

ÉTUDE SYSTÉMATIQUE DE LA RADIO-ACTIVITÉ D'UN BASSIN FLUVIAL ORGANISÉE SUR UN PLAN INTERNATIONAL

P. RECHT et M. COLLET

Communauté Européenne de l'Énergie Atomique,
Direction de la Protection Sanitaire

Résumé—Afin de mettre au point l'étude systématique de la radio-activité de l'ensemble d'un bassin fluvial, la Commission de l'Euratom—Direction de la Protection Sanitaire—a procédé au cours des dernières années à une étude très complète des méthodes et moyens propres à obtenir les résultats les plus représentatifs possibles en ce qui concerne la pollution radio-active des cours d'eau situés sur l'ensemble d'un bassin fluvial.

Pour ce faire, après avoir établi un programme détaillé de recherches, le bassin du Rhin a été retenu à la fois comme intéressant le plus grand nombre possible d'États de la Communauté et en raison de son étendue qui permet de prendre en considération des éléments géologiques, climatiques, industriels et sociaux très diversifiés.

Après avoir effectué l'étude générale de la radio-activité des boues situées sur le fond du fleuve et de ses affluents principaux et en de très nombreux points, il a été procédé à une étude détaillée de la radioactivité des eaux, des matières en suspension et des boues d'une façon permanente pendant une année complète; ensuite, pour 42 points choisis de manière appropriée, on a procédé à l'étude de la capacité de fixation des boues à l'égard de divers radio-éléments. Cette étude sur les boues globales a fait apparaître la nécessité de rechercher ces mêmes capacités de fixation pour les diverses fractions de la boue à l'égard des mêmes radio-éléments.

Les recherches systématiques du radium et du strontium ont été également effectuées sur tout le cours du bassin, aussi bien dans les eaux que dans les différents composants des boues fluviales.

Parallèlement à cette étude systématique, qui s'est poursuivie pendant plusieurs années, il a été procédé à une étude générale théorique très importante qui a contribué à une meilleure connaissance des facteurs naturels et artificiels susceptibles d'influencer la contamination du bassin rhénan.

Enfin, toutes les données concernant les précipitations et les retombées radio-actives sur le bassin rhénan, ont été rassemblées afin d'établir un bilan aussi exact que possible pour la période de 1962 à 1965, au cours de laquelle l'étude s'est déroulée.

Les mesures et déterminations sont terminées depuis le premier mars 1966. Il reste à regrouper et à analyser les nombreuses données recueillies et à les présenter dans un document d'ensemble.

De toute manière, il apparaît dès à présent que les principes et les méthodes adoptés ont permis d'aboutir à des résultats valables et pourraient être appliqués à l'étude d'autres bassins fluviaux.

A. INTRODUCTION

Le programme d'étude présenté dans cet exposé a été mis au point et réalisé par la Commission de la Communauté Européenne de l'Énergie Atomique, en collaboration avec les autorités nationales, à partir de 1962.

Il a poursuivi les objectifs suivants :

1. Accomplissement des obligations du Traité de Rome, qui a confié à l'Euratom un rôle de coordination et de promotion dans le domaine de la protection sanitaire en vue de réaliser dans les 6 Pays de la Communauté (Allemagne, Belgique, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas), une politique sanitaire commune de radioprotection.

Certains articles du Traité prescrivent notamment aux États membres d'établir les installations nécessaires pour effectuer le contrôle de la radio-activité ambiante et d'en communiquer les résultats aux services de la Commission.

Le contrôle effectué par les autorités responsables des Pays membres sur les eaux de surface porte en général sur la mesure de l'activité bêta totale; il est parfois étendu à la mesure des autres rayonnements ou à celle de quelques rayonnements particuliers naturels ou artificiels. Depuis 1959, la Direction de la Protection Sanitaire de l'Euratom suit l'évolution de la radio-activité des eaux de surface; elle coordonne et harmonise les méthodes ou techniques employées dans la surveillance routinière de la radioactivité.

2. Établissement d'une base de référence précise en fonction de laquelle les rejets d'effluents radio-actifs pourraient être autorisés et leurs risques sanitaires appréciés d'une manière objective.

Le Traité créant l'Euratom oblige en effet les États membres à envoyer à la Commission les données générales de tous les projets de rejets d'effluents radio-actifs. Un avis est remis aux autorités nationales sur le risque de pollution radio-active que présenteraient ces rejets pour l'eau, le sol et l'air d'un état voisin. En appliquant ces dispositions du Traité, le problème de la sommation des pollutions a été également considéré par la Commission de l'Euratom; à cet égard, les fleuves internationaux présentent un intérêt tout particulier.

3. Réalisation d'une étude à caractère scientifique et technique permettant non seulement

d'éprouver les techniques de prélèvements et de mesures existantes, mais aussi de mettre au point des méthodes nouvelles. Le programme a été établi en commun par la Commission de l'Euratom et les autorités sanitaires des Pays membres et a précisé les principes et les méthodes qui devaient conduire à mettre en œuvre une étude systématique portant sur un bassin fluvial, considéré dans son ensemble.

Le bassin du Rhin a été retenu, parce qu'il intéressait 4 États de la Communauté (Allemagne, France, Luxembourg, Pays-Bas) et parce qu'en raison de son étendue, son étude aurait permis de prendre en considération des facteurs géologiques, climatologiques, industriels et sociaux très diversifiés.

Le programme envisagé comprenait *cinq parties essentielles* :

- (1°) Une étude générale des caractéristiques géographiques, géologiques, économiques, industrielles et humaines du bassin rhénan.
- (2°) Une première série de mesures faites en de nombreux points de prélèvements et portant sur les sédiments, avec recherche des activités alpha, bêta, gamma et l'établissement du spectre.
- (3°) Une seconde série de mesures, mensuelles, pendant 12 mois, en des points sélectionnés en fonction des résultats de la première série et portant cette fois sur les radio-activités des eaux, matières en suspension et des sédiments.
- (4°) Une étude particulière sur les facteurs de concentration dans les sédiments, en prenant en considération les fractions telles que sable, argil et matières organiques.
- (5°) Une étude particulière portant sur le Radium 226 et le Strontium 90 dans les eaux et les sédiments.

Il nous a paru intéressant, dans le cadre de cette première conférence internationale de radioprotection, de présenter les grandes lignes de l'organisation qui a présidé à la conduite de ce programme et de donner quelques résultats de mesures de radio-activité, étant entendu qu'une publication d'ensemble est en cours de rédaction.

L'intention de la Commission est de diffuser largement cette publication et nous souhaitons

qu'au-delà des informations directes apportées sur la radio-activité du bassin du Rhin, elle puisse faire bénéficier les spécialistes du contrôle des eaux de l'expérience acquise au cours des travaux menés depuis plusieurs années, avec une parfaite coordination au sein de la Communauté Européenne de l'Énergie Atomique.

Deux exposés seront également présentés au cours de cette session et apporteront des précisions complémentaires: le premier, sur l'étude de la radio-activité des différents milieux présents dans les cours d'eau du bassin du Rhin, le second, sur les facteurs de concentration des radio-éléments dans les sédiments du fleuve et de ses affluents.

B. ORGANISATION DE L'ÉTUDE ET PREMIERS RÉSULTATS

(1) *Étude générale des caractéristiques du bassin du Rhin*

Dans le présent rapport, il ne sera pas fait mention de cette étude; nous rappelons uniquement que le cours du Rhin a une longueur approximative de 1500 km; la surface du bassin rhénan est de 24.000 km². La population vivant sur cette surface est d'environ 20 millions d'habitants.

(2) *Étude des sédiments du lit du fleuve et de ses affluents principaux*

Il s'agit d'une série de mesures faites en de nombreux points de prélèvements, distribués sur une longueur totale de 2367 km et intéressant le Rhin et ses principaux affluents.

Les fleuves et rivières furent divisés en 25

secteurs dans lesquels 592 points de prélèvements avaient été déterminés. En 532 points, il a été trouvé des échantillons de boue ou sédiments. Ceux-ci, après avoir subi des préparations minutieusement mises au point, furent analysés, mesurés et répertoriés. Les résultats furent ensuite regroupés par secteurs pour procéder à une première étude globale et déterminer les emplacements à choisir pour les mesures ultérieures.

Cette étude fut commencée en octobre 1962. Les prélèvements furent effectués, à l'aide d'un grappin "Bergman", pendant une période de deux mois.

Les valeurs moyennes et maximales suivantes ont été obtenues pour l'ensemble des 532 échantillons mesurés dans les cours d'eau du bassin du Rhin (*en pCi/g de matières sèches*) (voir Tableau 1.) Le spectre gamma a été déterminé afin d'identifier les émetteurs gamma présents dans chaque sédiment prélevé.

(3) *Étude de la radio-activité des eaux, des matières en suspension et des sédiments*

3.1. *Organisation et préparation des prélèvements.*

Sur la base des informations apportées par la deuxième partie du programme, 42 points de prélèvements ont été sélectionnés comme présentant un intérêt particulier (présence permanente de boue, proximité d'un centre nucléaire ou d'une grande ville, contrôle d'un affluent en fonction de sa nature hydrogéologique, présence remarquable ou plus élevée d'une radio-activité particulière, intérêt géographique, etc.).

Tableau 1.

	pCi/g	alpha	bêta (y compris K ⁴⁰)	gamma
<i>Rhin</i>				
271 prélèvements	Moyenne	32	52	23
	Maximum	58	140	65
<i>Affluents</i>				
261 prélèvements	Moyenne	24	45	23
	Maximum	78(278)	131	141

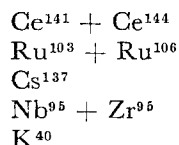
Ces 42 points ont été répartis comme suit :

- 19 points sur le cours du Rhin proprement dit,
- 11 points sur la totalité du bassin de la Moselle (7 pour La Moselle, 2 pour la Sûre, 1 pour la Meurthe, 1 pour la Sarre),
- 12 points répartis sur les six affluents principaux du Rhin.

En ces 42 points, on a procédé à des échantillonnages d'eaux, de matières en suspension et sédiments pendant des intervalles de temps déterminés. La fréquence de prélèvement a été fixée à un mois. Des casiers spéciaux ont été mis au point et utilisés pour ces prélèvements.

3.2. Résultats des mesures de radio-activité.

3.2. 1. *Radio-activité des sédiments.* 4.032 mesures ont été effectuées pour donner, point par point, et mois par mois, les valeurs des activités totales alpha, bêta, gamma et les valeurs dues au :



Les divers constituants des sédiments (sable, argile, matières organiques) ont été séparés et mesurés afin de connaître pour chaque point, les activités qui leur étaient particulières. Des moyennes générales ont été calculées pour l'ensemble du bassin qui permettent de comparer la répartition des différentes activités entre les divers constituants.

3.2. 2. *Radio-activité des eaux.* 2.016 mesures

ont été effectuées sur les eaux filtrées pour donner les valeurs des activités globales alpha, bêta, gamma, exprimées en pCi/l.

3.2. 3. *Radio-activité des matières en suspension.* Les échantillons des matières en suspension dans les eaux ont été également mesurés et exprimés en pCi/g de matières sèches et également en pCi/l d'eau avant filtration.

3.024 résultats ont été obtenus et analysés.

3.2. 4. *Valeurs moyennes des résultats pour l'ensemble du bassin du Rhin.* Le tableau ci-dessous donne quelques valeurs moyennes de résultats en ce qui concerne les sédiments, les eaux et les matières en suspension. Il convient de noter que la dispersion des résultats obtenus autour des valeurs moyennes est variable selon les rayonnements et les milieux étudiés : elle est excellente pour les activités bêta des sédiments et de l'eau. En ce qui concerne l'activité alpha et l'activité gamma de l'eau et des matières en suspension, la dispersion est plus importante en raison notamment des faibles activités rencontrées dans ces milieux, ce qui a diminué la précision des mesures effectuées. La dispersion la plus importante se rencontre en ce qui concerne les matières en suspension, car il s'agit de collectes sur filtre avec un poids souvent très faible de substance recueillie (voir Tableau 2).

(4) Étude des facteurs de concentration dans les sédiments

La quatrième partie du programme a été consacrée à la recherche des facteurs de concentration dans les sédiments et leurs consti-

Tableau 2

Milieux étudiés	alpha	bêta	gamma	
Sédiments	21,9	73,9(*)	25,0	en pCi/g de matières sèches
Eaux	0,9	10,9(†)	8,6	en pCi/l
Matières en suspension	0,25	2,5	3,3	en pCi/l

* La valeur moyenne pour l'ensemble du bassin en ce qui concerne l'activité due au K^{40} est de 10,5 pCi/g de matières sèches pour la période considérée (octobre 1963—septembre 1964).

† La valeur moyenne pour l'ensemble du bassin en ce qui concerne l'activité due au K^{40} est de 5,5 pCi/l pour la période considérée (octobre 1963—septembre 1964).

tuants (argile, sable, matières organiques) à l'égard de six éléments: iode, phosphore, ruthénium, cérium, césium et strontium.

Le facteur de concentration peut être défini comme le rapport à l'équilibre de l'activité de l'élément par gramme de sédiment à l'activité de ce même élément par ml de liquide (au contact).

3.024 mesures ont été effectuées pour les études mensuelles relatives aux sédiments à l'égard des six éléments de base en 42 points de référence.

1.813 mesures ont été effectuées pour les études mensuelles relatives aux composants des sédiments (argile, sable, matières organiques) à l'égard des six éléments de base et en 15 points de référence.

Des informations et des détails sur cette partie du programme seront apportés au cours de l'exposé suivant.

CONCLUSIONS

Il est encore prématuré de tirer des conclusions définitives à l'étude qui a été entreprise, mais on peut, dès à présent, formuler quelques remarques d'ordre général dont certaines confirment ce que nous savions déjà au sujet de la radio-activité des eaux:

- la radio-activité évolue dans le temps et l'espace, c'était prévisible, mais cette évolution est moins importante qu'on pouvait le croire, en examinant l'ensemble des résultats pour un fleuve aussi long et aux caractéristiques aussi variées.

En fait, la radio-activité reste relativement homogène aussi bien quand on compare les résultats provenant de nombreux points de prélèvements que l'évolution de la radio-activité dans le temps en chacun des points examinés. En première analyse, les écarts constatés sont peu importants et négligeables du point de vue sanitaire;

- les mesures effectuées n'ont pas permis de mettre en évidence des rejets industriels avec radio-isotopes artificiels, malgré un nombre très élevé de points de prélèvements et d'échantillonnages;
- les sédiments représentent des intégrateurs et des indicateurs utiles de la radio-activité et la recherche de facteurs de concentration présente incontestablement un intérêt du point de vue sanitaire;
- l'expérience acquise au cours de l'étude a déjà été mise à profit par certains organismes nationaux qui ont pour mission habituelle d'effectuer des mesures de la radio-activité des cours d'eau. C'est ainsi, par exemple, que les systèmes de prélèvements en continu des sédiments déposés sont utilisés en des lieux qui nécessitent une surveillance spéciale. Il arrive même qu'ils soient substitués aux systèmes antérieurement utilisés, lorsqu'il devient nécessaire de rechercher outre les activités globales, les activités dues à des radio-éléments particuliers.