Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 33 (1897)
Heft: 123

Artikel: Note relative aux mesures des hauteurs et vitesses des nuages faites à Trappes

Autor: Cruchet, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-265052

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

NOTE

relative aux mesures des hauteurs et vitesses des nuagss faites à Trappes

PAR

M. Paul CRUCHET.

Lors du Congrès météorologique international d'Upsal, il fut fait un appel aux différentes nationalités pour exécuter simultanément, pendant une année, des mesures de hauteurs de nuages, et faire des études sur leurs vitesses. La plupart des Etats ont répondu affirmativement et il a été décidé que les mesures commenceraient le 1er mai 1896. Cette date a été reculée au 1er juillet, les préparatifs et les installations demandant un temps très long.

M. Teisserenc de Bort, connu dans le monde savant par plusieurs travaux météorologiques, s'est chargé d'organiser ces mesures en France, et a installé dans ce but l'observatoire où j'ai l'honneur de travailler pendant une partie de cette période internationale.

Cet observatoire est placé sur les confins du plateau de la Beauce, à environ 30 km. au SW. de Paris, et près de la gare de Trappes (Seine-et-Oise), sur la voie ferrée de Brest. Son altitude est de 171 mètres soit près de 130 mètres au-dessus de Paris.

Le terrain occupé par l'établissement a une superficie de 4 hectares, sans arbres, dans lesquels sont distribués les différents instruments destinés à l'étude de la température, des vents, etc., qui sont lus 4 fois par jour, ainsi que le baromètre. Un pylône de 20 mètres de hauteur supporte les instruments destinés à l'étude des vents. Des enregistreurs complètent l'installation météorologique annexée à celle dont je vais parler.

Quel que soit le procédé employé pour mesurer la hauteur des

nuages, l'utilisation d'une base est toujours nécessaire et c'est par elle que je commencerai.

Dans les débuts, soit au mois de mai 1896, l'installation définitive n'étant pas terminée, l'on se servait d'une base de 170 mètres, mesurée dans l'intérieur de l'observatoire. Malgré sa faible longueur elle a donné des résultats qui faisaient assez bien augurer des mesures futures. La base de 1300 mètres qui sert depuis le 1er juillet est orientée à peu près du WNW. à l'ESE. Des deux stations dont l'une est à l'angle SE. de l'observatoire et l'autre près du village de Montigny, on ne peut se viser directement et il a fallu déterminer la longueur trigonométriquement. Cette distance de 1300 mètres est suffisante dans presque tous les cas pour les cirrus les plus élevés, mais pour les cumulus, il se produit des déformations sur lesquelles je reviendrai plus loin. Une deuxième base de 213 mètres, située dans l'enceinte de l'observatoire, a été établie pour mesurer les hauteurs de nuages inférieurs si fréquents à certaines époques de l'année.

Les instruments employés sont des chambres photographiques 13 × 18 montées sur des théodolites, de telle façon que l'axe optique coupe le centre de l'instrument. Ils ont été construits par M. Echassoux, à Paris, d'après les indications de M. Teisserenc de Bort. Deux cercles, l'un horizontal, l'autre vertical, permettent de lire les angles à 30″ près, les verniers donnant la minute. Le fond de la chambre noire opposé à l'objectif porte une glace à faces parallèles et de faible épaisseur. Sur cette glace sont gravés deux traits perpendiculaires très fins, formant un réticule, qui vient s'imprimer sur la plaque éloignée de quelques millimètres seulement. Le réglage de ce réticule s'opère au moyen d'un chariot supportant la glace, ce qui permet d'obtenir un parallélisme parfait avec celui de la lunette fixée à l'axe autour duquel pivote la chambre noire.

Les objectifs adaptés aux théodolites viennent de la maison Roussel, à Paris. Ce sont des grands angulaires couvrant nettement le format 24 × 30, mais dont on ne prend que le centre en 13 × 18, format employé pour les mesures. Ces objectifs sont construits avec le plus grand soin, de telle façon que l'on peut être sûr de la netteté et de la fidélité des images obtenues. Ils ont été vérifiés en photographiant au centre et sur les bords une mire placée parallèlement à la plaque. Les longueurs, sur

les clichés, des différentes divisions de la mire ne différaient entre elles que d'une quantité insignifiante de l'ordre des centièmes de millimètres, chiffre inférieur à celui que peut assurer le pointé lui-même. On augmente encore les chances de précision et de netteté en diaphragmant considérablement, ce qui ne nuit pas, les nuages étant en général très lumineux. La distance focale de ces objectifs est d'environ 257 mm. ce qui donne pour la valeur de la minute au centre de la plaque : 0,076 mm.

Les photothéodolites sont placés sur des piliers en maçonnerie, dont la hauteur a été réglée de façon à supprimer la légère différence de niveau qui existe entre les deux stations et à simplifier par ce fait les calculs. Pour préserver les instruments contre les intempéries, ils sont enfermés dans des tourelles tournantes, rappelant les coupoles d'observatoire et dont le modèle a été établi par M. Teisserenc de Bort.

La façon d'opérer pour ces mesures est très simple : Après entente par téléphone, les deux observateurs dirigent leurs instruments sur un même nuage ou sur un même coin du ciel, et au commandement de l'un, des poses égales et simultanées sont faites aux deux stations. Une deuxième pose a lieu au bout d'un temps variable (30 secondes à 2 minutes) et dépendant de la vitesse du nuage. Depuis trois mois une troisième pose est faite longtemps après la seconde, de façon à laisser au nuage le temps de se déplacer suffisamment pour permettre d'en connaître la vitesse avec plus d'exactitude.

Chaque pose se fait sur une nouvelle plaque; cependant, l'un des photothéodolites de la petite base est muni d'une chambre noire 18×24, ce qui permet, au moyen d'un décalage de l'appareil entre les deux poses, et d'un châssis spécial, de faire les deux poses côte à côte sur la même plaque. Comme il est fréquemment très difficile de s'entendre sur une même région du ciel, ce que l'on conçoit aisément, l'un des observateurs, estimant à peu près l'altitude du nuage, calcule d'une façon approchée et rapide, au moyen d'une table ad hoc, la convergence que doivent faire entre eux les deux appareils; il en déduit l'angle que doit prendre l'autre observateur, et le lui communique par téléphone. Pour simplifier cette opération, les cercles, gradués dans le même sens de 0° à 360° ont été placés de telle façon que l'un ait son 0 dans la base et l'autre dans son prolongement. Les piliers supportant les appareils présentent

parfois des mouvements assez appréciables, déplaçant ainsi la position du 0. La correction qui peut atteindre 2′ doit être établie chaque jour en visant un repère.

Les plaques choisies après de nombreuses comparaisons entre différentes marques sont des orthochromatiques Lumière, sensibles au vert et au jaune. Employées avec les écrans jaunes, fournis par la maison même, elles donnent d'assez bons résultats dans les cas où le nuage se détache sur un ciel assez pur. Ces écrans se placent en avant de l'objectif, dans le parasoleil, et il a été vérifié que l'influence de leur épaisseur ne déformait pas les images. Le bleu du ciel serait mieux éteint si l'on remplaçait l'écran par une cuve à faces parallèles, renfermant une solution de bichromate de potasse, ce qui serait très utile, pour les cirrus surtout.

On ne peut malheureusement employer ce procédé que pour les photographies représentatives et non pour les mesures, les déformations produites étant trop considérables. Sur un fond gris, il est très difficile d'obtenir une photographie passable, et là, l'emploi d'écrans n'est que très rarement avantageux. Le temps de pose, assez difficile à apprécier, joue le rôle principal.

Dans les débuts, le développement des clichés a causé beaucoup d'ennuis. Après de nombreuses recherches, c'est le révélateur au fer qui a été employé de préférence pendant l'été; il offrait le grand avantage de ne pas décoller la gélatine même par des températures de 25° — 30°. Mais, n'étant pas assez énergique pour développer des clichés faits en hiver, et peu posés, il a été remplacé par un bain à hydroquinone, qui donne d'excellents résultats.

D'une façon générale, la photographie des nuages est une tâche ingrate et difficile. Il faut, suivant l'état du ciel, suivant la saison, ou le moment de la journée, faire varier l'intensité de l'écran, le diaphragme, la pose, et ce n'est qu'une longue habitude qui peut amener de bons résultats et cela d'une façon à peu près continue.

Les clichés obtenus sont classés, numérotés et mesurés. Pour cela on prend les 4 ou 6 plaques formant une mesure, et on cherche dans l'image photographiée un point commun à toutes, que l'on définit exactement en faisant un petit trou dans la gélatine avec une épingle suffisamment fine. On répète la même opération pour d'autres points que l'on choisit de façon à

étudier la partie du ciel photographiée le plus complètement possible. Chaque fois que la chose se peut, on prend à côté de ces points un second qui sert de vérification au premier.

Ces recherches sont rendues très difficiles, car sauf pour les cirrus, il est bien rare que des deux stations le nuage se présente de la même manière. Ces déformations dues à la perspective sont considérables pour les cumulus qui arrivent parfois à être méconnaissables. D'autre part, pendant l'espace de 30 secondes à 1 ½ minute qui sépare les 2 poses, les modifications du nuage sont souvent considérables et nuisent considérablement aux recherches.

Une règle sur verre, obtenue photographiquement, permet ensuite de mesurer les coordonnées des points par rapport au réticule, abscisses et ordonnées. La division en $^1/_5$ mm. permet, si l'image est assez nette, de lire $^1/_{10}$ mm., ce qui correspond à un peu plus de 1′ d'arc (1′,34), valeur bien suffisante dans l'état actuel de la science.

Le calcul des positions, sur lequel je ne m'attarderai pas, et qui est néanmoins la partie la plus monotone et la plus longue de ces mesures, se fait au moyen des formules employées à l'observatoire d'Upsal par M. H. H. Hildebrandsson.

On commence par transformer les valeurs millimétriques en valeurs angulaires que l'on ajoute ou retranche des angles azimuthaux et verticaux, après les avoir corrigés des déformations dues au fait que la plaque est un plan tangent à une sphère de rayon égal à la distance focale de l'objectif, et des déformations dues à l'inclinaison de la plaque sur l'horizon. Ceci fait, il ne reste plus qu'à terminer le calcul au moyen des formules :

$$x = \frac{b \sin a_2 \cos a_1}{\sin (a_2 - a_1)} \qquad y = \frac{b \sin a_1 \sin a_2}{\sin (a_2 - a_1)}$$

$$z\,(\text{Trappes}) = \frac{b \sin a_2 \operatorname{tg} h_1}{\sin a_2 - a_1} \qquad z\,(\text{Montigny}) = \frac{b \sin a_1 \operatorname{tg} h_2}{\sin (a_2 - a_1)}$$

Ces formules donnent les coordonnées rectangulaires du point considéré, l'origine étant la station de Trappes. L'axe des x est celui dans lequel est la base et est pris positivement dans le sens de Montigny. Celui des y lui est perpendiculaire et est positif au nord de la base. Celui des z donne la hauteur, évidemment toujours positive ; b est la base ; a et a_2 les angles

horizontaux respectifs aux deux stations, leur origine étant celle indiquée plus haut ; h et h_2 sont les deux hauteurs.

Ces valeurs étant calculées pour un même point pris sur les deux ou trois poses successives, il est facile d'avoir le sens du déplacement et la vitesse du nuage. C'est pour cela qu'il est utile d'employer les coordonnées rectangulaires.

Par ces quelques pages j'espère avoir donné une idée générale de la façon de procéder pour ces mesures. Mon désir aurait été de pouvoir parler des résultats obtenus, mais le temps pris par les opérations journalières ne permettant pas de mesurer suffisamment de clichés et d'en calculer les points, ces travaux ne pourront porter leurs fruits que dans un certain temps.

Trappes (Seine-et-Oise), mars 1897.