

# Bilan hydrique global :

« En hémisphère Nord, pleut-il davantage durant le second semestre ?  
Et inversement en hémisphère Sud ? »

Guy Bédriot

Agence de l'Eau Seine-Normandie — Nanterre

Jean-Marie Masson

Laboratoire d'hydrologie et de modélisation — Université de Montpellier II

## INTRODUCTION : LE BILAN HYDROLOGIQUE

Les hydrologues abordent souvent la question du cycle de l'eau par l'étude des bilans : c'est une manière paradoxale mais commode d'apprécier les masses d'eau mises en mouvement. Généralement ils choisissent un laps de temps suffisamment grand pour rendre nulles les variations de la réserve et pour estimer de façon plus précise les différentes grandeurs composant les « entrées » et les « sorties » d'un système bien défini. Systématiquement ils posent l'équation du bilan hydrologique de leur point de vue, c'est-à-dire au niveau du bassin versant — petit ou grand — et/ou au niveau du bac ou de la parcelle expérimentale. C'est un point de vue réaliste, très « plancher des vaches », et adapté à l'objet de leur étude.

En revanche, les hydroclimatologues ont la possibilité de se placer au niveau de l'atmosphère.

## 1 - LE BILAN HYDRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE ET L'ÉNONCÉ DE LA RÈGLE

### 1.1. L'équation du bilan hydrique de l'atmosphère

$$E \pm \Delta h = P$$

avec en « entrée » :  $E$  = Evaporation et en « sortie » :  $P$  = Précipitations et condensations recueillies à la surface du globe.

L'équilibre est assuré par le terme  $\Delta h$  qui est la différence de stockage d'eau dans l'atmosphère (sous forme de vapeur d'eau — humidité — de gouttelettes et de cristaux — nébulosité).

Tous les termes de l'équation peuvent être exprimés en millimètres par unité de temps, puisque l'interface atmosphère/terres-océans est de surface fixe, ou en débits.

Cette équation signifie que pour tout intervalle de temps

## Global water balance

*In north hemisphere, the amount of precipitable water in atmosphere is greater at summer solstice than at winter solstice. This explains a part of seasonal variation in precipitation. During the first calendar half year, rainfall amount is reduced because the atmospheric humidity increases. On the contrary, during the second calendar half year, rainfall amount is increased by atmospheric drying. This schematic sight, inversed in south hemisphere, is roughly supported by the 1931-1960 Normal monthly precipitation study, with however exceptions and shades. This ascertainment questions the reader about water balance and induces new research prospects.*

borné par une même valeur de  $h$ , l'évaporation est strictement égale aux précipitations sur le globe.

A la limite, on peut supposer que, pour l'ensemble de l'atmosphère,  $\Delta h$  est nul ( $h$  est constant : augmentation du stock dans une région, diminution dans une autre). Alors, à chaque instant, on a :

$$E = P$$

en considérant l'ensemble de la planète.

### 1.2. L'humidité de l'air

L'observation montre que la tension de vapeur d'eau varie au cours de l'année en tout point du globe. D'après la figure 1, en hémisphère Nord, la tension de vapeur, faible au début de l'hiver, atteint son maximum au début de l'été pour revenir à sa valeur minimale au début de l'hiver : l'inverse est observé sur l'hémisphère Sud.

Par commodité, les dates des maxima et des minima sont confondues avec celles des solstices.

Par ailleurs, si on pose que la variation de la tension de vapeur traduit bien le sens des variations du stock d'eau atmosphérique  $h$  dans chacun des hémisphères entre deux solstices consécutifs, on obtient en hémisphère Nord :

$$E_1 - \Delta h = P_1$$

l'indice 1 indiquant qu'il s'agit du premier semestre astronomique entre le solstice d'hiver et celui d'été et

$$E_2 + \Delta h = P_2$$

l'indice 2 représentant le second semestre. Et inversement en hémisphère Sud.

Dans l'équation du premier semestre, une partie de l'évaporation est utilisée à la recharge des réserves en eau de l'atmosphère de l'hémisphère Nord, au détriment des précipitations. Avec l'équation du second semestre, le stock constitué durant le semestre précédent, repart sous forme de précipitations qui s'ajoutent à celles provenant de l'évaporation.

### 1.3. L'évaporation

En un point donné, le pouvoir évaporant de l'atmosphère subit des fluctuations au cours de l'année. Comme dans le cas de la tension de vapeur, son évolution traduit essentiellement le mouvement apparent du soleil entre les deux tropiques (cycle saisonnier).

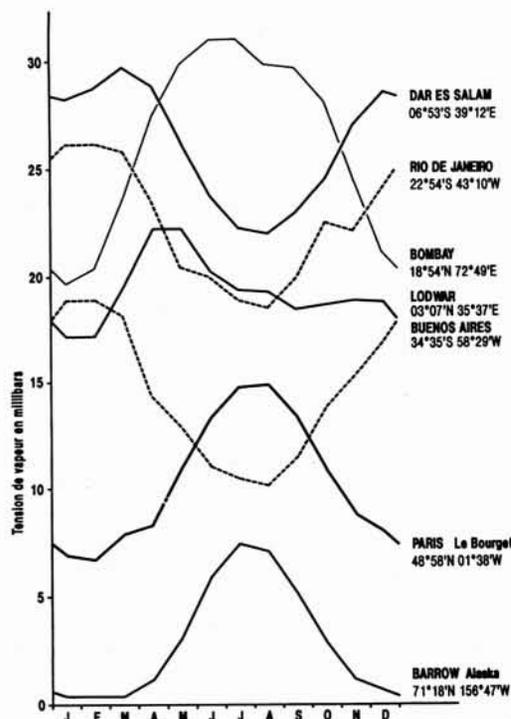
Le pouvoir évaporant de l'atmosphère dépend directement du rayonnement solaire dont le flux intercepté par notre planète est constant. Pour l'ensemble du globe, il peut être assimilé à une constante et, ce, d'autant mieux que le pas de temps servant de base au calcul est important.

Par ailleurs pour chaque intervalle de temps séparant deux solstices consécutifs, un hémisphère reçoit la même quantité de rayonnement solaire et par conséquent, son atmosphère a un pouvoir évaporant identique.

On trouve alors :

$$E_1 = E_2$$

VARIATIONS DE LA TENSION DE VAPEUR EN DIFFERENTS POINTS DU GLOBE



1.

cette relation s'applique à l'ensemble du globe et aussi à chacun des hémisphères.

### 1.4. Les précipitations

Il s'ensuit qu'en hémisphère Nord

$$P_2 = P_1 + 2 \Delta h$$

En clair, sur l'hémisphère Nord, les précipitations du second semestre sont supérieures à celles du premier semestre.

Et inversement en hémisphère Sud.

## 2 - LA PROCÉDURE DE VÉRIFICATION

La question posée concerne l'ensemble de notre planète : la vérification doit donc faire appel aux données pluviométriques représentatives du globe tout entier.

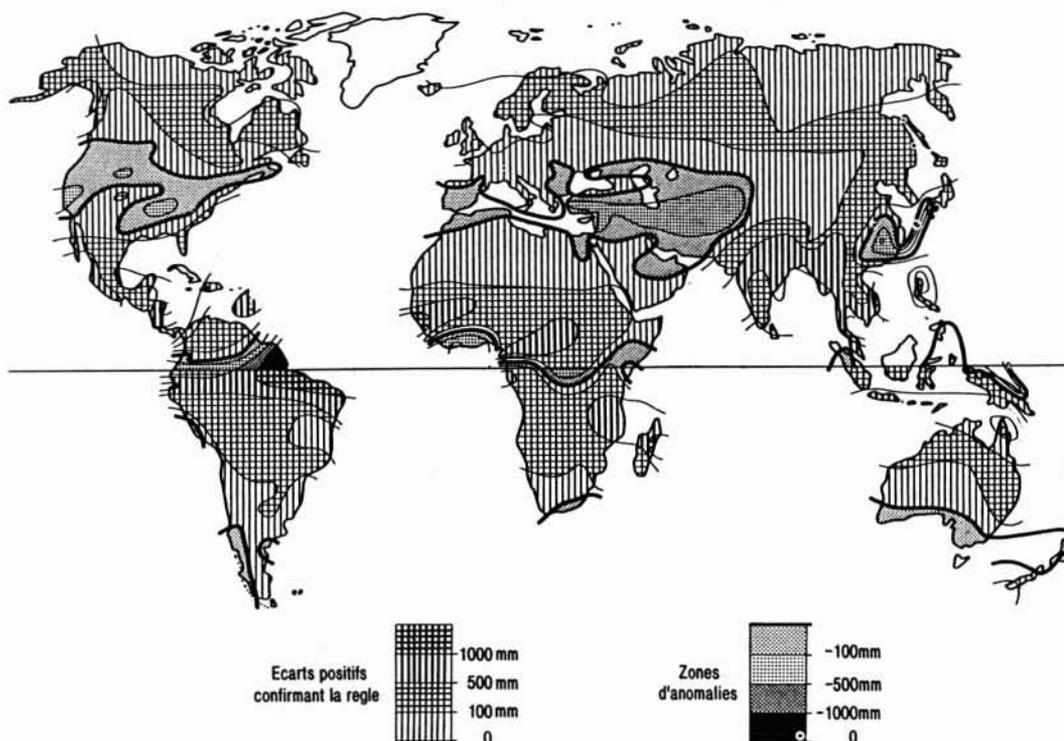
Dans un premier temps, il s'agit de constater si l'affirmation théorique précédente est confirmée ou non par les observations. C'est le but à atteindre dans l'immédiat et pour y parvenir, il semble a priori préférable de travailler rapidement sur des valeurs moyennes issues d'une même période de référence.

### 2.1. Les données disponibles en 1976 (\*)

Il existe un document édité par l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) : « Normales climatologiques (CLINO) relatives aux stations climat et climat ship pour

(\*) Date de la rédaction de l'essentiel de cet article.

**ECARTS ENTRE LES PRECIPITATIONS DES PREMIERS ( $P_1$ ) ET SECOND ( $P_2$ ) SEMESTRES**  
 (Hémisphère Nord  $P_2 - P_1$  Hémisphère Sud  $P_1 - P_2$ )



**2.**

la période 1931-1960 ». Pour les pays qui n'y figurent pas (\*\*), ce document a été complété par les données contenues dans les « World Weather Records 1951-1960 ».

Ces sources d'information suscitent une première série de remarques :

- La vérification ne porte que sur des stations d'observations de terres émergées : il n'y a pas d'observations pluviométriques en mer ou sur les océans, hormis les îles.
- La période de référence n'est pas homogène :
  - . entre CLINO 1931-1960 et WWR 1951-1960
  - . à l'intérieur même de CLINO : dans de nombreux cas il y a des lacunes à l'intérieur de la période de référence donc des reconstitutions
  - . à l'intérieur de WWR 1951-1960 où pour certains pays — notamment la Chine — les seules informations disponibles couvrent la fin du siècle dernier et le premier tiers du  $xx^e$  siècle.
- De nombreuses erreurs matérielles de transcription entachent le fascicule CLINO et ont pu être corrigées par comparaison avec WWR 1951-1960.

**2.2. La procédure utilisée**

La nature de l'information disponible amène à travailler sur l'année civile et non pas sur l'année astronomique. Il s'ensuit des écarts systématiques de 11 jours entre le

solstice d'hiver (21 décembre) et le début du premier semestre et de 8 jours environ entre le solstice d'été et le début du second semestre. Au total, en année civile, le second semestre est plus long que le premier (184 jours contre 181,25).

Sur le plan pratique, le calcul des écarts a été effectué de la manière suivante :

- somme des moyennes mensuelles des précipitations du deuxième semestre  $P_2$  ;
- introduction de la moyenne annuelle  $A$  ;
- obtention des précipitations moyennes du premier semestre  $P_1$  par la différence  $A - P_2$  ;
- l'écart  $D$ , avec son signe, est obtenu par différence entre  $P_2$  et  $P_1$ .

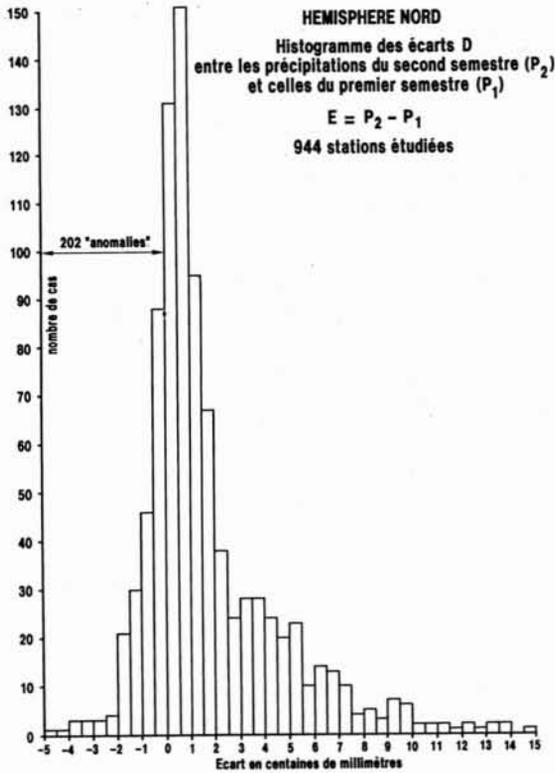
Cette procédure allégée a l'inconvénient de ne pas faire apparaître de manière systématique les erreurs matérielles de transcription sur les normales, mensuelles ou annuelles puisqu'on ne contrôle pas la valeur de la normale annuelle par sommation des 12 normales mensuelles.

La vérification a porté sur 944 stations en hémisphère Nord et 326 stations en hémisphère Sud.

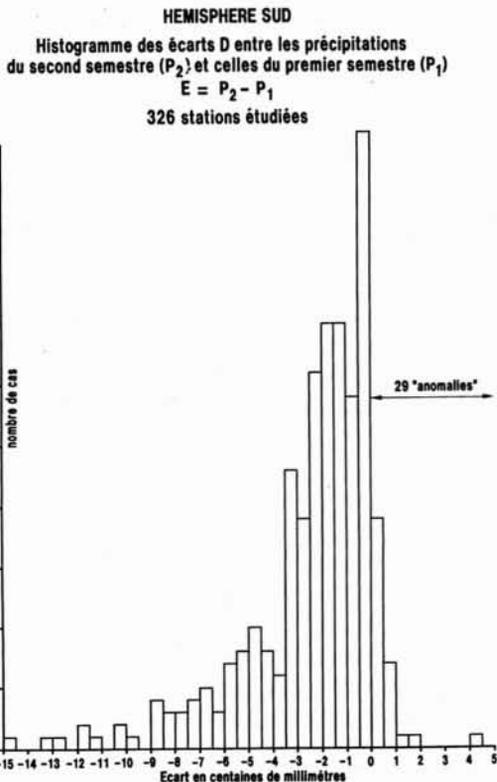
**2.3. Cartographie des écarts**

Une cartographie des résultats a été réalisée par continent et sous continent. La synthèse est produite (figure 2) sur fond de planisphère. Les résultats bruts ont été reportés, soit l'écart  $D = P_2 - P_1$ . En clair, les écarts positifs en hémisphère Nord et négatifs dans l'hémisphère Sud tendent à confirmer l'assertion théorique ; les autres valeurs représentent les « anomalies ».

(\*\*) Ces pays sont les suivants : Chili, Colombie, Nicaragua, Panama, Pérou, Bermudes, Cuba, Haïti (volume 3) ; Chine, Corée du Nord, Népal, Thibet (volume 4) ; Bostwana, Guinée, Gambie, Libéria, Ifni, Mauritanie, Rio de Oro, certaines îles du Pacifique (volume 6).



3.



4.

### 2.4. Calcul de la lame d'eau traduisant l'écart

Il est trop difficile de calculer la lame d'eau sur chaque hémisphère par planimétrie des surfaces entre courbes de valeurs successives, les océans et les problèmes de projection cartographique rendent complexe cette méthode.

Par ailleurs, pour les mêmes raisons, réaliser des polygones de Thiessen est tout aussi exclu.

On sait par expérience, que le calcul des lames d'eau sur des bassins versants par la méthode des moyennes et celui par la méthode de Thiessen donnent des résultats assez peu différents lorsque le nombre de postes utilisés est important, sans pour autant qu'on sache quelle est la méthode la plus représentative de la réalité.

C'est pourquoi, faute de mieux, il a été procédé pour chaque hémisphère à la moyenne algébrique des écarts.

## 3 - RÉSULTATS, COMMENTAIRES ET CONSÉQUENCES POSSIBLES

### 3.1. Les résultats

En hémisphère Nord, l'écart moyen est de + 182 mm en faveur du second semestre. Au Sud, il est de - 237 mm. Globalement, il y a confirmation de la règle.

Les histogrammes des figures 3 et 4 montrent qu'en hémisphère Nord, il existe 202 cas d'anomalies sur 944 et 29 sur 326 en hémisphère Sud.

La valeur absolue de l'écart est très liée à l'abondance des précipitations. Ainsi en zone aride, il est impossible d'obtenir des écarts supérieurs à l'ordre de grandeur des précipitations annuelles, soit environ 100 millimètres. C'est tout naturellement en zone tropicale, là où il y a généralement l'abondance de précipitations, que l'on rencontre le plus fréquemment les plus grands écarts.

Par ailleurs, la répartition spatiale des valeurs d'écarts présente une organisation indéniable, faisant fi de la diversité des conditions de mesure d'un Etat à l'autre. C'est là, un fait remarquable.

### 3.2. Les anomalies de la zone équatoriale

En zone équatoriale, les anomalies s'expliquent en grande partie par la formulation de la règle et par la procédure de vérification. En effet, l'Equateur représente la frontière entre les deux hémisphères. Il en résulte une cartographie particulière : l'isoligne joignant les écarts de même valeur et de même sens confirme l'hypothèse d'un côté de l'Equateur et la rejette de l'autre.

Physiquement, l'Equateur ne peut être assimilé à une frontière infranchissable par l'atmosphère : des échanges ont lieu de part et d'autre. Dans ces conditions, il serait invraisemblable de ne pas y rencontrer d'anomalies.

En revanche, il est remarquable que les anomalies se situent préférentiellement au Nord de l'Equateur et y prennent des valeurs extrêmement importantes. Elles contribuent fortement à minorer la valeur absolue de l'écart moyen de l'hémisphère Nord (182) par rapport à celui du

Sud (237). Le tracé de l'isoligne « zéro » présente une analogie avec celui de l'Equateur thermique qui se situe globalement en hémisphère Nord.

**3.3. Les anomalies des latitudes moyennes**

Aux latitudes moyennes, se développent deux autres anomalies d'allure zonale. L'une est très nettement visualisée en hémisphère Nord (figure 2). Celle de l'hémisphère Sud l'est beaucoup moins, sans doute à cause de la faible surface des terres émergées dans cette zone. Ce n'est que très exceptionnellement que les anomalies des moyennes latitudes dépassent 200 millimètres. La majorité d'entre elles se situent très nettement au dessous des 100 millimètres.

**3.4. Significativité des résultats précédents**

La vérification qui vient d'être conduite, suffit-elle à confirmer la démonstration théorique de la règle ?

Un test statistique sur la significativité de la moyenne des écarts reportés sur les histogrammes des figures 3 et 4, n'aurait pas une portée décisive pour les deux raisons indépendantes suivantes :

- L'importance des anomalies équatoriales pèse lourdement et pose le problème de la limite de répartition des précipitations entre les deux hémisphères : est-elle assimilable à l'équateur géographique ?
- L'emploi des moyennes trentenaires 1931-1960 cache la variabilité du phénomène étudié. La vérification année par année doit être entreprise : il s'agit d'un travail important, dépassant le cadre de cet article.

Pour que la règle énoncée (« il pleut davantage le second semestre en hémisphère Nord et inversement en hémisphère Sud ») soit admise, il faut qu'elle soit confirmée année par année à partir de stations d'observation en nombre suffisant et bien réparties à la surface du globe. En toute rigueur, un seul résultat contraire suffirait à rejeter la règle énoncée.

**3.5. Recoupements complémentaires**

**3.5.1. Valeur de l'écart en atmosphère standard**

Dans les régions tempérées, les variations du stock d'eau dans l'atmosphère ont l'ordre de grandeur des écarts observés.

On peut estimer assez simplement la hauteur d'eau condensable dans l'atmosphère à un moment donné en calculant son humidité absolue, qui exprime la quantité d'eau contenue dans un mètre cube d'air humide :

$$Ha \text{ (kg/m}^3\text{)} = 0,217 e/T$$

*e* est la tension de vapeur d'eau dans l'air en hectopascals  
*T* est la température de l'air en degrés Kelvin

Considérons une colonne d'air de un mètre carré de section. Sa température au sol étant *To*, on peut admettre

que cette température diminue avec l'altitude *z* en mètres comme dans l'atmosphère standard :

$$T(z) = To - 0.0065 z$$

Si on admet en plus que l'air est saturé, la tension de vapeur saturante *e<sub>w</sub>* n'est fonction que de la température. A toute altitude *z* on peut donc connaître *e<sub>w</sub>*[*T*(*z*)], si bien qu'en intégrant l'humidité absolue de l'altitude zéro jusqu'à la tropopause, on obtient la masse d'eau contenue dans la colonne d'air surmontant le mètre carré :

$$0,217 \int e_w[T(z)] / T(z) dz = [\text{kg/m}^2] = [\text{Millimètres}]$$

Si on considère une station comme Paris - le Bourget, la température mensuelle moyenne la plus faible de la période 1931-1960 est de 3,2 °C en janvier, la plus forte est de 19 °C en juillet, ce qui correspond, avec les hypothèses que nous avons retenues, à des hauteurs d'eau condensables de 11,3 mm et 36,7 mm respectivement, soit une différence  $\Delta h$  de 25,4 mm. Pour la même période de référence, les précipitations du premier et du second semestre sont respectivement de 269 mm et de 316 mm, soit une différence de 47 mm très proche de 2  $\Delta h$ . Le même calcul fait à Chateau Chinon pour la même période de référence donne les résultats suivants :

Températures moyennes mensuelles extrêmes :	1,1 °C	17,3 °C
Précipitations des 2 semestres :	578 mm	636 mm

La différence entre les précipitations des 2 semestres est de 58 mm pour un  $\Delta h$  de 23,2 mm. Considérons qu'il ne s'agit là que de coïncidences.

**3.5.2. Aspects dynamiques**

— le temps de séjour de l'eau atmosphérique :

Physiquement, compte tenu d'un temps de séjour moyen de 8 jours pour l'eau dans l'atmosphère, la recharge ou la décharge du stock d'eau peut facilement suivre l'évolution des températures.

Il n'est pas tenu compte des nuages formés de gouttelettes en suspension lesquelles représentent entre 0,2 et 0,5 grammes d'eau par mètre cube de nuage. On peut admettre que les nuages sont également présents quelle que soit la saison et donc qu'ils n'interviennent pas dans la modification saisonnière du stock d'eau dans l'atmosphère. Les auteurs ne savent pas comment déterminer l'influence de ce facteur sur les écarts semestriels.

— le cas des pays à mousson :

Il faut traiter à part les régimes avec une saison pluvieuse de type mousson (Asie du sud-est, Afrique). Dans ces régimes, les variations saisonnières des températures sont faibles, mais la saison des pluies est liée à des contrastes thermiques qui, compte tenu de l'inertie thermique des océans surtout, sont maximaux 1 à 2 mois après le solstice d'été, si bien que les mois les plus pluvieux sont juillet, août et quelquefois septembre dans l'hémisphère Nord (Bombay, Bamako..) et janvier, février, mars dans l'hémisphère Sud (Tananarive). Dans ces exemples, les écarts pluviométriques entre les 2 semestres sont très supérieurs aux modifications du stock d'eau dans l'atmosphère consécutives aux variations saisonnières des températures.

D'après FRÉCAUT (1982), on a :

	1 <sup>er</sup> semestre	2 <sup>e</sup> semestre	différence
Bamako	224 mm	875 mm	+ 651 mm
Bombay	542 mm	1 536 mm	+ 994 mm
Tananarive	793 mm	478 mm	- 315 mm

### 3.5.3. La répartition des anomalies

La configuration zonale des anomalies évoque les deux grandes trajectoires de la circulation générale de l'atmosphère notamment la méridienne suivant le système en cellules (Hadley, Ferrell, polaire). La vérification année par année apporterait des indications intéressantes sur les déplacements des zones d'anomalies qu'il serait judicieux de confronter avec les variations de la circulation générale.

## 3.6. Autres conséquences possibles

### 3.6.1. Constance des précipitations annuelles

Une des conséquences possibles du raisonnement de la première partie est que le volume des précipitations est le même d'une année sur l'autre, sur l'ensemble du globe ou sur un hémisphère. On serait même tenté d'ajouter : « quel que soit le découpage de l'année (année civile ou hydrologique ou autre...) ».

Une vérification s'impose. Les observations recueillies à ce jour, suffisent-elles pour la conduire ? En admettant qu'elle puisse être menée, année par année, sur un minimum de 10 000 stations d'observations, la signification des résultats est affaiblie dès le départ puisque les océans sont très insuffisamment représentés. D'autre part, la surface totale de l'échantillon de 10 000 pluviomètres de 400 cm<sup>2</sup> est dans un rapport de 1 à 10 milliards en regard de la surface totale du globe. N'importe quel statisticien serait ému de travailler sur un échantillon aussi modestement

représentatif (\*). En tout état de cause, il attribuerait la dispersion des volumes de précipitations annuelles autour de leur moyenne à la seule erreur d'estimation sans toutefois conclure de façon probante sur la constance du phénomène : or cette dernière semblait déjà admise implicitement par Wüst en 1922 (cf. annexe A).

### 3.6.2. Phénomènes de compensation à l'intérieur d'un hémisphère

Une autre conséquence possible, c'est qu'il ne peut y avoir quelque part un déficit exceptionnel de précipitation sans qu'il ne soit compensé par un excédent de même grandeur à l'intérieur du même hémisphère.

### 3.6.3. Le rôle à moyen et long termes des océans

L'inertie thermique des océans est un phénomène dont la partie la plus visible est le décalage du cycle saisonnier. Ce dernier traduit le temps de réaction différent de l'atmosphère et des océans à la situation astronomique.

Les variations de réserve de chaleur des océans, notées sur plusieurs années, voire plusieurs dizaines d'années, représentent vraisemblablement un phénomène très important et cependant mal connu. Si tel était le cas, cela invaliderait la relation :  $E_1 = E_2$  à l'échelle de l'année ; en effet, certaines années, une partie du rayonnement solaire contribuerait à l'augmentation globale du stock de chaleur des océans et, inversement, d'autres années, ces derniers libéreraient une partie de leurs réserves. Tout cela sans compter l'activité interne au globe lui-même. Cela nuancerait aussi le terme de « constance des précipitations annuelles », en expliquant la dispersion autour de la moyenne.

(\*) Intuitivement, la vérification sur les écarts de précipitation entre le premier et le second semestre, a une signification bien plus solide.

## CONCLUSION

La règle énoncée n'a pas été soumise à un contrôle suffisant pour être définitivement admise. Le raisonnement repose sur la continuité du cycle de l'eau à l'échelle de la planète, amenant au sein de l'atmosphère l'équilibre des entrées et des sorties, et sur la constance de l'énergie solaire utilisée.

Pour obtenir confirmation des multiples conséquences entrevues, il importe de développer un système de mesures qui permette d'évaluer correctement les bilans hydriques à l'interface globe atmosphère, en tous points du globe et à un pas de temps suffisamment bref.

Cependant un certain nombre de pistes sont ouvertes au chercheur, notamment la compilation des archives pluviométriques mondiales.

**BIBLIOGRAPHIE**

- [1] Organisation Météorologique Mondiale (1971). — *Normales climatologiques (CLINO) relatives aux stations climat pour la période 1931-1960*. WMO/OMM n° 117 TP 52.
- [2] US Département of commerce — Weather Bureau. — *World Weather Records 1951-1960*. Volume 1 - North America 535 p. Volume 2 - Europe 547 p. Volume 3 - South America, Central America, West India, The Caribbeas and Bermuda 355 p. Volume 4 - Asia 576 p. Volume 5 - Africa 545 p. Volume 6 - Antartica, Australia, Oceanis Islands, and Ocean Weather stations 605 p.
- [3] *Handbook of Meterology* (1945). — Mc Graw-Hill book company inc. 1 068 p.
- [4] PERLAT A., PETIT M. (1961). — *Mesures en Météorologie*, Gauthier Villars, Paris, 393 p.
- [5] *Grand Atlas International Sequoia* (1968). — Séquoia Elsevier, Paris, Bruxelles.
- [6] *Atlas Universalis* (1979). — Rand Mac Nally and Company New York.
- [7] GOSSET B. (1979). — « *Atmosphère* » *Encyclopedia Universalis*. Volume 2, pp. 747-755.
- [8] PERRIN DE BRICHAMBAUT C. (1979). *Bilan thermique de la terre*. Volume 3, pp. 172-176.
- [9] FRÉCAUT R. (1982). — *Eléments d'hydrologie et de dynamique fluviale. Tome 1 : Hydrologie et dynamique fluviale des régions chaudes et humides des basses latitudes*. Publication de l'Université de Nancy.

**ANNEXE A**

En 1922, Wüst a estimé le bilan hydrique mondial et est parvenu aux résultats suivants :

**Océans**

Vaporation totale sortie des océans 334 000 km<sup>3</sup> par an.  
 Précipitations totales sur les océans 297 000 km<sup>3</sup> par an.  
 Ruissellement superficiel provenant des continents  
 37 000 km<sup>3</sup> par an.

**Continents**

Précipitations totales sur les terres émergées  
 99 000 km<sup>3</sup> par an.  
 Evaporation totale en provenance des terres émergées et  
 des eaux continentales 62 000 km<sup>3</sup> par an.  
*Source* : Handbook of Meterology, page 740 qui cite  
 l'article de Wüst de 1922.

**Commentaire :**

Si on effectue la somme des précipitations et celles des évaporations, il y a équilibre soit 396 000 km<sup>3</sup> par an.  
 Pour que le système de Wüst soit tout à fait équilibré, le ruissellement provoquant un transfert de 37.000 km<sup>3</sup> de terres vers les océans doit être compensé au niveau de l'atmosphère par un transfert de volume égal entre les océans et les continents.

# Livres

**IMFL.** — *Visualisation et traitement d'images en mécanique des fluides* (Colloque national, 29 mai-1<sup>er</sup> juin 1990, Lille, France). IMFL-ONERA (5, Bd Paul Painlevé, 59000, Lille, France), 1991, 334 p., 500 F.

Méthodes optiques. — Plans de lumière. — Posters. — Thermique. — Applications.

Le Colloque de Lille, quatrième du nom, organisé par l'Institut de mécanique des fluides de Lille, a confirmé que la démarche entreprise en 1984 était pleinement justifiée et ne restait pas sans suite puisque 31 communications sélectionnées par le Comité Scientifique ont montré l'émergence de nouvelles méthodes, ainsi que la diversification croissante des champs d'application.

**Murthy (T.K.S.), Brebbia (C.A.).** — *Supercomputing in fluid flow*. Computational Mechanics Publications, Ashurst Loge (UK), 1990, 280 p., 32 £. ISBN 1-85312-076 et 0-945824-59-9 (US, Canada, Mexico)

**Ninomiya (H.), Onishi (K.).** — *Flow analysis using a PC*. Computational Mechanics Publications, Ashurst Loge (UK), 1991, 212 p., 49 £. ISBN 1-85312-144-4 et 1-56252-077-6 (US, Canada, Mexico)

**Bakker (P.G.).** — *Bifurcations in Flow Patterns: Some Applications of the Qualitative Theory of Differential Equations in Fluid Dynamics*. Kluwer, Dordrecht (Pays-Bas), 1991, 224 p., 44,50 £. ISBN 0-7923-1428-X

This volume presents a discussion of problems in fluid dynamics and gas dynamics in terms of the qualitative theory of differential equations and topological considerations. Special attention is given to qualitative aspects of flow fields, in particular to the geometry, shape and structural stability of streamline patterns.

**Wrobel (L.C.), Brebbia (C.A.), eds.** — *Computational Modelling of Free and Moving Boundary Problems. Vol. 1: Fluid Flow*. Computational Mechanics Publications, Ashurst Loge (UK), 1991, 464 p., 66 £. ISBN 1-85312-157-6 et 1-56252-084-9 (US, Canada, Mexico).

Le volume 2 est consacré aux transferts thermiques.

**Riste (T.), Sherrington (D.), eds.** — *Spontaneous Formation of Space-Time Structures and Criticality* (Proceedings of the NATO Advanced Study Institute, Geilo, Norway, April 2-12, 1991). Kluwer, Dordrecht (Pays-Bas), 1991, 444 p., 76 £. ISBN 0-7923-1452-2

Recently it was suggested that extended, driven systems selforganize to a critical state, a state only found at the abovementioned phase transitions. Manifestations of this are fractal patterns in nature, e.g. fractured rocks, and the temporal fluctuations of river flow, electronic noise etc. In hydrodynamics the development of the space-time structures from laminar flow to turbulence has been much discussed in the last decade. The idea of self similarity may also be applicable to this phenomenon.

**Bear (J.), Buchlin (J.M.), eds.** — *Modelling and applications of transport phenomena in porous media*. Kluwer, Dordrecht (Pays-Bas), 1992, 396 p., 75 \$. ISBN 0-7923-1443-3

This volume presents a short course on the modelling and applications of transport phenomena in porous media.

The opening chapter provides a methodology for constructing mathematical models of problems of transport in porous media on the basis of the continuum approach (Bear). The next four chapters deal with applications such as multiphase flow (Dracos), phase change phenomena (Buchlin and Stubos), heat transfer (Mehr and Würtz) and drying processes (Moyné et al.). The last chapter of the book deals with the stochastic description of porous media (de Marsily).

**Berton (R.).** — *Magnétohydrodynamique*. Masson, Paris, 1991, 264 p., 330 F. ISBN 2-225-81814-2

La magnétohydrodynamique est l'étude de l'interaction entre les champs magnétiques et les écoulements de fluides conducteurs.

Cet ouvrage passe en revue de façon aussi synthétique que possible ses principales applications, tant dans le domaine technologique (production d'électricité, propulsion, pompes, métallurgie), que dans celui des sciences de l'univers (géophysique, physique solaire), qui en constituent les différents chapitres. Il ne prétend pas décrire en détail ces disciplines, mais vise plutôt à intéresser les ingénieurs à des problèmes plus fondamentaux, et réciproquement les chercheurs à des questions plus techniques. Les lecteurs concernés seront les étudiants de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycle en physique, les élèves des grandes écoles, les ingénieurs et les chercheurs désirant aborder un aspect complémentaire de leur domaine d'étude.

L'auteur est ingénieur, centralien et docteur en astrophysique. Depuis 1987, il est ingénieur de recherche à l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (O.N.E.R.A.).



**British Pump Manufacturers' Association.** — Meeting the pump users' needs. Elsevier Advanced Technology, Oxford (UK), 1991, 589 p., 80 £. ISBN 1-85617-075-6

Elsevier Advanced Technology signale aussi la revue qu'il publie sur le sujet : *World Pumps* (12 n./an, 69 £/117 \$).

**Bowles (D.S.), O'Connell (P.E.), eds.** — *Recent Advances in the Modeling of Hydrologic Systems* (Proceedings of the NATO Advanced Study Institute, Sintra, Portugal, July 10-23, 1988). Kluwer, Dordrecht (Pays-Bas), 1991, 684 p., 105 £. ISBN 0-7923-1398-4