HAL
open science

Sur la nature des mouvements cycloniques de l'atmosphère

Th. Schwedoff

To cite this version:

Th. Schwedoff. Sur la nature des mouvements cycloniques de l'atmosphère. J. Phys. Theor. Appl., 1886, 5 (1), pp.365-370. 10.1051/jphystap:018860050036501 . jpa-00238659

HAL Id: jpa-00238659

https://hal.science/jpa-00238659

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

SUR LA NATURE DES MOUVEMENTS CYCLONIQUES DE L'ATMOSPHÈRE;

PAR M. TH. SCHWEDOFF.

D'après l'opinion de M. Faye, les mouvements gyratoires de notre atmosphère prennent naissance en haut, dans la couche des cirrus; c'est son hypothèse. La conséquence en est que ces gyrations descendent et refoulent vers le sol l'air froid et relativement sec des hautes régions. Par contre, l'hypothèse de la majorité des météorologistes est que l'aspiration et la gyration de l'air commencent en bas, dans le voisinage du sol, et la conséquence en est que l'air chaud et humide des couches inférieures remonte vers les régions élevées.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphystap:018860050036501

Mon avis est qu'un grave malentendu préside à toutes les discussions sur le siège primitif des gyrations cycloniques. Le fait est que les conséquences des météorologistes dérivent de l'hypothèse de M. Faye et *vice versa*. Si une gyration commence en haut, elle doit avoir pour effet un appel d'air, une ascension des couches inférieures; ou bien, si la gyration se produit dans le voisinage du sol, il doit en résulter une descente de l'air des couches supérieures; de sorte qu'avec les tourbillons ascendants on doit s'arrêter à l'hypothèse de M. Faye, et, en partant de l'idée des tourbillons descendants, on tombe sur l'hypothèse des météorologistes.

Pour prouver cette thèse, je remplace l'atmosphère par deux liquides, deux solutions de sels, choisis convenablement pour imiter réellement ce qui se passe dans l'atmosphère. Ces liquides sont des solutions dans de l'eau de source, de carbonate de soude (densité 1,03) et de chlorure de calcium (densité 1,08). Séparés, ces liquides sont incolores, transparents; mélangés ils forment un précipité blanc, de la craie finement pulvérisée. Un vase parallélépipédique formé de glaces de verre sert à contenir les liquides. Deux disques métalliques horizontaux, portés par deux tiges verticales, plongent dans les liquides et permettent d'imprimer à ceux-ci un mouvement de gyration.

Supposons qu'il s'agisse de gyrations qui arrivent d'en haut, c'est l'hypothèse de M. Faye. On imprime quelques tours à la manivelle qui commande le disque supérieur; aussitôt on voit des filets de nuages se détacher de la couche opaque qui sépare les deux liquides au-dessous du disque. A mesure qu'on accélère la rotation, la surface de cette couche renfle à son centre; les nuages qui en émanent deviennent de plus en plus épais, s'étirent vers le disque en s'enroulant sur l'axe géométrique de rotation. Des veines liquides de la solution inférieure font irruption dans la solution supérieure en dépit de leur densité plus considérable, se frôlent contre le milieu ambiant et dégagent un brouillard du précipité blanc. Il se forme dans le vase un ouragan en miniature. La masse en mouvement forme un espèce de cône droit à génératrice courbe, convexe du côté dirigé vers l'axe du tourbillon. Chaque particule décrit, en s'élevant, une spire hélicoïdale dont le diamètre diminue graduellement.

Ainsi, quand l'origine des gyrations se trouve en haut « et ne se

trouve que là », on a en bas le contraire de ce qu'en attend M. Faye : les tourbillons sont centripètes et ascendants. On a les tourbillons des météorologistes.

Passons à l'hypothèse des météorologistes, gyrations partant du sol. On n'a qu'à renverser l'expérience. Donnons quelques coups de rotation au disque intérieur de notre appareil. Maintenant ce sont les couches les plus basses, les plus denses du liquide, d'où partent les gyrations, et l'aspect du phénomène change complètement. La couche opaque qui sépare les deux solutions manifeste une agitation, s'abaisse à son centre et forme une espèce de protubérance dirigée vers le bas. Un groupe d'appendices en forme d'entonnoir se détachent de cette protubérance, s'étirent, s'enroulent dans le sens de la rotation du liquide. D'autres appendices les suivent, et il s'en forme un cône renversé dont la base est en haut et dont le sommet touche le fond du vase. La figure de cette masse de lambeaux pendillants, tourmentés dans tous les sens par les courants du liquide, ressemble à l'aspect des vrais nuages qui précèdent immédiatement un orage. Encore quelques tours de manivelle et notre orage artificiel éclate. Des flots du liquide supérieur, malgré leur légèreté relative, envahissent les couches inférieures, se mêlent à celles-ci et dégagent une averse du précipité. On s'assure facilement que chaque particule engendre une spire hélicoïdale descendante dont le diamètre diminue progressivement. On a justement ce genre de tourbillons sur lequel insiste M. Faye. Seulement cette fois nous sommes dans l'hypothèse des météorologistes.

La théorie des mouvements gyratoires au sein du liquide, créée par M. Helmholtz et développée par sir W. Thomson, par Kirchhoff, Beltrami et par d'autres savants, forme une partie très importante de l'Hydrodynamique. Comme je ne peux pas reproduire ici cette théorie dans tous ses détails, j'essayerai de donner une autre tournure au problème qui nous intéresse.

Je pose en principe que l'effet produit sur le milieu ambiant par une colonne d'air en gyration est la résultante des actions partielles de toutes les couches dont cette colonne est constituée. Étant donné qu'une lame fluide circulaire est douée d'un mouvement gyratoire autour d'un axe normal à son plan et passant par son centre, la force centrifuge doit projeter les particules en mou-

vement vers la périphérie de la lame. Il en résulte une diminution de pression dans la partie centrale de la lame et une force d'aspiration dirigée vers le centre. Sous l'action de cette force, les particules situées au-dessus et au-dessous de la lame affluent vers l'axe de gyration, tandis que les particules contenues dans le plan de la lame, sollicitées par la force centrifuge, s'éloignent de plus en plus de cet axe. La propagation du tourbillonnement dans le milieu ambiant et la diminution progressive de la vitesse linéaire des particules en sont les conséquences nécessaires. Un tourbillon pareil est nécessairement passager; il se dissipe dans le milieu et disparaît, à moins que la gyration de la lame liquide ne soit entretenue aux dépens de forces extérieures, comme cela a lieu dans l'expérience décrite ci-dessus.

Passons maintenant à une colonne d'air en gyration. Je suppose que cette colonne est cylindrique, verticale, et qu'elle se termine en bas et en haut par deux surfaces idéales, pénétrables aux courants du fluide. J'appellerai une colonne pareille *tourbillon à bases ouvertes.*

Désignons par a, b, c, ..., x, y, z les couches consécutives horizontales dont la colonne est composée, et admettons que la vitesse de gyration est la même dans toutes les couches. Dans ces conditions les particules d'une couche quelconque intermédiaire m sont sollicitées par deux forces d'aspiration, celle de la couche l et celle de la couche n. Ces deux forces étant égales et de sens contraires s'entre-détruisent. Il n'y a pas d'aspiration dans les couches moyennes de la colonne. Ce sont les bouts de la colonne, les couches a et z les premières, qui usent leur force vive de gyration à pomper l'air du dehors. Ensuite c'est aux couches b et y à dissiper à leur tour la force vive dans le milieu environnant. Il en résulte que la colonne en gyration se raccourcit et s'élargit jusqu'à ce que sa force vive se dissipe dans le milieu. Un tourbillon à bases ouvertes ne peut pas durer indéfiniment.

Mais il en est autrement si les bases d'une colonne en gyration sont formées, non pas par des plans idéals, mais par des surfaces matérielles, résistantes, impénétrables aux courants du fluide. Dans ce cas, et seulement dans ce cas, la force centrifuge de gyration est partout contre-balancée par la pression du milieu ambiant. Le fluide n'est pas aspiré du dehors dans l'intérieur de la colonne.

Les particules ne descendent ni ne remontent le long du tube tourbillonnant; elles ne sont nulle part projetées en dehors de la colonne. La force vive ne se dissipe plus; elle se conserve indéfiniment dans la masse même en gyration. Un *tourbillon à bases fermées* est un état cinétique doué de stabilité parfaite. Il va sans dire que je fais abstraction des frottements des molécules entre elles et contre les parois des bases.

Pour obtenir ce genre de bouillonnement, il n'est pas toujours nécessaire de fermer les bases par des parois solides. On peut y arriver en appuyant une des bases, ou toutes les deux bases sur le niveau libre du fluide; il n'y aura pas d'aspiration aux bases puisqu'il n'y a pas de fluide au delà de ce niveau. Seulement l'abaissement de la pression à l'intérieur de la colonne et le surcroît de pression à la périphérie du tourbillon seront décelés, à la surface du niveau, par une dépression conique centrée sur l'axe de gyration et par un bourrelet circulaire tout autour de cette dépression, ou bien, pour obtenir un tourbillon fermé, on peut recourber la colonne en forme d'anneau et rapprocher les deux bases l'une de l'autre jusqu'au contact. Dans ce cas aussi il n'y aura pas d'aspiration parce qu'il n'y aura plus de bases. On aura un tourbillon annulaire.

Les mouvements cycloniques de notre atmosphère possèdent une stabilité étonnante : ils peuvent durer des semaines et même des mois. La dissipation finale des cyclones s'explique suffisamment par le frottement des molécules, dont la théorie ne tient pas compte. De là on doit conclure que les cyclones atmosphériques ont toujours leurs bases fermées, d'une part par le sol et de l'autre par le niveau libre de l'atmosphère, et comme elles s'étendent du haut jusqu'au bas sans interruption, ces gyrations ne commencent ni en haut, ni en bas. Elles s'engendrent tout d'une pièce et d'un seul coup par un procédé dont on ne prévoit pas encore la nature.

Quant aux mouvements d'ascension ou d'aspiration observés dans certains tourbillons, ces mouvements ne plaident nullement en faveur d'une hypothèse quelconque émise jusqu'à ce jour. L'aspiration résulte nécessairement du frottement exercé par le sol sur les molécules de l'air. En vertu de ce frottement, la vitesse de gyration dans le voisinage du sol est moindre que celle à

une certaine altitude. Il en résulte que la force centrifuge des couches supérieures l'emporte sur celle des couches inférieures et aspire l'air de ces couches de bas en haut.