

# EUR 2644.f

ASSOCIATION

Communauté Européenne de l'Energie Atomique - EURATOM  
Commissariat à l'Energie Atomique - C.E.A.

## ESSAI D'EVALUATION DU DEPOT CUMULATIF DE STRONTIUM 90 DANS PLUSIEURS STATIONS FRANÇAISES

par

A. GARNIER

1966



Rapport CEA-R 2930 établi au  
Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses, France

Association N° 003-61-10 PSAF

## AVERTISSEMENT

Le présent document a été élaboré sous les auspices de la Commission de la Communauté Européenne de l'Energie Atomique (EURATOM).

Il est précisé que la Commission d'EURATOM, ses contractants, ou toute personne agissant en leur nom :

ne garantissent pas l'exactitude ou le caractère complet des informations contenues dans ce document, ni que l'utilisation d'une information, d'un équipement, d'une méthode ou d'un procédé quelconque décrits dans le présent document ne porte pas atteinte à des droits privés;

n'assument aucune responsabilité pour les dommages qui pourraient résulter de l'utilisation d'informations, d'équipements, de méthodes ou procédés divulgués dans le présent document.

Ce rapport est vendu dans les bureaux de vente indiqués en 4<sup>e</sup> page de couverture

au prix de FF 2,50

FB 25,—

DM 2,—

Lit. 310

Fl. 1,80

**Prière de mentionner, lors de toute commande, le numéro EUR et le titre qui figurent sur la couverture de chaque rapport.**

Imprimé par le Service de Documentation du C.E.A., Gif-sur-Yvette  
Bruxelles, juin 1966

# EUR 2644.f

ASSOCIATION

Communauté Européenne de l'Energie Atomique - EURATOM  
Commissariat à l'Energie Atomique - C.E.A.

## ESSAI D'EVALUATION DU DEPOT CUMULATIF DE STRONTIUM 90 DANS PLUSIEURS STATIONS FRANÇAISES

par

A. GARNIER

1966



Rapport CEA-R 2930 établi au  
Centre d'Etudes Nucléaires de Fontenay-aux-Roses, France

Association N° 003-61-10 PSAF

## RESUME

L'évaluation du dépôt cumulé de Sr 90 consécutif aux retombées est nécessaire à l'interprétation des résultats du contrôle de la radioactivité du milieu ambiant et de la chaîne alimentaire effectué en plusieurs stations françaises.

L'estimation des retombées locales des années antérieures à la mise en œuvre systématique des moyens de surveillance peut être faite en admettant que la concentration de Sr 90 dans la pluie varie peu d'un endroit à l'autre (dans des régions assez rapprochées) et que le dépôt peut être déduit de celui mesuré en une station grâce à des corrections tenant compte de la variation de pluviosité. Cette hypothèse est vérifiée en appliquant la méthode au calcul des retombées de Sr 90 à Ispra, à Mol, et en plusieurs stations françaises : les valeurs calculées sont comparées à celles obtenues par les mesures effectuées depuis 1958 pour les unes, et 1960 pour les autres.

Les résultats autorisent à considérer la méthode comme valable pour le calcul des retombées antérieures à 1960 (en l'absence de données) et d'en déduire avec une approximation suffisante les dépôts cumulatifs ultérieurs dans les stations françaises considérées.

- Rapport CEA-R 2930 -

ASSOCIATION EURATOM - C. E. A.

Contrat "Niveaux de Contamination Radioactive du Milieu Ambiant  
et de la Chaîne Alimentaire"

ESSAI D'EVALUATION DU DEPOT CUMULATIF DE STRONTIUM 90  
DANS PLUSIEURS STATIONS FRANCAISES

par

Arlette GARNIER

- Mars 1966 -



## ESSAI D'EVALUATION DU DEPOT CUMULATIF DE STRONTIUM 90 DANS PLUSIEURS STATIONS FRANCAISES

### INTRODUCTION

Les études relatives à la contamination radioactive du milieu ambiant et au transfert des radionuclides à la chaîne alimentaire impliquent la possibilité d'estimer la quantité de radionuclides déposés au sol depuis le début des explosions nucléaires. Des évaluations à l'échelle mondiale, telles que celles rapportées par le Comité Scientifique des Nations-Unies, ne se prêtent pas à l'étude de situations particulières. Or, pour essayer d'adapter aux études envisagées l'utilisation des données du contrôle de la radioactivité du milieu et de certains produits de la chaîne alimentaire, il faut disposer d'un ensemble de données locales. C'est pourquoi, il a paru intéressant de tenter d'estimer le dépôt cumulé de strontium 90 en différentes stations françaises. (pl. 1)

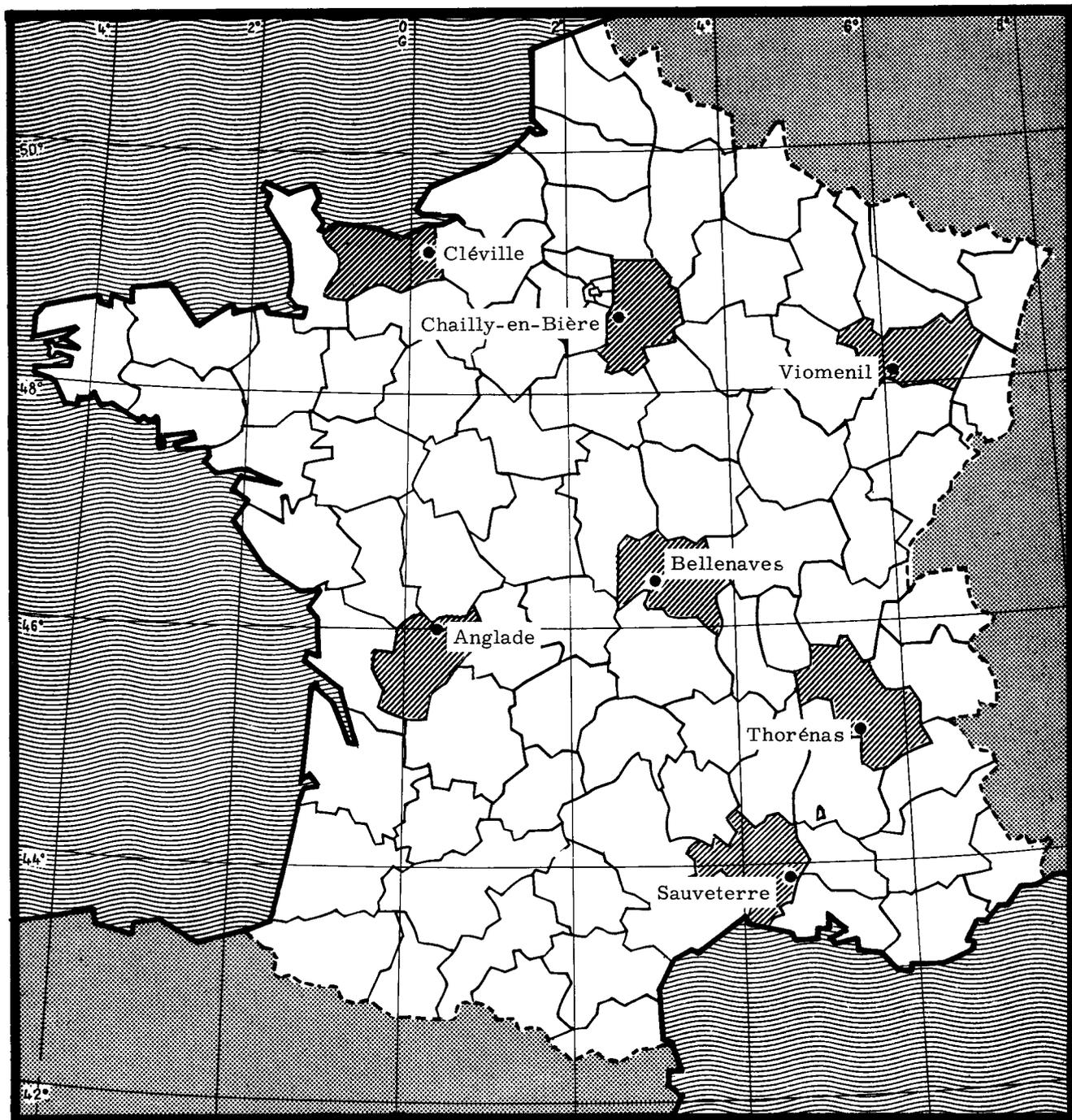


Planche 1 - Carte Stations françaises.

## METHODE DE CALCUL - PRINCIPE ET JUSTIFICATION.

Le problème posé par la détermination du dépôt cumulatif consiste à estimer l'intensité des retombées locales pour les années antérieures à celles pour lesquelles des mesures systématiques ont été faites, c'est-à-dire avant 1960. La comparaison des conditions météorologiques en diverses stations françaises avec celles d'autres stations européennes disposant de mesures de la radioactivité plus anciennes, semble apporter une solution approchée.

Considérant le dépôt par voie humide en une région déterminée, on peut appliquer la relation :

$$R = k \times h \times c$$

R = retombées, en mCi Sr 90/km<sup>2</sup>

h = hauteur de pluie, en mm, pendant le même laps de temps

c = concentration, en pCi Sr 90/litre

k = 10<sup>-3</sup>

Les Britanniques [2] admettent que la concentration "c" diffère peu d'une région à l'autre du pays, et que le dépôt peut être déduit de celui mesuré à Milford-Haven, en faisant une correction convenable de pluviosité. Cette méthode semble s'appliquer à des régions plus éloignées. Considérons par exemple la situation à Ispra en fonction de la situation à Milford-Haven, en ce qui concerne le cumul des pluies et des retombées depuis 1958.

L'allure générale des courbes semble autoriser à admettre une certaine proportionnalité entre les deux phénomènes, malgré les différences de régime et d'abondance des pluies.

Il est possible de vérifier la validité de la méthode en faisant un calcul de la retombée en différentes stations dont on connaît la pluviosité par rapport à la station de Milford-Haven, et en comparant les résultats à ceux obtenus par des mesures de contrôle.

Si l'on se proposait de connaître l'évolution de la retombée au cours de chaque année, il faudrait procéder à une étude détaillée portant sur des périodes permettant de mettre en évidence des différences dans le régime des pluies et de l'évolution de la concentration des radionuclides dans la pluie (variable en fonction de nombreux facteurs : explosions nucléaires, "balayages" de l'atmosphère par de fortes pluies, etc...). A cet égard les moyennes mensuelles dont nous disposons ne sont pas suffisantes. De plus, ce n'est pas nécessaire au but poursuivi, qui est d'évaluer approximativement la quantité de Sr 90 déposée.

Le dépôt annuel est calculé depuis 1958 (ISPRA, MOL) ou 1961 (Stations françaises). La comparaison des valeurs mesurées et calculées figure planche 3 et tableau I.

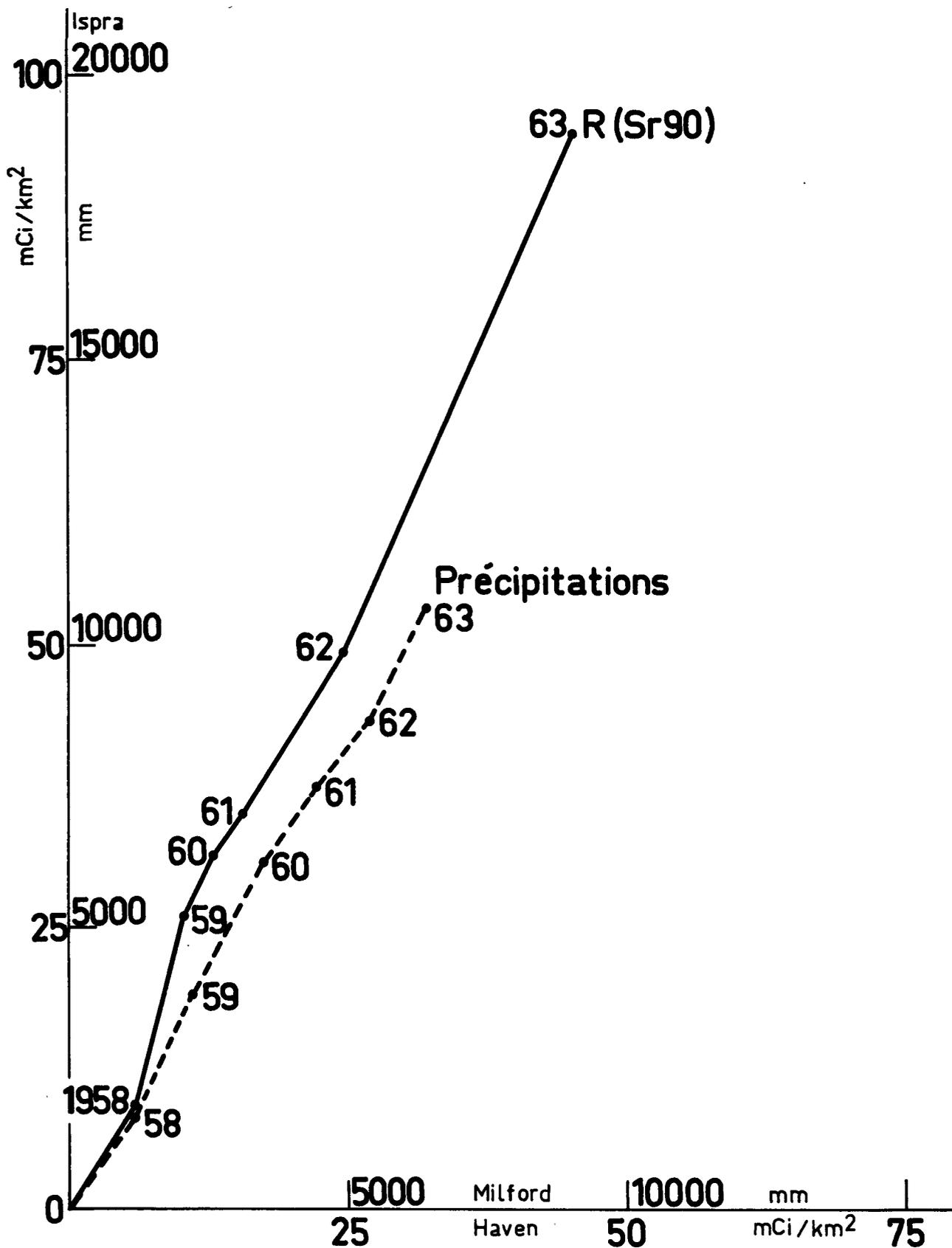


Planche 2 - Comparaison des précipitations et des retombées de Sr 90 à Ispra et à Milford-Haven.  
Années 1958 à 1963.

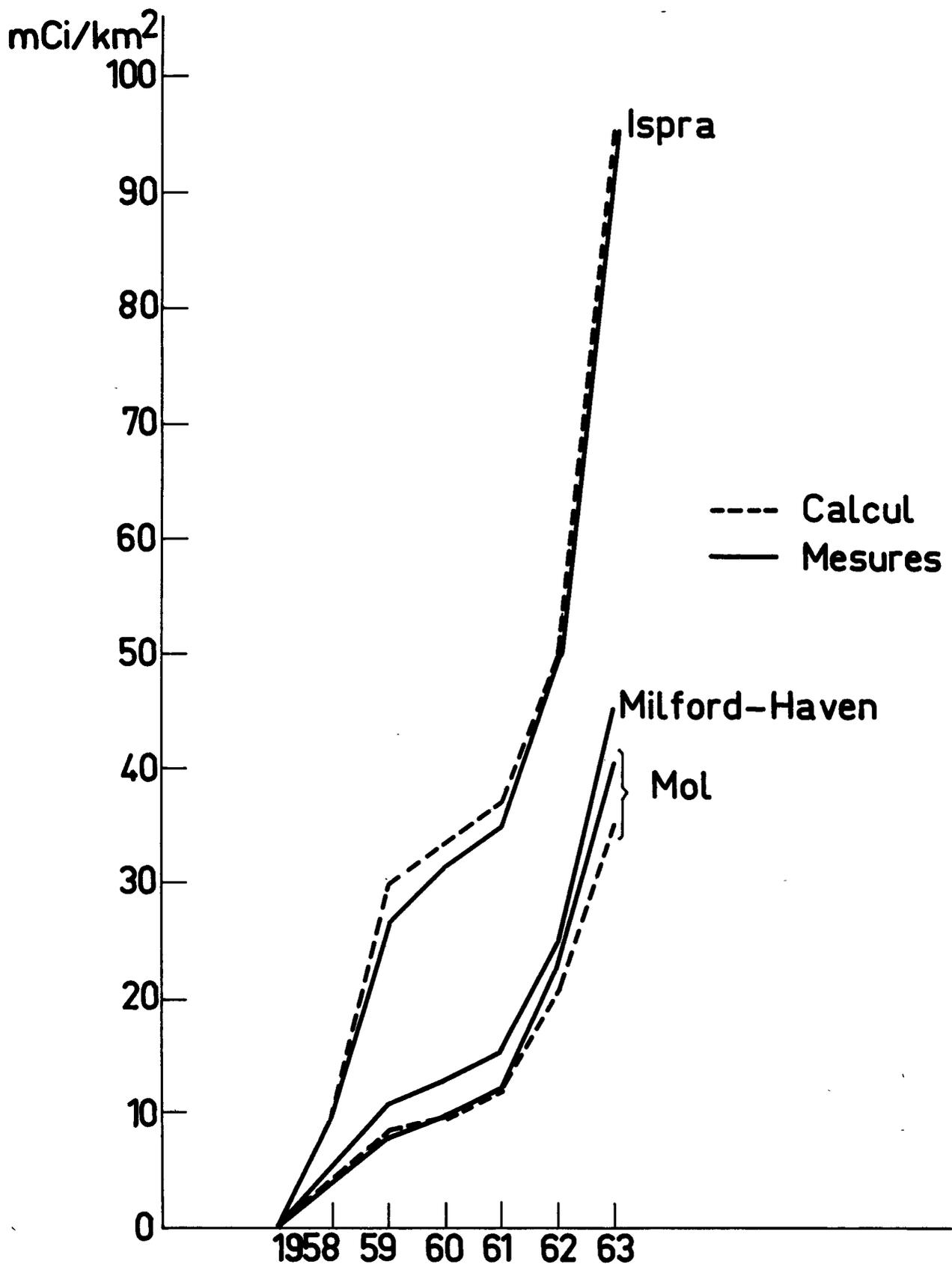


Planche 3 - Comparaison des valeurs mesurées et calculées de la retombée de Sr 90 - Cumul à partir de 1958 (sans correction de décroissance)

**Tableau I - Dépôts de Sr 90 dans les Stations françaises**

| Station                      |             | Année<br>1961    | Année<br>1962 | Année<br>1963      | 1er semestre<br>de 1964 | Totaux<br>comparables |
|------------------------------|-------------|------------------|---------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| Anglade                      | Calculé (C) | /                | 8,37          | 19,04              | 11,27                   | (30 mois)<br>38,68    |
|                              | Mesuré (M)  | /                | 7,69          | 18,41              | 12,3                    | 38,40                 |
|                              | C/M         | /                | 1,09          | 1,03               | 0,92                    | 1,01                  |
| Bellenaves                   | C           | /                | 8,21          | 23,88              | 8,85                    | (30 mois)<br>40,94    |
|                              | M           | /                | 7,48          | 22,66              | 9,12                    | 39,26                 |
|                              | C/M         | /                | 1,1           | 1,05               | 0,97                    | 1,04                  |
| Chailly en<br>Bière          | C           | 1,46             | 5,52          | (5mois)<br>6,47    | /                       | (29 mois)<br>13,45    |
|                              | M           | 1,57             | 5,71          | 5,35               | /                       | 12,63                 |
|                              | C/M         | 0,93             | 0,96          | 1,21               | /                       | 1,06                  |
| Cleville                     | C           | 1,28             | 6,41          | (10 mois)<br>11,75 | (5 mois)<br>6,35        | (39 mois)<br>25,79    |
|                              | M           | 1,55             | 5,10          | 13,05              | 6,96                    | 26,66                 |
|                              | C/M         | 0,82             | 1,26          | 0,9                | 0,91                    | 0,96                  |
| Sauveterre *                 | C           | (9 mois)<br>1,34 | 5,2           | 15,61              | 7,53                    | (39 mois)<br>29,68    |
|                              | M           | 1,36             | ~ 6,7         | 22,55              | 9,68                    | 40,29                 |
|                              | C/M         | 0,98             | ~ 0,8         | 0,7                | 0,78                    | 0,74                  |
| Thorenas                     | C           | 2,63             | 12,06         | 38,21              | (5 mois)<br>11,06       | (41 mois)<br>63,96    |
|                              | M           | 2,14             | 12,62         | 37,06              | 12,9                    | 64,72                 |
|                              | C/M         | 1,23             | 0,95          | 1,03               | 0,86                    | 0,98                  |
| Viomenil                     | C           | 2,33             | 8,12          | 19,85              | 7,70                    | (42 mois)<br>38,00    |
|                              | M           | 2,57             | 7,11          | 24,53              | 8,55                    | 42,76                 |
|                              | C/M         | 0,9              | 1,13          | 0,81               | 0,9                     | 0,89                  |
| Référence :<br>Milford-Haven | M           | 2,47             | 9,33          | 20,92              | 7,72                    | -                     |

\* Le climat est méditerranéen, ce qui explique les différences importantes et toujours dans le même sens.

Le rapport des valeurs calculées aux valeurs mesurées est tantôt supérieur, tantôt inférieur à 1, en chaque station, sauf à Sauveterre dont le climat est méditerranéen, et où la mesure donne toujours une valeur de retombée annuelle supérieure à celle du calcul.

Il semble possible d'admettre dans ces conditions les marges d'erreur suivantes :

+ 10 % de la valeur annuelle, et + 5 % de la valeur cumulée sur plusieurs années, en ce qui concerne Anglade, Bellenaves, Chailly

+ 10 % de la valeur cumulée sur plusieurs années, en ce qui concerne Cleville, Thorenas, Viomenil.

- 30 % en ce qui concerne Sauveterre.

#### Application - Evaluation du dépôt cumulatif, en décembre 1959

Pour calculer les retombées antérieures à 1960, en chaque station française, à partir des mesures faites à Milford-Haven, il faut connaître la pluviosité en chacune d'elles.

Les services météorologiques indiquent les précipitations mensuelles pour des stations voisines des stations de contrôle de la radioactivité ; pour tenir compte des influences locales, des coefficients de correction ont été établis par la comparaison des valeurs concomitantes des années postérieures à 1960. Ainsi, on peut estimer sans risque d'erreur excessif les précipitations au cours des années 1953 à 1959 en chacune des stations intéressées, à partir des mesures des stations voisines. L'erreur ainsi commise (de l'ordre de 10 %) s'ajoute évidemment aux précédentes, résultant de la variation de la concentration spécifique du Sr 90 dans la pluie, dans le calcul des retombées : ce dernier est effectué pour chaque année, mais seul le total est à retenir, parce qu'il est sujet à moins d'erreur et qu'il est seul intéressant pour l'exploitation ultérieure.

Les résultats sont les suivants : tab. II

| Station   | Cumul *<br>déc. 1959 |
|---|----------------------|
| Anglade   | 25,5 + 3,9           |
| Bellenaves  | 20,9 + 3             |
| Chailly-en-B  | 15,8 + 2,4           |
| Cleville  | 14 + 2,8             |
| Sauveterre  | 15,7 + 6             |
| Thorenas  | 28,3 + 5,6           |
| Viomenil  | 23,5 + 4,6           |
| Milford-Haven<br>(référence)                        | 19,5                 |
| * Correction faite pour la décroissance radioactive |                      |

Evaluation des dépôts cumulatifs postérieurs à 1959

Les dépôts cumulatifs postérieurs à 1959 peuvent être évalués à partir des précédents connaissant les dépôts annuels (tab. III, IV). Ils sont représentés pl. 4.

Tableau III - Dépôts annuels de Sr 90 (mCi/km<sup>2</sup>) à partir de 1960

| Station       | 1960                              | 1961                              | 1962  | 1963                 | 1964 (11 mois) |               |
|---------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------------|----------------|---------------|
|               |                                   |                                   |       |                      | janv. - juin   | Juill. - nov. |
| Milford-Haven | 1,78                              | 2,47                              | 9,33  | 20,92                | 7,72           | -             |
| Anglade       | 5,02 <sup>*</sup> <sub>+1</sub>   | 2,74 <sup>*</sup> <sub>+0,6</sub> | 7,69  | 18,41                | 12,3           | 3,16          |
| Bellenaves    | 6,35 <sup>*</sup> <sub>+1,2</sub> | 1,84 <sup>*</sup> <sub>+0,4</sub> | 7,48  | 22,66                | 9,12           | 2,68          |
| Chailly-en-B. | 3,94                              | 1,57                              | 5,71  | -                    | -              | -             |
| Cléville      | 3,82                              | 1,55                              | 5,10  | 15,6 <sub>+1,5</sub> | ~ 8            | -             |
| Sauveterre    | 4,28 <sup>*</sup> <sub>+1,8</sub> | 1,60 <sub>+0,5</sub> <sup>*</sup> | 6,72  | 22,55                | 9,68           | -             |
| Thorenas      | 7,16                              | 2,14                              | 12,62 | 37,06                | ~ 13,1         | 6,33          |
| Viomenil      | 10,32                             | 2,57                              | 7,11  | 24,53                | 8,55           | -             |

\* Valeurs calculées d'après Milford-Haven.

Tableau IV - Dépôt cumulé de Sr 90 (Correction faite de la décroissance radioactive)

| Stations      | Dates     | 1960      | 1961      | 1962      | 1963     | 1964     |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| Milford-Haven | 1er Janv. | 19,5      | 20,8      | 22,7      | 31,4     | 51,5     |
|               | 30 juin   | 20,2      | 21,3      | 26,9      | 44       | 58,6     |
|               | 31 déc.   | 20,8      | 22,7      | 31,4      | 51,5     |          |
| Anglade       | 1er janv. | 25,5+3,9* | 29,8+4,9* | 31,8+5,5* | 38,7+5,5 | 56 + 5,5 |
|               | 30 juin   |           |           | 35,6 "    | 48,4 "   | 67,4 "   |
|               | 31 déc.   | 29,8+4,9* | 31,8+5,5* | 38,7 "    | 56 "     |          |
| Bellenaves    | 1er janv. | 20,9+3*   | 26,1+4,2* | 27,1+4,6* | 33,8+4,6 | 55,4+4,6 |
|               | 30 juin   |           |           | 30,7 "    | 45 "     | 63,6 "   |
|               | 31 déc.   | 26,1+4,2* | 27,1+4,6* | 33,8 "    | 55,4 "   |          |
| Chailly-en-B. | 1er janv. | 15,8+2,4* | 19,3+2,4  | 20,4+2,4  | 25,5+2,4 | -        |
|               | 30 juin   | 18,4 "    | 19,8 "    | 23,8 "    | -        | -        |
|               | 31 déc.   | 19,3 "    | 20,4 "    | 25,5      | -        | -        |
| Cleville      | 1er janv. | 14 + 2,8* | 17,4+2,8  | 18,6+2,8  | 23,2+2,8 | 38,1+4,3 |
|               | 30 juin   | 15,4 "    | 17,9 "    | 20,6 "    | 31,2 "   | 45,5 "   |
|               | 31 déc.   | 17,4 "    | 18,6 "    | 23,2 "    | 38,1+4,3 |          |
| Sauveterre    | 1er janv. | 15,7+6 *  | 19,6+7,8* | 20,8+8,3* | 26,9+8,3 | 48,5+8,3 |
|               | 30 juin   |           |           | 25,2 "    | 37,5 "   | 57,5 "   |
|               | 31 déc.   | 19,6+7,8* | 20,8+8,3* | 26,9 "    | 48,5 "   |          |
| Thorenas      | 1er janv. | 28,3+5,6* | 34,7+5,6  | 36 + 5,6  | 47,5+5,6 | 82,9+5,6 |
|               | 30 juin   | 33,1 "    | 35,5 "    | 44,8 "    | 70,7 "   | 94,9 "   |
|               | 31 déc.   | 34,7 "    | 36 "      | 47,5 "    | 82,9 "   |          |
| Viomenil      | 1er janv. | 23,5+4,6* | 33,1+4,6  | 34,9+4,6  | 41,1+4,6 | 64,3+4,6 |
|               | 30 juin   | 31,0 "    | 34,1 "    | 39,1 "    | 56,5 "   | 72 "     |
|               | 31 déc.   | 33,1 "    | 34,9 "    | 41,1 "    | 64,3 "   |          |

\* Valeurs calculées

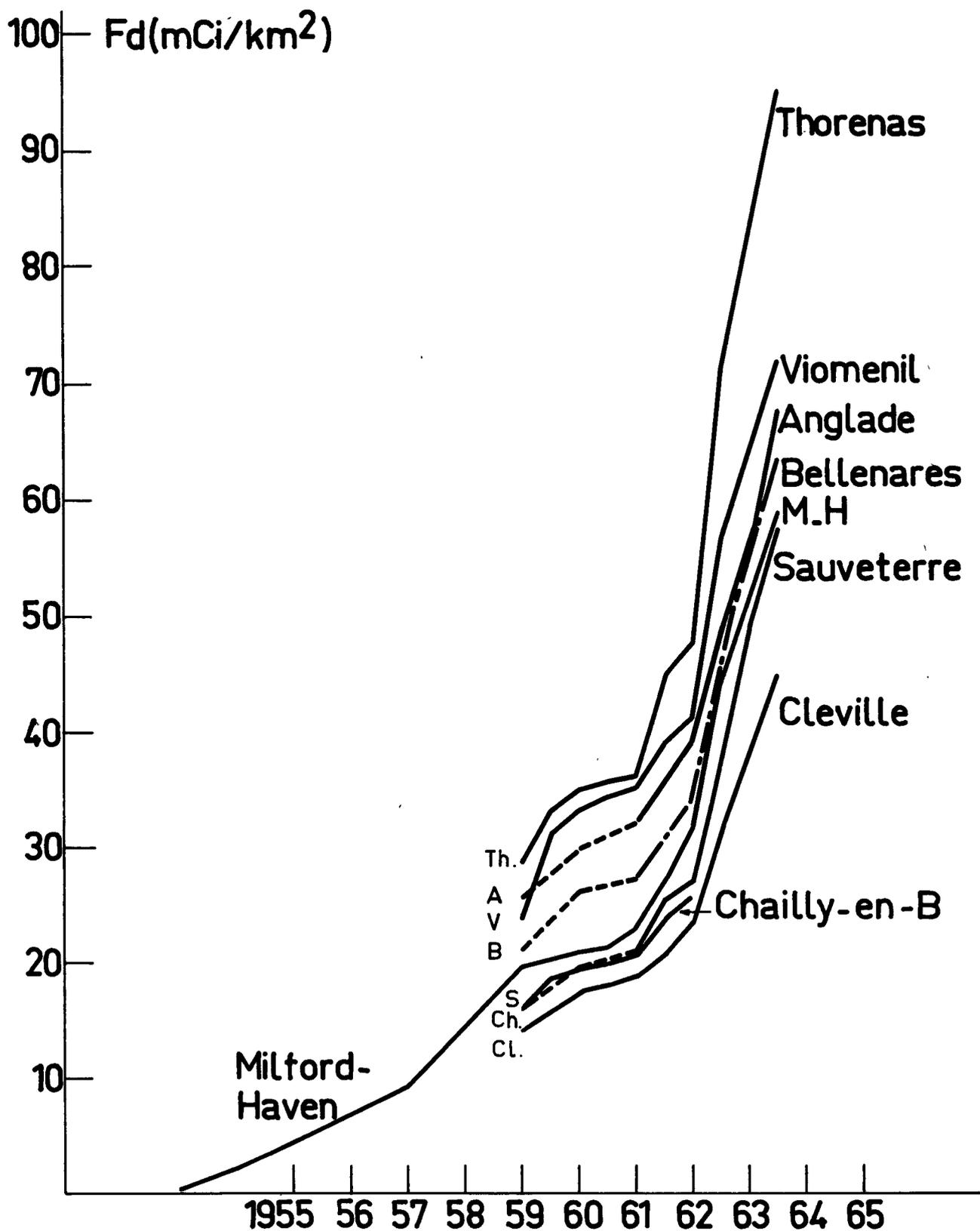


Planche 4 - Dépôt cumulé de Sr 90 dans plusieurs stations françaises  
(Valeur initiale calculée par rapport à celle de Milford-Haven)

## CONCLUSION

Après vérification de la validité d'une méthode utilisant à la fois des données météorologiques et des mesures de radioactivité effectuées de façon suivie dans certaines stations, les retombées de strontium 90 en différents points du territoire français ont été estimées pour l'ensemble des années antérieures à 1960.

Cet essai était justifié par l'ordre de grandeur des dépôts cumulés fin 1959 (environ 20 mCi/km<sup>2</sup> à Milford-Haven), par les différences des dépôts annuels d'une station à l'autre (pouvant aller du simple au double) et par l'intérêt d'estimer les dépôts cumulatifs ultérieurs et les erreurs dont ils sont affectés.

*Manuscrit reçu le 24 novembre 1965*

- BIBLIOGRAPHIE -

- [1] O.N.U  
Comité Scientifique pour l'étude des effets des radiations ionisantes.  
Rapports 1958 et 1962.
- [2] Grande-Bretagne  
Agricultural Research Council, Radiobiological Laboratory -  
Rapports annuels ARCRL 1, 5, 8, 10.
- [3] U.K.A.E.A.  
Atomic Energy research establishment (Harwell). Rapports AERE 4392 et 4687.
- [4] EURATOM  
Mesures de radioactivité ambiante à Ispra - EUR 223i - 294i.
- [5] C.N.E.N (Ispra)  
Rapports B10/24/60, 03/61, 32/63.
- [6] EURATOM  
Résultats des mesures de radioactivité dans les pays de la Communauté. EUR-1820
- [7] EUR/DPS  
Fév. 64, vol. 1, n° 2 - Radioactivité ambiante dans les pays de la  
communauté.
- [8] Sous-Comité Interministériel de Protection Sanitaire (France)  
Surveillance de la radioactivité de l'atmosphère.
- [9] Météorologie Nationale, Paris.





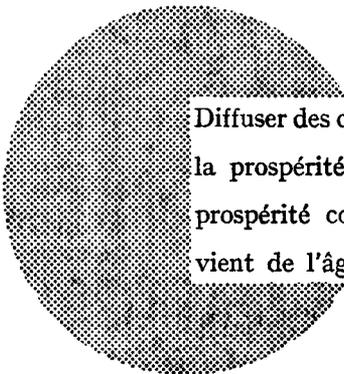
## AVIS AU LECTEUR

Tous les rapports Euratom sont signalés, au fur et à mesure de leur publication, dans le périodique mensuel **EURATOM INFORMATION**, édité par le Centre d'information et de documentation (CID). Pour souscrire un abonnement (1 an : FF 75, FB 750) ou recevoir un numéro spécimen, prière d'écrire à :

**Handelsblatt GmbH**  
**"Euratom Information"**  
**Postfach 1102**  
**D-4 Düsseldorf (Allemagne)**

ou à

**Office de vente des publications**  
**des Communautés européennes**  
**2, Place de Metz**  
**Luxembourg**



Diffuser des connaissances c'est distribuer de la prospérité — j'entends la prospérité collective et non la richesse individuelle — et cette prospérité contribue largement à la disparition du mal qui nous vient de l'âge des ténèbres.

Alfred Nobel

## BUREAUX DE VENTE

Tous les rapports Euratom sont vendus dans les bureaux suivants, aux prix indiqués au verso de la première page de couverture (lors de la commande, bien indiquer le numéro EUR et le titre du rapport, qui figurent sur la première page de couverture).

### PRESSES ACADEMIQUES EUROPEENNES

98, Chaussée de Charleroi, Bruxelles 6

Banque de la Société Générale - Bruxelles  
compte N° 964.558,

Banque Belgo Congolaise - Bruxelles  
compte N° 2444.141,

Compte chèque postal - Bruxelles - N° 167.37,

Belgian American Bank and Trust Company - New York  
compte No. 22.186,

Lloyds Bank (Europe) Ltd. - 10 Moorgate, London E.C.2,

Postcheckkonto - Köln - Nr. 160.861.

### OFFICE CENTRAL DE VENTE DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

2, place de Metz, Luxembourg (Compte chèque postal N° 191-90)

#### BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE  
40-42, rue de Louvain - Bruxelles  
BELGISCH STAATSBAD  
Leuvenseweg 40-42 - Brussel

#### LUXEMBOURG

OFFICE CENTRAL DE VENTE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
9, rue Goethe - Luxembourg

#### DEUTSCHLAND

BUNDESANZEIGER  
Postfach - Köln 1

#### NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ  
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

#### FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE  
DES PUBLICATIONS DES  
COMMUNAUTES EUROPEENNES  
28, rue Desaix - Paris 15°

#### ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO  
Piazza G. Verdi, 10 - Roma

#### UNITED KINGDOM

H. M. STATIONARY OFFICE  
P. O. Box 569 - London S.E.1

EURATOM — C.I.D.  
51-53, rue Belliard  
Bruxelles (Belgique)