

Comptes rendus  
hebdomadaires des séances  
de l'Académie des sciences.  
Série D, Sciences naturelles

. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Série D, Sciences naturelles. 1970-01.

**1/** Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

**2/** Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

**3/** Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

**4/** Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

**5/** Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

**6/** L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

**7/** Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter [utilisation.commerciale@bnf.fr](mailto:utilisation.commerciale@bnf.fr).

**GÉODYNAMIQUE.** — *Les cycles atmosphère-hydrosphère du tritium sous les latitudes moyennes depuis 1952.* Note (\*) de MM. **Bernard Bosch, Bernard Guegan, Pierre Hubert, Adrien Marcé, Philippe Olive et Erik Siwertz**, présentée par M. Louis Glangeaud.

On sait que l'ensemble des précipitations annuelles sur les continents s'élève à  $101 \cdot 10^3 \text{ km}^3$  tandis que l'apport des fleuves aux océans n'est que de  $37 \cdot 10^3 \text{ km}^3$  par an <sup>(1)</sup>. Des eaux continentales sont donc nécessairement recyclées dans l'atmosphère. Comme le volume des eaux souterraines et de surface est de l'ordre de  $500 \cdot 10^3 \text{ km}^3$  <sup>(2)</sup>, le temps de résidence moyen de ces eaux peut être évalué à environ 13 ans ( $500 \cdot 10^3 / 37 \cdot 10^3$ ). Etant donné que la période du tritium est de 12 ans, l'étude de cet isotope radioactif de l'hydrogène sera particulièrement intéressante pour la connaissance de la dynamique des eaux continentales.

Les essais thermonucléaires aériens, qui ont débuté en 1952, ont fait passer la masse globale de tritium de 3,5 kg <sup>(3)</sup> à près de 200 kg <sup>(4)</sup>. Cette injection massive de tritium dans l'atmosphère a multiplié jusqu'à plusieurs centaines de fois la teneur de ce radioélément dans les précipitations intéressant les latitudes moyennes. Sous ces latitudes nous ne disposons que d'une série continue de mesures ayant débuté en 1952 : celle due à R. M. Brown au Canada <sup>(5)</sup>. En Europe les premiers prélèvements n'ont débuté qu'en 1958 à Stockholm <sup>(6)</sup>. Le problème consistait donc à disposer d'une série de valeurs représentatives de l'Europe depuis le début des essais thermonucléaires.

Le tritium produit par les explosions thermonucléaires est, pour l'essentiel, rapidement intégré aux molécules de la vapeur d'eau atmosphérique <sup>(4)</sup>. Cette vapeur d'eau tritiée est alors introduite dans la circulation atmosphérique générale caractérisée principalement par l'existence de courants zonaux <sup>(7)</sup>. Ceux-ci sont à l'origine de la ceinture des vents d'Ouest dominants sous les latitudes moyennes. Il est donc possible de corréler les teneurs en tritium dans les précipitations sous des latitudes comparables. Nous avons établi une série de rapports entre les valeurs annuelles des retombées de tritium au Canada <sup>(5)</sup> et celles d'un certain nombre de stations européennes : Stockholm [(6), (8)], Vienne <sup>(8)</sup>, Stuttgart <sup>(8)</sup>, Vitry-sur-Seine <sup>(9)</sup>, La Hague, Orléans et Thonon. La moyenne annuelle de ces rapports varie de 1,0 à 2,4 (tableau). L'étude de la variation de ce rapport en fonction du temps montre l'apparition d'une hétérogénéité des retombées entre le Canada et l'Europe après chaque groupe d'explosions. Cette hétérogénéité atteint un maximum R au bout d'un temps T, ces deux paramètres étant fonction de la puissance des explosions (*fig. 1*). A la suite des essais thermonucléaires de 1957/58 et 1961/62, nous avons pu établir les relations suivantes :

$$\begin{aligned} T &\simeq 2 \log M \\ R &\simeq 1 + 0,3 T. \end{aligned}$$

M est la masse de tritium produite au cours d'un groupe d'essais. Elle est proportionnelle à la puissance mise en œuvre au cours de ces explosions (<sup>4</sup>). Nous avons appliqué ces relations aux groupes d'explosions antérieures à 1957. Cela nous a permis d'extrapoler le rapport des retombées Canada/Europe et par conséquent d'évaluer les retombées européennes pour cette période. Cette série des teneurs moyennes annuelles en tritium ( $T_n$  du tableau) sera un des éléments nous permettant d'évaluer la quantité de tritium entrée, sous nos latitudes, dans le cycle des eaux continentales.

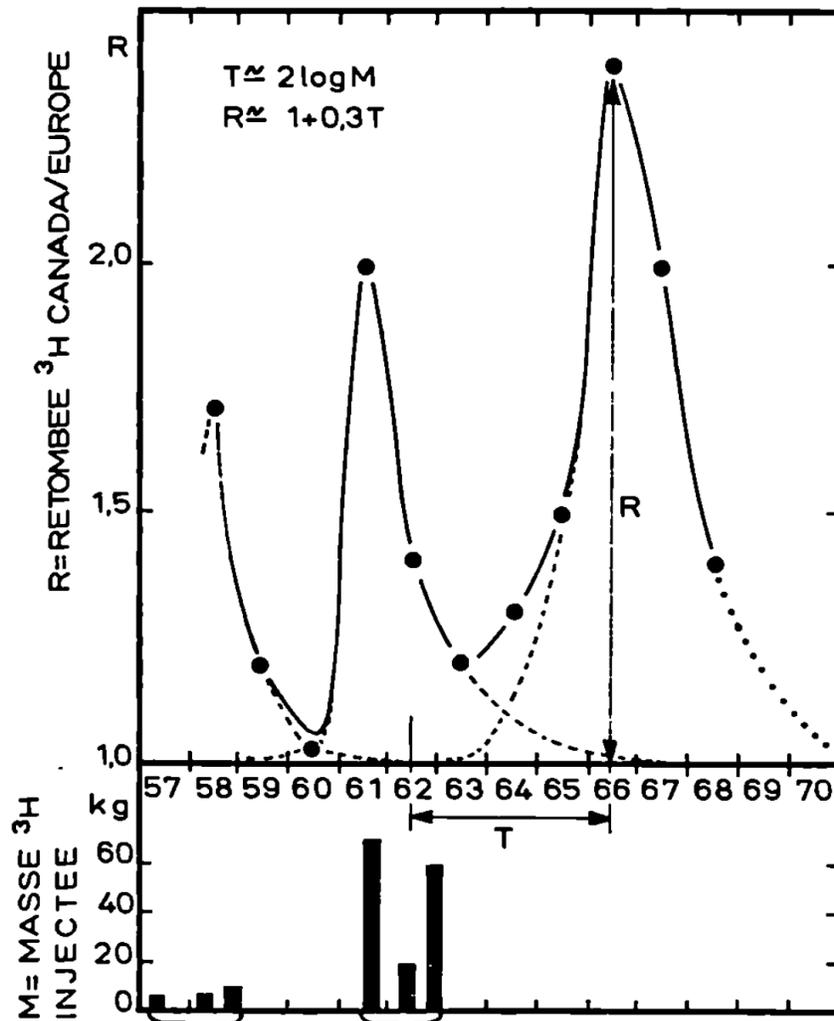


Fig. 1

On admet qu'une fraction seulement des précipitations entre dans le cycle des eaux souterraines. En effet les phénomènes d'évapotranspiration entraînent, sous nos latitudes, un recyclage dans l'atmosphère d'environ 2/3 des précipitations. Dans ces zones tempérées, cette recharge a lieu essentiellement de l'automne au début du printemps. Compte tenu de la répartition au cours de l'année des teneurs dans les précipitations (pic estival de la figure 2) et de l'hydrométéorologie, il devient possible de calculer la teneur annuelle en tritium de la recharge des eaux souterraines (\*). On remarque que la période de recharge correspond aux mois où les teneurs sont les plus basses. De plus ces teneurs sont très comparables pour toutes les stations, alors que les pics estivaux peuvent être très dissemblables.

L'examen de la figure 1 montre d'autre part que, s'il ne se produit plus d'essais thermonucléaires importants, les teneurs tendront à s'égaliser dans les prochaines

TABLEAU  
Teneurs moyennes annuelles en tritium dans les précipitations (en UT)

Année n	Canada (Ottawa)	Stockholm	Vienne	Stuttgart	Vitry/Seine	La Hague	Orléans	Thonon	Canada/Europe	T <sub>n</sub> (Europe)
1968	214					96	153	208	1,4	150
1967	315					114	151	226	2,0	160
1966	590					198		269	2,4	240
1965	865	622	704					650	1,5	580
1964	1 565	1 196	1 732					1 500	1,3	1 300
1963	3 032	2 117	3 023	2 931				2 900	1,2	2 500
1962	988	650	911	671	653				1,4	700
1961	219	89	110	80	187				2,0	110
1960	145	140			150				1,0	145
1959	540	476							1,2	450
1958	515	290							1,7	300
1957	126								1,0	125
1956	146								1,5	100
1955	45								1,2	35
1954	302								1,0	300
1953	30								1,2	25
1952	20								1,0	20
1951	15								1,0	15

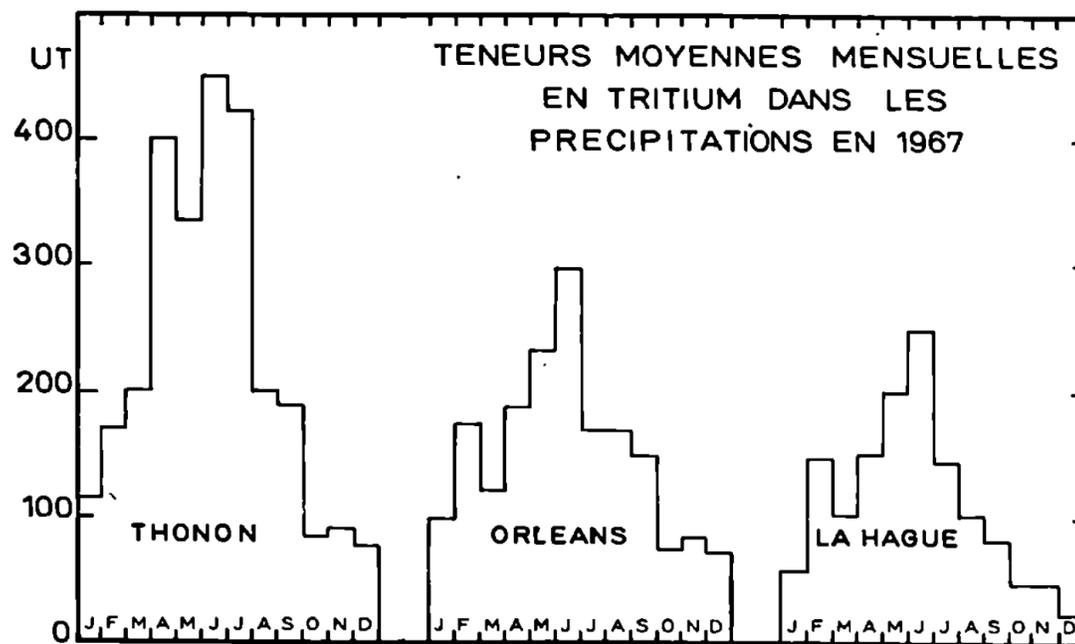


Fig. 2

années autour d'une valeur de 150 à 100 UT sous l'effet des circulations zonales. Un processus d'homogénéisation analogue est dû aux circulations méridiennes, mais une plus grande inertie y est observée en raison de la faible vitesse relative de ces circulations. Il en résulte que les teneurs tendent à s'égaliser au moins dans tout l'hémisphère nord.

Nous avons reconstitué les phénomènes principaux régissant, à l'échelle terrestre, la répartition des injections de tritium dans le temps (*fig. 1*). A l'intérieur de cet ensemble « géonomique » <sup>(10)</sup> se manifestent des processus plus limités. Parmi les phénomènes de dimensions inférieures mais encore considérables, on peut citer les ensembles océaniques dont l'influence régulatrice est liée aux grandes masses d'eaux océaniques pauvres en tritium. Par contre, l'« effet océanique » est perturbé rapidement quand on s'éloigne vers l'intérieur du continent (*tableau A, fig. 2*). Les phénomènes régionaux et locaux des continents sont dus à la présence de chaînes de montagnes, de grands lacs qui créent des microclimats. L'étude de ces phénomènes régionaux, si elle est importante pour les recherches locales, est néanmoins subordonnée à la connaissance des *phénomènes généraux* à l'échelle terrestre et même solaire, suivant des règles précisées ailleurs <sup>(10)</sup>.

(\*) Séance du 22 décembre 1969.

(1) H. MOSBY, *U. G. G. I. General Assembly*, Toronto, 1957, p. 81.

(2) W. MEINARDUS, 1928, *in* : Goldschmidt, *Geochemistry*, 1958, p. 47.

(3) D. LAL et B. PETERS, *Progress in elementary particle*, Amsterdam, 1962, p. 19.

(4) E. A. MARTELL, *Journ. Geophys. Res.*, 68, 1963, p. 3759.

(5) R. M. BROWN, *Geochim. Cosmo. Acta*, 21, 1961, p. 199 et communication personnelle.

(6) E. ERIKSSON, *Tellus*, 17, 1965, p. 118.

(7) E. R. REITER, *Jet Stream Meteorology*, Chicago, 1963.

(8) A. I. E. A., *World survey of isotope concentration in precipitation*, Vienne, 1969.

(9) R. BIBRON, *C. E. A.*, rapport R-2629, 1965.

(10) L. GLANGEAUD, *L'écorce terrestre, Introduction à la géologie* (en coll. avec P. Pruvost et P. Routhier), *Sté Nle de l'Encyclopédie française*, 1 volume in-4°, 64 figures, Larousse 1960 ; *Revue de synthèse*, 3<sup>e</sup> série, nos 29-31, 1963, p. 125-170 ; *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, (2), 10, fasc. 2, 1968, p. 85-135.

(B. B., B. G., P. H., P. O., E. S., *Centre de Recherches Géodynamiques*,  
avenue de Corzent, 74-Thonon, Haute-Savoie ;  
A. M., *Service de Géologie isotopique du B. R. G. M.*,  
45-Orléans, Loiret.)