beauce et des Sables de Fontainebleau.  
 Aquifère complexe du Calcaire de Champigny.  
 Aquifère complexe du Calcaire grossier et des Sables du Soissonnais.  
 Aquifère de la Craie.  
 Aquifère complexe de l'Albien.

Les prélèvements d'eaux de surface ont été réalisés en 70 points distribués sur la Seine et ses principaux affluents, à deux périodes espacées de 1 an et qui correspondent à un étiage (octobre 1973) et à un débit de hautes eaux (octobre 1974) consécutif à un épisode pluvieux exceptionnel.

Afin de déceler l'apport possible en strontium par les précipitations, 17 pluies ont été recueillies sur un semestre.

II. MÉTHODE DE DOSAGE. — Le dosage de cet élément a été effectué par spectrométrie d'absorption atomique en flamme air-acétylène. L'élimination des interférences par ajout d'un tampon spectral au lanthane a été au préalable vérifiée.

III. TENEURS EN STRONTIUM. — Le strontium a été trouvé dans tous les différents types d'eau analysés (tableau II).

1. *Précipitations.* — Les concentrations en strontium mesurées dans les précipitations ont toujours été faibles et variaient peu (0,02 à 0,05 mg/l).

2. *Eaux souterraines.* — Les valeurs en strontium rencontrées dans les eaux souterraines varient très largement (0,02 à 22 mg/l). La distribution des teneurs dans l'ensemble des nappes est bimodale (fig. 1). Un premier groupe de valeurs (comprises entre 0,2 et 0,5 mg/l)

21 JUN 1979  
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence  
n° 9672

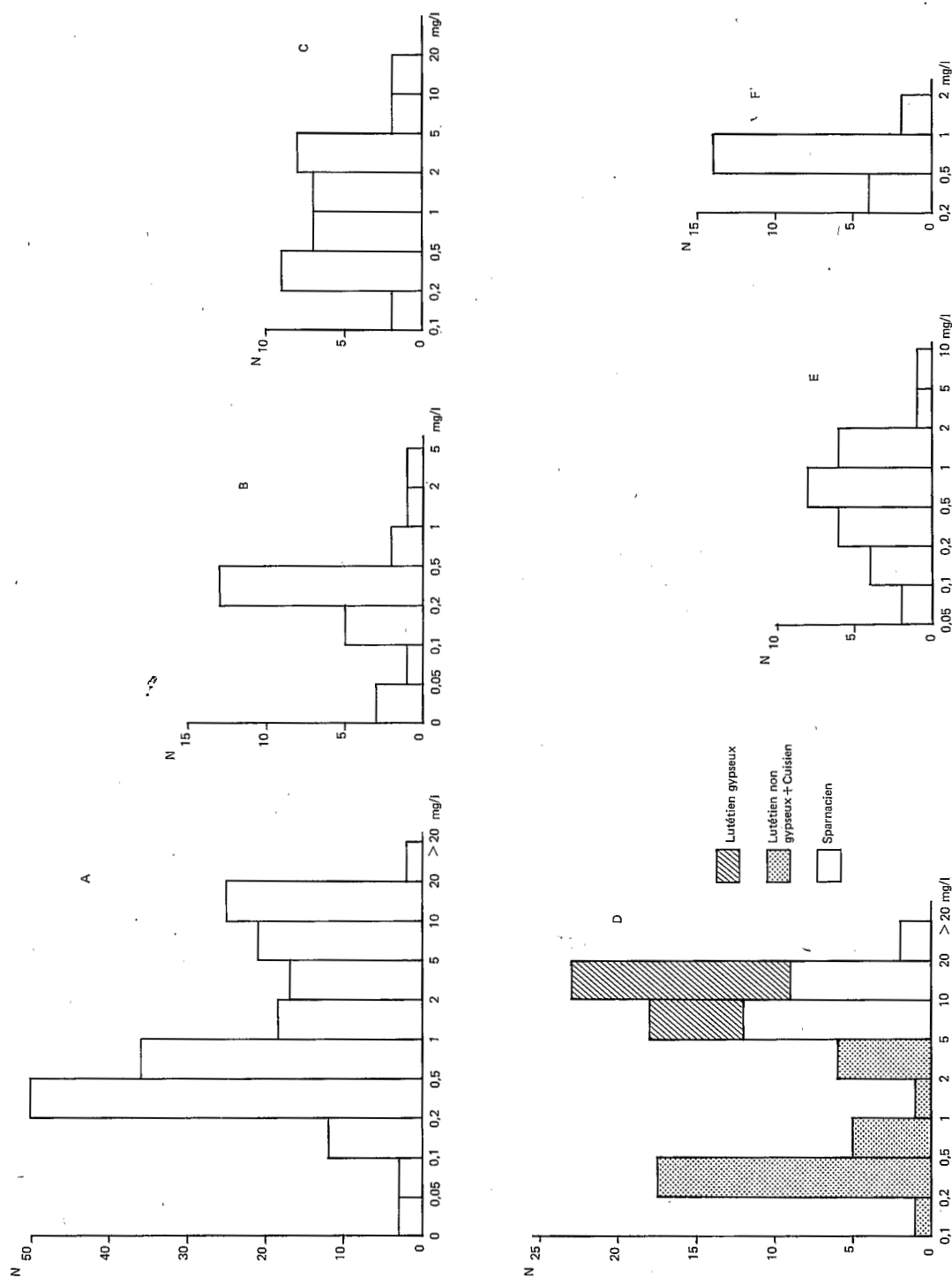


Fig. 1. — Répartition des valeurs en strontium (N = effectif). A, dans l'ensemble des nappes; B, Aquifère Oligocène; C, Eocène supérieur; D, Eocène inférieur; E, Craie; F, Albien.

correspond aux eaux de type bicarbonaté calcique du bassin, à l'exception du Sparnacien. Le second groupe (valeurs comprises entre 10 et 20 mg/l) correspond aux eaux sulfatées calciques des formations gypseuses de l'Eocène supérieur (Ludien, Marinésien, Auversien),

TABLEAU II

Milligrammes par litre	Moyenne	Médiane	Valeur minimale	Valeur maximale
Précipitations.....	0,03	0,03	0,02	0,05
Eaux souterraines.....	2,56	0,75	{ (eaux des Sables de Fontainebleau et Calcaire de Brie, Oligocène) 0,02 { (Lac de Pannesière, Cure) }	21,7
				(eaux des marnes et caillasses, Lutétien sup.)
Eaux de surface.....	0,38	0,39	{ (Lac de Pannesière, Cure) }	1,25 (Marne à Lagny)

Les teneurs observées concordent avec celles rapportées par différents auteurs (Durum [1], Terdovidov [2], Skougstad [3]).

de l'Eocène inférieur (Lutétien gypseux), mais aussi aux eaux du Sparnacien pourtant de type bicarbonaté calcique (tableau III).

TABLEAU III

Valeurs médianes (mg/l)

Aquifère	Sr <sup>2+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Effectif <i>n</i>
Oligocène.....	0,22	268	45	110	7	26
Eocène supérieur gypseux.....	7,87	285	507	353	15	10
Eocène supérieur non gypseux.....	0,80	378	67	135	19	31
Lutétien gypseux.....	11,65	383	547	270	40	18
Lutétien non gypseux } Cuisien }	0,40	367	71	111	23	29
Yprésien inférieur.....	10,5	391	53	112	27	21
Craie.....	0,39	304	43	117	8	34
Albien.....	0,62	155	12	27	8	20

Si à l'intérieur des différents niveaux ou sous-niveaux, les teneurs se répartissent de manière assez homogène, verticalement on observe une variation considérable des valeurs en strontium.

3. *Eaux de surface.* — Les concentrations en strontium trouvées dans les eaux de surface varient dans un intervalle plus étroit que dans les eaux souterraines (tableau II). Pour toutes les rivières, on observe une augmentation des teneurs d'amont en aval, mais dans des domaines de concentration différents. A l'occasion des deux campagnes de prélèvements, les valeurs les plus basses ont été observées pour l'Yonne et ses affluents et les valeurs les plus fortes pour la Marne et ses affluents :

Valeurs moyennes obtenues sur les 2 campagnes (mg/l)

Rivière	Amont	Aval
Yonne.....	0,02	0,14
Marne.....	0,32	1,23
Oise.....	0,30	0,62
Seine.....	0,20	0,60

La concentration en strontium croît régulièrement pour l'Yonne; on constate un enrichissement brutal pour la Seine, la Marne et l'Oise à la faveur de l'entrée de ces rivières dans les formations tertiaires de l'Ile-de-France, formations que l'Yonne ne recoupe pas.

L'augmentation des débits lors de la seconde campagne de prélèvements s'accompagne d'un tassement des teneurs vers les valeurs faibles. Cependant la déformation de l'histogramme n'est pas régulière (fig. 2). Certains points du Bassin peuvent fournir un apport en strontium lors de l'augmentation du débit des nappes.

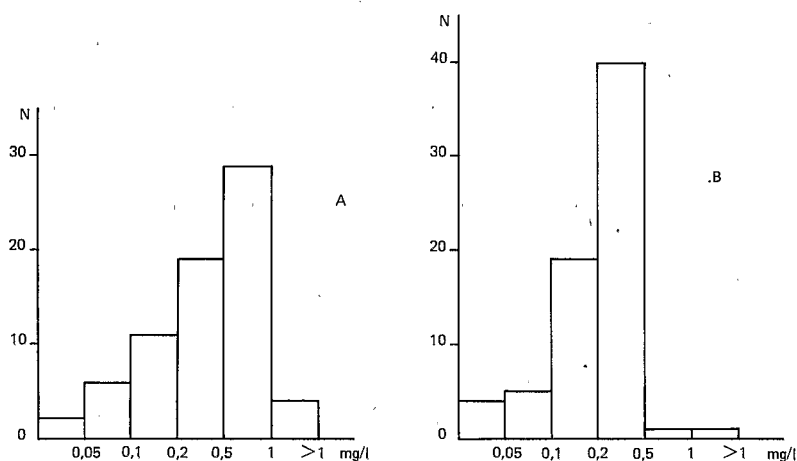


Fig. 2. — Répartition des valeurs en strontium dans les eaux de surface. (N = effectif).  
A, campagne d'octobre 1973; B, campagne d'octobre 1974.

IV. CONCLUSIONS. — (1) Le strontium n'apparaît pas comme un élément en traces dans les différentes eaux analysées.

(2) Son origine dans les eaux souterraines est à relier à la nature des roches réservoirs.

(3) Les teneurs dans les eaux de surface sont déterminées directement par le déversement des nappes et, en particulier, par les eaux des formations tertiaires de l'Ile-de-France.

(4) Si la pluie apparaît comme un facteur de dilution des teneurs en strontium dans les eaux de surface, en certains points du Bassin les précipitations peuvent entraîner un apport supplémentaire en strontium.

(\*) Remise le 9 avril 1979.

[1] W. H. DURUM et J. HAFETY, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 27, 1963, p. 1-11.

[2] Ch. TERDOVIDOV, *Geokhimija*, 11, 1971, p. 1343-1352.

[3] M. W. SKOUGSTAD et C. A. HERR, *U. S. Geol. Surv.*, Water supply paper, 1496 D, 1963, p. 55-97.

J. C. : Laboratoire de Contrôle des Eaux de la Ville de Paris, 75014 Paris;

M. P. : O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy.