

BULLETIN  
DE LA  
SOCIÉTÉ DES SCIENCES  
DE NANCY

---

ANCIENNE SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DE STRASBOURG

FONDÉE EN 1828

---

Série II. — Tome XIII. — Fascicule XXVIII

26<sup>e</sup> ANNÉE. — 1893

---

(AVEC PLANCHES)

---

PARIS

BERGER-LEVRAULT ET C<sup>ie</sup>, LIBRAIRES-ÉDITEURS

5, Rue des Beaux-Arts, 5

MÊME MAISON A NANCY

---

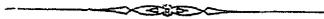
1894

# L'HUMIDITÉ DE L'AIR

A NANCY

Par C. MILLOT

ANCIEN OFFICIER DE MARINE, CHARGÉ D'UN COURS A LA FACULTÉ DES SCIENCES <sup>1</sup>



Continuant à établir les valeurs moyennes des éléments du climat de Nancy, nous donnons aujourd'hui la marche annuelle moyenne de l'humidité de l'air.

Il y a deux façons d'apprécier l'humidité de l'air : on peut considérer l'*humidité absolue*, ou bien l'*humidité relative*.

Le poids de la vapeur d'eau contenue dans l'air à un moment donné, ou encore la tension de cette vapeur, est ce qu'on appelle l'*humidité absolue*. Dans la pratique, on préfère la notion de la force élastique de la vapeur à celle de son poids, parce que cette force élastique s'ajoute à la pression de l'air sec pour donner la pression totale ou barométrique. L'humidité absolue dépendant directement de l'évaporation et de la température suit, d'une manière générale, la même marche diurne et annuelle que cette dernière.

On entend, au contraire, par *humidité relative*, ou *état hygrométrique*, le rapport qui existe entre le poids de vapeur que contient réellement l'air et le poids maximum qu'il pourrait contenir à la température observée au même instant. Ou bien, ce qui revient au même, le rapport entre la tension actuelle de la vapeur réellement contenue dans l'air et celle qu'elle aurait si, à la même température, l'air était saturé : c'est ce que l'on exprime par la fraction  $f : F$ , appelée aussi *fraction de saturation*. L'état hygro-

1. Communication faite dans la séance du 15 février 1893.

métrique, exprimant de combien il s'en faut que l'air soit saturé, varie en sens inverse de la température et, par conséquent, de l'humidité absolue, car une augmentation de chaleur éloigne l'air de son point de saturation.

Pour déterminer le degré d'humidité de l'air, on peut mesurer directement, à l'aide d'une expérience de laboratoire bien connue, la quantité ou plutôt le poids de vapeur contenue dans un mètre cube d'air. Avec ce poids on a l'humidité absolue, d'après laquelle on peut calculer l'humidité relative, en admettant, cela va sans dire, que l'on connaisse la température.

On peut encore obtenir la température du point de rosée à l'aide de l'un des hygromètres à condensation, de Regnault, d'Alluard, de Crova, etc. ; le rapport qui existe entre la force élastique maxima de la vapeur correspondant à la température du point de rosée et celle qui correspondrait à la température de l'air donne l'humidité relative. Pour faire ce calcul, on se sert des tables de la force élastique de la vapeur, de Regnault.

Mais ces divers procédés, très exacts, exigeant chaque fois une opération longue et minutieuse, ne sont pas employés couramment dans les observatoires. De même la nécessité d'avoir des observations comparables entre elles a fait abandonner les hygromètres à absorption, dont le type le plus connu est l'hygromètre à cheveu de Saussure.

Pour les observations météorologiques, on se sert presque exclusivement du psychromètre, c'est lui que nous avons adopté. Rappelons brièvement qu'il se compose de deux thermomètres semblables, disposés l'un à côté de l'autre, à un décimètre environ de distance. L'un, dit thermomètre sec, donne la température de l'air ; l'autre, dont la boule est entourée d'une gaine de mouseline constamment humectée, s'appelle thermomètre *mouillé* ou à *boule humide*, et indique une température d'autant plus basse que l'évaporation est plus rapide.

Des tables psychrométriques, dans lesquelles on entre avec la température du thermomètre mouillé et la différence observée entre les indications des deux thermomètres, fournissent l'état hygrométrique ou humidité relative. Ces tables ont été calculées à l'aide d'une formule empirique trouvée par Dalton et vérifiée

par Regnault. D'autres tables permettent de passer de l'état hygrométrique à la tension réelle ou humidité absolue, si on le désire.

Mais l'état hygrométrique a, en météorologie, une importance incomparablement plus grande que l'humidité absolue. Il correspond exactement à ce qu'on appelle, dans le langage ordinaire, l'« humidité de l'air » et constitue, après la chaleur, la caractéristique la plus importante des climats.

En effet, quelle que soit la quantité absolue de vapeur contenue dans l'air à un moment donné, si la température du point de rosée est au même instant très au-dessous de la température de l'air, celui-ci se comporte comme un air sec : le papier se tend, la ficelle s'allonge, les cheveux et la barbe deviennent raides et rebelles, la vapeur qui s'échappe des locomotives disparaît aussitôt sortie de la cheminée, etc.

Si, au contraire, malgré une assez faible quantité de vapeur dans l'atmosphère, la température du point de rosée est voisine de la température de l'air, celui-ci montre toutes les propriétés auxquelles on reconnaît l'air humide. Le papier s'allonge et se distend, la ficelle se raccourcit, les cheveux et la barbe deviennent souples, les machines laissent derrière elles une longue traînée de vapeur qui est lente à se dissoudre, etc.

Dans le premier cas, la température pourra varier dans d'assez larges limites sans qu'aucun phénomène météorologique apparaisse ; dans le second, au contraire, le moindre abaissement de température donnera naissance à l'un ou à l'autre des hydrométéores : brouillard, rosée, givre, pluie, etc.

Pourtant, l'emploi de l'état hygrométrique a été l'objet de critiques assez vives ; elles sont au nombre de deux.

La première est jusqu'à un certain point fondée : la nécessité de se servir d'une formule empirique, même contresignée par Regnault, ne satisfait pas les esprits sans cesse à la recherche d'une exactitude idéale se rapprochant de la vérité absolue autant qu'il est au pouvoir de l'homme. Sans doute la perfection est toujours désirable ; toutefois, il ne faut pas perdre de vue que la météorologie, basant ses recherches sur la plus grande quantité possible d'observations, répétées plusieurs fois chaque jour, dans

le plus grand nombre de stations possible, ne peut utiliser que des résultats comparables entre eux et fait appel à toutes les bonnes volontés. Elle doit donc se contenter de méthodes simples, expéditives et d'instruments peu coûteux, dût l'exactitude des données fournies en souffrir quelque peu. C'est ce qui rend si ingrate, il est vrai, la tâche des personnes chargées de coordonner les observations et d'en tirer des lois.

Quelle est donc l'erreur maxima que l'on peut commettre, en s'en rapportant à la lecture du thermomètre sec et du thermomètre mouillé? D'après le résultat de comparaisons attentives entreprises par M. Angot, l'écart des nombres fournis par le psychromètre et un hygromètre à condensation est, en moyenne, de 3 unités de l'ordre des centièmes. Cet écart, venant uniquement de ce que le psychromètre est un peu lent à suivre les changements de l'état hygrométrique de l'air, a lieu tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre et peut disparaître dans un total. Il est à son maximum en été, quand des ondées intermittentes alternent avec une forte insolation, et peut, dans ce cas, s'élever à 5 ou 6 unités de l'ordre des centièmes. Cette quantité est loin d'être négligeable et, si elle suffit à légitimer la première critique, il n'en est pas de même pour celle dont nous allons parler.

Le second reproche adressé à l'emploi du rapport  $f : F$  en météorologie ne nous semble pas justifié, bien qu'il ait été formulé par des personnes jouissant, dans les sciences physiques, d'une autorité incontestée. Un coup d'œil jeté sur les moyennes mensuelles de l'état hygrométrique de quelques stations françaises leur ayant montré des nombres assez peu différents les uns des autres et généralement compris entre 65 et 90, les auteurs dont nous parlons ont cru ces résultats invraisemblables et ont accusé la méthode psychrométrique d'une chose dont le climat seul est responsable, ainsi qu'il est facile de le démontrer.

D'abord ces nombres moyens mensuels résultent de moyennes diurnes dont les termes extrêmes sont déjà plus distants entre eux que 65 et 90; chacune de celles-ci, à son tour, provient de deux ou plusieurs observations qui fournissent des chiffres encore plus éloignés l'un de l'autre, et, quand l'humidité descend à 20 p. 100, chose rare à Nancy, le psychromètre ne se refuse pas à l'indi-

quer : c'est donc l'atmosphère et non pas la méthode qui est cause de la valeur élevée du quotient  $f : F$ . Dans d'autres pays, le même instrument donne des résultats différents de ceux qui ont été critiqués. On n'a jamais eu l'idée d'incriminer le baromètre, cependant les moyennes mensuelles de la pression, dans un même lieu, sont comprises entre des limites au moins aussi rapprochées que celles de l'humidité, bien que la hauteur du mercure présente parfois de grands écarts d'un jour à l'autre ; c'est pourtant l'allure que présente l'état hygrométrique. Longue serait la liste des instruments de toute nature qui n'utilisent ainsi qu'une portion restreinte de leur échelle de graduation.

Une autre considération justifie mieux encore les nombres moyens constamment élevés fournis par le psychromètre.

Non seulement la vie serait impossible dans une sécheresse absolue, mais elle devient des plus précaires, sinon pour l'homme, qui peut y remédier par son industrie, du moins pour les animaux et plus encore pour les plantes, quand la sécheresse devient simplement très grande, ainsi qu'il arrive dans les régions désertiques. On voit au contraire, sous des latitudes différentes, de vigoureuses populations humaines, animales et végétales, se perpétuer dans un air d'une humidité extrême et même souvent saturé. Les conditions d'humidité moyenne favorables aux êtres organisés, et par conséquent le plus fréquemment réalisées à la surface du globe, sont donc bien plus rapprochées de la saturation que de la sécheresse absolue<sup>1</sup>, et l'on a classé les climats de la façon suivante :

Dans les *climats secs*, la fraction de saturation a une valeur moyenne inférieure à 70 p. 100 ; dans les *climats humides*, la fraction de saturation a une valeur moyenne supérieure à 70 p. 100.

Les climats secs se subdivisent en climats *très secs*, avec un état hygrométrique moyen inférieur à 55 p. 100 ; et climats *moyennement secs*, avec une humidité relative moyenne comprise entre 55 et 70.

Les climats humides se subdivisent également en climats

1. J'en appelle ici aux naturalistes. C. M.

*moyennement humides*, ayant un état hygrométrique moyen compris entre 70 et 85 ; et en climats *très humides*, avec une fraction de saturation moyenne supérieure à 85 p. 100.

Appuyé sur ces considérations, nous présentons, avec confiance dans leur valeur comme dans leur utilité, nos observations relatives à l'humidité de l'air.

Deux fois par jour depuis dix ans, à 8 heures du matin et 2 heures après midi, l'humidité de l'air est mesurée, par la méthode psychrométrique, à l'Observatoire de la Faculté des sciences. Ces heures d'observation, imposées par les besoins du service des dépêches de prévision du temps, sont assez voisines, la première du maximum, et la seconde du minimum diurnes de l'état hygrométrique ; leur demi-somme fournit donc une moyenne suffisamment bonne pour l'ensemble de la journée. Pour éviter les causes d'erreur par les temps de gelée, surtout aux instants de formation de la glace autour de la boule humide, ou de la fusion de cette glace, pendant lesquels le thermomètre mouillé marque invariablement zéro, nous avons adopté en hiver, au lieu d'eau pure, un mélange d'eau et d'alcool titré à 25 p. 100 de l'alcoolomètre de Gay-Lussac, qui donne par son évaporation exactement un degré de moins que l'eau distillée. Il a donc suffi d'ajouter un degré à toutes les lectures du thermomètre mouillé pour avoir la température qu'on devait employer. Ce procédé, imaginé par M. Baudin, permet d'opérer jusqu'à la congélation du mélange, qui n'a lieu que vers — 20°.

Nous donnons plus loin le tableau des valeurs moyennes diurnes et mensuelles de l'état hygrométrique à Nancy, calculées d'après les observations des dix dernières années, 1883 à 1892. Une planche donne la traduction graphique de ce tableau.

On y remarquera tout d'abord que, d'une façon générale, les mois chauds ont une humidité moindre et que la saison froide est la plus humide. On pouvait s'y attendre *a priori*, à cause de la marche réciproquement inverse de la température et de l'état hygrométrique ; toutefois, on constate en outre que ce ne sont pas les mois les plus chauds qui sont les plus secs, mais les deux mois de printemps, avril et mai. Ce fait tient à ce que, par suite

des précipitations fréquentes et de l'évaporation réduite de la saison d'hiver, l'air est très pauvre en vapeur d'eau au printemps, juste au moment où les premières chaleurs viennent l'éloigner de son point de saturation ; tandis qu'en été cet effet de la chaleur sur l'état hygrométrique se trouve corrigé, dans une certaine mesure, par l'activité, alors très grande, de l'évaporation.

Si l'on cherche ensuite quels sont les jours les plus secs, on les trouve aux dates du 12, du 20, du 29 avril et surtout du 8 mai, époque dangereuse, comme on le sait, au point de vue des gelées printanières. La sécheresse de l'air à ce moment augmente le péril, si même elle n'en est pas la cause principale, car la vapeur, quoique à l'état invisible, atténue dans une forte proportion les pertes de chaleur dues au rayonnement nocturne de la surface terrestre.

Sur cette considération, le D<sup>r</sup> Lang, de Munich, a basé une méthode de prévision des gelées printanières ; la voici. Par un ciel clair, après le coucher du soleil, la température de la surface du sol et des objets terrestres ne tarde pas à s'abaisser jusqu'au point de rosée : à ce moment commence la précipitation de la vapeur. Tant que le dépôt de rosée continue, la chaleur de vaporisation mise en liberté contrebalance en grande partie l'abaissement de la température produit par le rayonnement, et celle-ci ne pouvant descendre facilement au-dessous du point de rosée, se maintient à peu près à ce point. Il suffira donc de déterminer, le soir, la température du point de rosée à l'aide d'un hygromètre quelconque : si elle est franchement au-dessus de zéro, on n'a rien à craindre ; si, au contraire, elle est à zéro ou au-dessous, la gelée se produira. Naturellement, on doit faire l'expérience après le coucher du soleil et à l'endroit pour lequel on redoute la gelée. La pratique, comme la théorie, montre que le péril est plus grand dans un air sec que dans un air humide.

On entend dire pourtant tous les jours que la gelée est plus à craindre *quand il fait humide*. Si l'on veut parler des dangers courus par la végétation, on a raison, mais on s'exprime mal : c'est *après la pluie* ou *après un temps humide* qu'il faudrait dire. En effet, les végétaux ont alors leurs vaisseaux gonflés d'une sève plus aqueuse et sont, par cela même, plus exposés à souffrir de

la congélation de ce liquide qu'après une période sèche, dans laquelle leur sève, plus rare, est en même temps une solution plus concentrée de sels minéraux. L'humidité antérieure est donc bien la cause des torts que la gelée fait aux plantes, mais ce n'est pas elle qui fait qu'il gèle, c'est au contraire le temps sec qui lui a succédé.

Le mois de novembre est le plus humide ; on peut l'expliquer de la façon suivante :

Durant l'été, une évaporation active a rendu l'air très riche en vapeur d'eau. Tant que la chaleur est élevée, cette vapeur reste invisible et l'air assez sec, mais les premiers froids augmentent l'humidité relative ; en outre, la température de l'Océan, à cause de la grande capacité de l'eau pour la chaleur, ne s'étant pas encore abaissée d'une façon notable, les vents marins d'Ouest ou de Sud-Ouest contribuent pour une grande part à rapprocher l'air continental de son point de saturation et sont cause des condensations abondantes de la fin de l'automne et de la première partie de l'hiver.

Ces condensations et l'absence presque complète d'évaporation appauvrissent peu à peu l'air en vapeur d'eau, ce qui permet une perte de chaleur du sol plus grande par rayonnement vers l'espace. Le froid s'empare alors du continent et son atmosphère plus dense donne lieu à une plus grande fréquence des vents continentaux froids et secs d'Est ou de Nord-Est, dirigés vers les basses pressions qui surmontent à ce moment l'Océan resté relativement tiède. Ainsi s'expliquent, à leur tour, la basse température et la sécheresse croissante de la seconde moitié de l'hiver.

Telles sont les remarques suggérées par un premier coup d'œil sur le tableau de la marche annuelle de l'état hygrométrique.

Une série de dix années nous semble insuffisante pour autoriser la discussion des écarts qu'offre, d'un jour à l'autre, l'humidité relative, la grandeur et le sens de ces écarts devant encore subir des changements à mesure qu'augmentera le nombre des années d'observations.

Notons cependant que les moyennes diurnes extrêmes du tableau sont : 63 p. 100 le 8 mai et 88 p. 100 le 21 novembre. Quant aux moyennes diurnes *absolues*, elles ont été, dans les dix

dernières années, 49 fois égales ou supérieures à 95 p. 100, la plus élevée, 98, ayant été notée le 31 décembre 1890, et 36 fois inférieures à 50 p. 100, la plus basse, 38, ayant été constatée le 10 avril et le 22 mai 1892.

Les moyennes de chaque mois et de chaque saison sont :

D.	82	}	H.	81	}	M.	75	}	J.	71	}	S.	76	}	A.	79		
J.	82		A.	68		P.	70		J.	72		E.	72				O.	78
F.	80		M.	68		A.	74		N.	83								

La moyenne annuelle, 76 p. 100, range notre région dans les climats *moyennement humides*.

## Humidité de l'air à Nancy, exprimée en tant p. 100 de la saturation.

Moyennes de 10 années d'observations : 1888 à 1892.

JOURS DU MOIS.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.
1. . . . .	82	82	81	67	72	67	68	72	74	78	83	82
2. . . . .	82	83	78	66	67	68	74	76	75	77	81	82
3. . . . .	80	83	75	70	65	77	74	74	75	77	81	87
4. . . . .	81	83	77	73	66	70	75	75	77	74	82	85
5. . . . .	83	86	82	74	73	74	72	77	77	78	80	81
6. . . . .	81	81	79	69	69	72	76	78	78	77	78	84
7. . . . .	86	80	73	70	69	73	69	74	78	81	83	82
8. . . . .	80	80	75	67	63	69	72	70	79	79	82	78
9. . . . .	83	79	76	66	65	72	71	71	78	79	83	78
10. . . . .	83	80	78	66	73	68	73	73	76	77	84	83
11. . . . .	84	82	82	72	69	68	75	70	74	78	82	79
12. . . . .	85	83	73	65	67	68	73	72	75	79	80	76
13. . . . .	85	80	73	72	66	74	72	71	74	80	83	78
14. . . . .	84	81	74	68	70	76	72	73	75	79	85	83
15. . . . .	81	77	78	66	69	71	70	74	80	80	82	86
16. . . . .	84	82	77	66	69	72	72	71	79	76	83	84
17. . . . .	80	79	77	68	74	72	70	69	75	79	84	83
18. . . . .	84	83	77	67	67	73	73	73	69	79	85	82
19. . . . .	86	79	74	68	68	72	73	77	72	80	83	81
20. . . . .	81	84	71	65	69	70	73	76	77	74	86	84
21. . . . .	81	75	72	67	70	77	73	76	76	70	88	83
22. . . . .	81	79	74	70	71	70	73	73	81	77	83	82
23. . . . .	85	80	74	70	66	73	73	74	79	75	84	84
24. . . . .	87	77	72	68	67	69	72	75	77	81	83	81
25. . . . .	81	76	78	67	73	74	73	73	75	82	85	83
26. . . . .	79	77	75	65	69	71	75	78	78	76	82	85
27. . . . .	77	76	74	66	68	76	74	74	79	80	82	81
28. . . . .	80	83	72	72	69	72	70	72	80	77	79	82
29. . . . .	81	»	73	64	68	68	71	71	76	79	84	83
30. . . . .	82	»	72	70	66	71	72	73	76	78	83	86
31. . . . .	83	»	73	»	68	»	70	77	»	84	»	82
Moyennes mensuelles.	82	80	75	68	68	71	72	74	76	78	83	82

# MARCHE ANNUELLE DE L'HUMIDITÉ DE L'AIR A NANCY

(10 ANNÉES D'OBSERVATIONS: 1883 A 1892)

PAR C. MILLOT

