

Witold Lenart

**L'HUMIDITE ATMOSPHERIQUE AU-DESSUS DU TERRITOIRE
DE LA POLOGNE**

Les changements périodiques ainsi que la circulation de la vapeur d'eau dans l'atmosphère jouent un rôle important dans la formation du climat et des rapports hydrographiques sur un continent. Leur importance est d'autant plus considérable que l'homme possède maintenant des possibilités potentielles d'influence sur plusieurs phénomènes atmosphériques. La connaissance de la circulation d'eau dans l'atmosphère est donc nécessaire à la veille d'entreprendre des grands travaux hydrotechniques et des améliorations foncières. Cela est d'autant plus important que tout phénomène atmosphérique montre une grande sensibilité aux perturbations extérieures.

Au cours des dernières années un intérêt croissant a été porté à l'évaluation quantitative de la partie atmosphérique de l'hydrosphère compte tenu du transport et, même, du bilan d'eau, dans l'atmosphère. Il s'agit avant tout du transport de la vapeur d'eau, le déplacement de l'eau condensée en forme de nuages et de précipitations étant d'une importance secondaire. Des travaux scientifiques ont été commencés dans plusieurs régions du monde—au début sur de petites étendues de l'Europe et des Etats-Unis d'Amérique, ensuite dans les bassins versants des mers semi-communicantes (Baltique, Méditerranée), enfin sur les grandes étendues de territoires (Amérique du Sud, URSS, Afrique). Des travaux semblables sont aussi menés en Pologne—leurs résultats sont brièvement exposés ci-dessous. Quant aux détails méthodologiques, ils sont présentés dans les autres publications (voir Lenart, 1978, 1983).

A l'aide de ces données obtenues sur les postes d'observations aérologiques situés en Pologne et dans les pays voisins (15 postes au total) on a déterminé, pour la période entre le mois d'avril 1976 et le mois d'octobre 1977, les flux horizontaux mensuels de vapeur intégrés de la surface de la terre jusqu'au niveau isobarique de 300 hPa. Les caractéristiques de l'humidité atmosphérique obtenues au cours de cette étude ont été comparées avec les données de plusieurs années (1961—1970) recueillies

par les postes frontières de l'Est de l'URSS, ce qui a permis d'accumuler une information de valeur climatologique.

Du point de vue de la circulation atmosphérique, la Pologne est située à un point névralgique. Au-dessus de son territoire, on voit se déplacer des masses énormes d'humidité atmosphérique d'origine atlantique qui décident de l'humidification de l'air au-dessus de l'Europe de l'Ouest ainsi que de l'intérieur de l'Asie. On estime qu'au-dessus de la dépression polonaise se déplacent pendant chaque seconde 130 kg d'eau sous forme de vapeur d'eau en moyenne annuelle. Des quantités plus grandes n'apparaissent que dans le climat à moussons en été, dans le climat équatorial aux confins de la mer et du continent, et probablement sur certains fragments des côtes ouest des deux Amériques, dans la zone du climat tempéré. En ce qui concerne ce dernier, c'est l'orographie qui limite une circulation intensive de la vapeur d'eau sur les pentes „au vent” des Andes et des Montagnes Rocheuses.

Ces grandes quantités de vapeur d'eau n'occasionnent pas de précipitations élevées, ni d'augmentation du contenu en vapeur de l'atmosphère. Elles constituent tout simplement un fort flux de transit à direction déterminée. Les changements éventuels du climat dans cette région, causés par les activités humaines pourraient aboutir à une mise à profit de l'humidité.

En ce qui concerne la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, le territoire de la Pologne se caractérise par des valeurs plutôt moyennes (Fig. 1). La quantité moyenne d'eau par an accumulée dans la troposphère

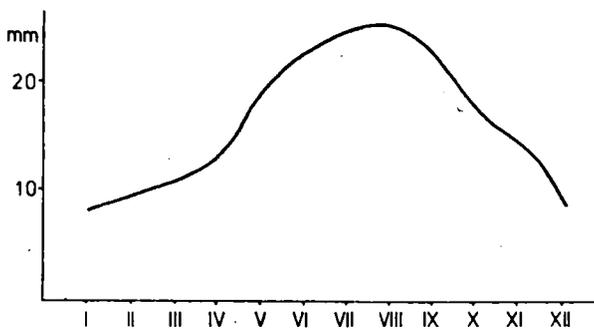


Fig. 1. Contenu moyen annuel de la vapeur d'eau dans la troposphère au-dessus de la Pologne (mm).

re au-dessus du territoire polonais est à peine 16,5 mm, ce qui à côté de 600 mm de précipitations donne une intensité d'échange de l'humidité 36,4 fois par an, c'est-à-dire tous les 10 jours. En été, le niveau

de la vapeur d'eau est plus élevé (au-dessus de 20 mm), en hiver il baisse à 7,5 — 11,0 mm. Le maximum apparaît au mois d'août, ce qui prouve une forte influence de l'Océan Atlantique (les meilleures conditions pour l'évaporation dans l'Atlantique du Nord se présentent justement au mois d'août). Une autre caractéristique, cette fois dynamique, est fournie par la quantité de vapeur d'eau transportée dans l'air en une unité de temps, intégrée à travers toute la couche de l'atmosphère et calculée par unité de la surface perpendiculaire au flux de vapeur d'eau. Cette caractéristique est déterminée comme le flux instantané de l'humidité F qui, au moment du mesurage est égal au produit de multiplication de l'humidité d'air par le vecteur de vitesse du vent. La décomposition de F en composante de zone et composante méridienne permet d'obtenir des données de valeur moyenne (par addition des vecteurs) concernant l'intensité du transport de zone et du transport méridien ainsi que celle du transport total. Ces valeurs déterminent la vitesse d'échange d'eau entre l'océan et le continent ou bien entre les régions. En vertu de ces données il est possible d'indiquer le rôle de l'humidité d'origine locale (évaporation territoriale) dans l'échange de l'humidité. Dans le cas de la Pologne ou bien des territoires de dimension identique la quantité (volumétrique) de la vapeur d'eau circulant dans le temps t est:

$$Q = (\bar{F}) \times I \times t$$

où

- F — intensité moyenne du transport de la vapeur d'eau,
 I — dimensions linéaires du territoire.

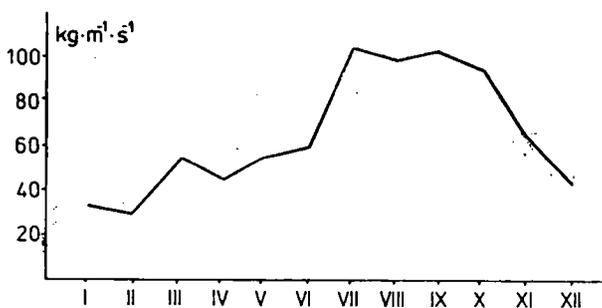


Fig. 2. Intensité moyenne annuelle du déplacement de la vapeur d'eau dans l'atmosphère au-dessus de la Pologne. ($\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$).

Il en résulte qu'au-dessus du territoire de la Pologne, à peu près 4100 m^3 de l'humidité sous forme de vapeur d'eau se déplacent au cours d'une année, ce qui correspond, en moyenne, à la quantité se déplaçant au-

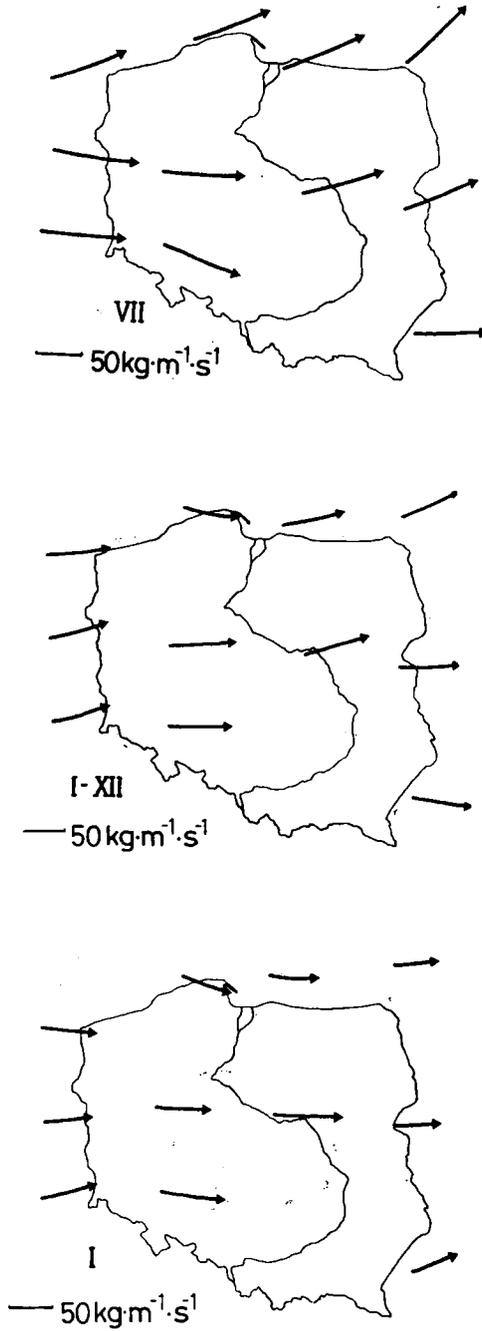


Fig. 3. Les flux totaux de la vapeur d'eau au-dessus de la Pologne au mois de janvier (a), au mois de juillet (b), et au cours de l'année (c) ($\text{kg m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$).

dessus du bassin du Yenisséy et constitue le quart de celle au-dessus du bassin de La Parana. Le rapport entre la quantité citée ci-dessus et les précipitations en Pologne (environ 190 km^3) représente une des plus faibles valeurs dans le monde ($4,6\%$). La Fig. 2 montre l'allure de l'intensité de l'humidité de l'air au-dessus de la Pologne exprimée en $\text{kg/m} \times \text{s}$. Le maximum du mois d'août est aussi clairement visible.

Il est très intéressant d'analyser le flux total de la vapeur d'eau compris comme la résultante des jets horizontaux de vapeur pour une période définie en une unité de temps. C'est donc un vecteur dont la grandeur correspond à celle de l'intensité du transport (kg/mxs). Ainsi, les cartes de champs des vecteurs intégrés des jets d'humidité montrent la direction et l'intensité du déplacement prédominant au-dessus d'un territoire donné. La Fig. 3 a, b, c montre les cartes de ce caractère concernant la Pologne, respectivement pour les mois de janvier, de juillet, et pour une année. Comme la suprématie du sens Ouest sur le sens Est dépasse considérablement celle du sens Sud sur le sens Nord, le vecteur moyen prend insensiblement la direction Nord.

La différence entre le Sud et le Nord du pays est très nette. Au-dessus de la frontière Est le flux moyen de la vapeur d'eau accuse une visible divergence qui peut être exprimée à l'aide de la différence entre les angles directionnels des vecteurs du flux de Kaliningrad et de celui

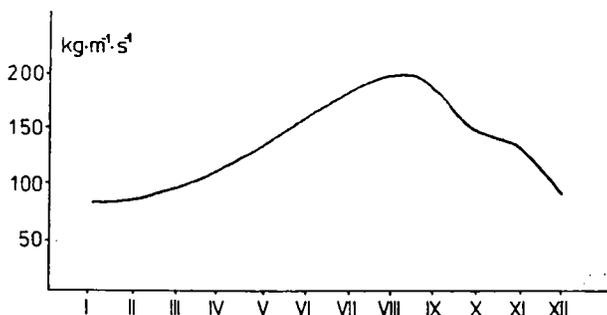


Fig. 4. Composante de zone (Ouest) du flux total de la vapeur d'eau au-dessus de la Pologne ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$).

de Lwow (10°). La divergence est beaucoup plus prononcée en été. Cela évidemment se traduit par des précipitations. En hiver, l'utilisation de ce flux d'humidité est sensiblement plus élevée qu'en été.

Des résultats très instructifs sont obtenus par une analyse de l'allure des composantes: zonale (Fig. 4) et méridienne (Fig. 5), du flux total

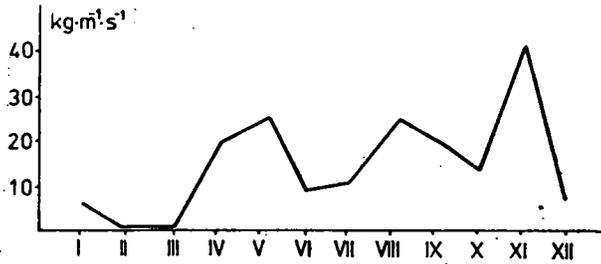


Fig. 5. Composante (méridienne) du flux total de la vapeur d'eau dans l'atmosphère au-dessus de la Pologne ($\text{kg m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

de l'humidité. La prépondérance du déplacement ouest est colossale, particulièrement de juillet jusqu'à août. Le transport méridien (avant tout celui du sud) augmente au cours des saisons transitoires (printemps, automne) de l'année. Ces faits confirment encore une fois le caractère océanique de l'été ainsi que le caractère continental du printemps et de l'automne en Pologne.

La dernière méthode, très utile, d'application des données concernant le déplacement de la vapeur d'eau est sa divergence au-dessus d'un territoire. Le calcul de l'augmentation ou bien de la réduction de la vapeur d'eau le long de la ligne limitative d'un territoire assigné permet d'obtenir une information sur le bilan de l'humidité de l'air. L'effet de la divergence signifie une réduction et celui de la convergence — une augmentation de la vapeur d'eau. Réduction ou évaporation, tout changement doit être compensé par l'évaporation (E) ou bien la précipitation (P) selon la formule

$$\text{div } \bar{Q} = \bar{E} - \bar{p}$$

La méthode présentée ci-dessus rend possible la détermination directe de l'intensité d'évaporation ou bien de précipitation pour des grands espaces de territoire. Les étendues continentales où l'humidité est suffisamment abondante sont caractérisées par une convergence de la vapeur d'eau (les précipitations emportent sur l'évaporation). Cette règle s'applique au-dessus du territoire polonais. Il convient cependant de souligner qu'au cours de certains mois et même de certaines saisons il peut se manifester un déficit de l'humidité relatif au caractère divergent du déplacement de la vapeur d'eau. Ainsi, l'étude de la phase atmosphérique de circulation de l'eau devient une précieuse méthode de détermination des climats ayant des périodes sèches.

Lenart W., „Rozwój badań nad atmosferycznym transportem wilgoci” [Le développement de l'étude concernant le déplacement atmosphérique de la vapeur d'eau], *Przegląd Geograficzny*, 1978, n° 3.

Lenart W., „Transport pary wodnej nad terytorium Polski” [Le Déplacement de la vapeur d'eau au-dessus de la Pologne], *Przegląd Geofizyczny*, 1983, nos 3 et 4.

Peixoto J.P., *Moisture Transport in the Atmosphere over the Mediterranean Region*, UNESCO Technical Documents in Hydrology, 1981.

