

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Herausgeber: Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 13 (1874-1875)
Heft: 72

Artikel: Recherches sur la diffusion entre l'air sec et l'air humide à travers une cloison de terre poreuse
Autor: Dufour, L.
Kapitel: 11-23
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-258089>

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: 11.01.2026

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

mun, qui est précisément l'indication fournie par le manomètre, lorsque cet instrument est seul relié au vase poreux fermé. Ce qui prouve, entre autres, que le courant de diffusion est plus considérable lorsque la pression est plus faible, c'est que le manomètre monte plus rapidement lorsqu'il est encore près de sa position d'équilibre, et que sa vitesse d'ascension diminue à mesure qu'il indique une plus grande différence entre l'extérieur et l'intérieur.

On est parfaitement sûr que, dans les expériences précédentes, les volumes de gaz qui sont entrés dans le vase poreux sont inférieurs à ce qui aurait passé si la différence de pression entre les deux faces de la paroi diffusante n'avait pas dû atteindre, par intermittences, 3 à 4 millimètres pour que les bulles gazeuses pussent soulever la colonne d'eau du tube en V. On peut ainsi affirmer que, entre deux masses d'air, l'une sèche et l'autre humide, séparées par une cloison poreuse, dont les pressions demeurent égales, le courant de diffusion doit être *supérieur* au chiffre qui a été obtenu dans les expériences précédentes.

Pour des températures plus hautes, la diffusion entre l'air sec et humide est capable de donner au manomètre des différences de pression qui dépassent notablement celles des dernières expériences. Dans ces conditions donc, le courant de diffusion est sûrement supérieur aux quantités mesurées ci-dessus. Il me paraît probable que ce courant doit devenir très important dans les températures élevées.

11. 11^e Exp. — Le vase poreux P, vide, relié au manomètre, a été placé dans un cylindre de verre. Sa tempé-

rature était de 19°. Un tube plongeait jusqu'au fond du cylindre, et, par ce tube, je soufflai lentement l'air expiré par les poumons. Au bout de peu d'instant, le manomètre accusa une diminution de pression de 6 à 7 millimètres, comme celle qui résulte d'une diffusion sortante. Ce résultat pouvait être dû ou à la diffusion provoquée par un air plus humide à l'extérieur du vase poreux, ou à celle que peut produire l'acide carbonique de l'air expiré.

Le même essai, répété immédiatement avec un vase poreux verni à l'intérieur, donna lieu à une hausse du manomètre, occasionnée sans doute par le réchauffement de l'air expiré sans qu'il pût y avoir un phénomène de diffusion.

Le premier vase poreux fut repris et installé comme la première fois; puis je soufflai dans le cylindre de verre extérieur, mais en faisant passer le courant d'air à travers un tube à ponce sulfurique. Le manomètre accusa rapidement une hausse de 11 à 12 millimètres.

Cette expérience fut répétée plusieurs fois avec d'autres vases poreux; le résultat fut toujours le même: diminution de pression lorsque l'air était soufflé directement des poumons, mais hausse lorsque le courant se desséchait préalablement.

On a ainsi, par une expérience très simple, la preuve qu'un air plus humide autour du poreux donne lieu à une diminution de pression, quoique la température élevée de l'air expiré doive contribuer à rendre moins prononcée la baisse du manomètre.

12^e EXP. — Un vase poreux, T, et un autre, M verni à l'intérieur, ont été fermés avec des bouchons que traver-

saient des tubes, puis reliés chacun à une des branches d'un tube en U renfermant une colonne d'eau et fonctionnant comme manomètre différentiel. Toute différence de pression entre l'un et l'autre vase se manifestait par un mouvement de la colonne du manomètre.

Ces deux cylindres couplés ont été d'abord placés dans un vase métallique assez grand pour les contenir, suspendus près l'un de l'autre dans son intérieur.

On a fait arriver sur le fond du vase ambiant, par le moyen d'un tube, quelques centimètres cubes d'eau à 30°. La température de l'appareil était de 15°,6. Il s'est produit immédiatement un mouvement du manomètre indiquant une pression plus faible dans T que dans M. La vapeur d'eau développée dans l'appareil devait élever la température des deux vases ; mais elle donnait lieu, en outre, à une diffusion sortante à travers les parois de M.

Une autre fois, les mêmes cylindres couplés étant installés dans le vase métallique, on a chauffé ce vase avant d'y introduire de l'eau et, par conséquent, d'y développer de la vapeur. Le manomètre a accusé alors, dans les premiers moments, un excès de pression en M. Ce fait a été vérifié bien des fois, et il est dû à ce qu'un réchauffement venant de l'extérieur se fait sentir plus promptement dans l'intérieur d'un cylindre poreux que dans un cylindre verni. Je m'en suis assuré directement en suivant des thermomètres plongés dans l'un et dans l'autre vase, soumis aux mêmes conditions ambiantes de réchauffement. — Mais si le milieu ambiant est saturé de vapeur, le phénomène de diffusion qui intervient à travers les parois du vase non verni neutralise l'effet de ce réchauffement plus rapide et donne lieu à une différence de pression en sens inverse.

Ces vases couplés se prêtent facilement à des expériences qui sont la confirmation de faits déjà reconnus précédemment. Ainsi, lorsque ces cylindres sont installés dans un vase extérieur plus grand et que le manomètre indique l'équilibre des pressions, si l'on souffle dans le vase ambiant de l'air expiré des poumons, on voit bientôt la pression dans le vase poreux devenir plus faible que dans celui qui est verni.

Si les cylindres couplés sont introduits dans un vase de verre renfermant une couche d'acide sulfurique sur le fond, l'équilibre des pressions est également détruit, et le manomètre accuse une pression plus forte dans le vase poreux que dans l'autre. — Etc.

13^e Exp. Dans tous les essais mentionnés jusqu'ici, c'est l'acide sulfurique qui a été employé pour dessécher l'air. Il était intéressant de s'assurer si une autre matière desséchante donnerait bien lieu à des résultats semblables.

Du chlorure de calcium cristallisé a été déposé dans le fond d'un cylindre de verre, lequel a été fermé par un couvercle, puis abandonné durant une heure. Au bout de ce temps, un vase poreux a été introduit dans ce cylindre. Il s'est immédiatement manifesté la hausse connue du manomètre, correspondant à une diffusion entrante. La pression augmenta de 6 millimètres en 2 minutes. La température du vase poreux varia de 21°,20 à 21°,14.

Le cylindre de verre pourvu du chlorure de calcium ayant été écarté, la pression diminua immédiatement.

12. 14^e Exp.—Un flacon de verre à deux tubulures a été rempli presque complètement d'acide sulfurique concentré. L'une des tubulures a été pourvue d'un petit cy-

lindre poreux renversé, de 18 millimètres de diamètre et de 32 millimètres de hauteur. Ce cylindre a été mastiqué à la tubulure par son bord libre ; le fond se trouvait donc en haut. L'autre tubulure a été fermée par un bouchon de caoutchouc traversé par un tube, et ce tube lui-même relié au manomètre.—Dans ces conditions, l'espace libre au-dessus de l'acide sulfurique, dans le flacon de verre, se trouvait en communication avec le manomètre, et était séparé de l'air ambiant par la cloison du petit vase poreux. Il devait donc se produire, à travers la cloison poreuse, une diffusion sortante, plus ou moins abondante suivant l'état hygrométrique de l'air ambiant. Par suite, la pression dans le flacon devait se maintenir toujours inférieure à la pression ambiante. C'est ce qui est effectivement arrivé. Pendant plusieurs mois, cet appareil a toujours indiqué, et indique encore, une dépression, tantôt plus, tantôt moins forte. Si, par la manœuvre du robinet à trois voies, on laisse les pressions intérieures et extérieures s'équilibrer, la différence reparaît dès que la communication avec l'air libre est supprimée.

J'ai fort regretté de ne pas avoir pu établir un appareil analogue à celui-là, mais avec une plus grande surface diffusante. Il faudrait un flacon pourvu d'une large ouverture (10^c de diamètre, par exemple), laquelle serait fermée par une plaque poreuse, tandis qu'une tubulure plus petite servirait à communiquer avec le manomètre. Dans ces conditions, la diffusion serait plus abondante et, en outre, les variations de la température ambiante n'auraient pas l'importance perturbatrice qu'elles avaient sur l'appareil que j'ai décrit ci-dessus, importance qui dissimulait parfois l'effet de la diffusion.

L'acide sulfurique contenu dans un pareil flacon doit

petit à petit s'enrichir d'eau à cause de la vapeur aqueuse qui passe de l'atmosphère à travers la paroi diffusante. Mais si la provision d'acide sulfurique est un peu considérable, elle suffit pour maintenir à l'état desséché, pendant assez longtemps, le volume d'air qui se trouve au-dessus de sa surface.

15^e EXP. — Un autre flacon, semblable au précédent, a été aux neuf-dixièmes rempli d'eau. L'espace libre au-dessus de l'eau doit donc être toujours très humide ou saturé. L'appareil étant simplement laissé à l'air libre, lequel est toujours plus ou moins éloigné de point de saturation, il se produit un courant de diffusion entrante qui augmente la pression dans l'intérieur du flacon. Toutes les fois qu'on relie le flacon au manomètre, on constate cette pression plus grande. La différence est variable, elle est plus faible quand l'air extérieur est plus humide, et inversement. Si l'appareil est soumis à une brusque variation de température, l'effet de la température peut momentanément affaiblir ou dissimuler celui qui est dû à la diffusion; mais dans une température constante ou ne variant que peu, l'appareil offre depuis des mois une pression toujours supérieure à celle de l'air ambiant.

13. — Pour savoir quels sont les facteurs qui influent sur l'activité de la diffusion entre l'air sec et l'air humide et pour mesurer l'importance de ces facteurs, il faudrait pouvoir opérer dans des circonstances variées, connues et que l'on maintiendrait constantes pendant un certain temps. Je n'ai pu réaliser ces conditions que d'une manière assez imparfaite.

La connaissance exacte de la tension de la vapeur d'eau,

de part et d'autre de la cloison poreuse, est surtout difficile. Avec les moyens que j'avais à ma disposition, je ne suis pas sûr de connaître bien exactement cette tension.

Voici quelques détails sur les observations qui ont été répétées à plusieurs reprises avec deux vases poreux.

Les vases P et S ont été observés dans les conditions décrites plus haut (Exp. 4^e). Ils recevaient le godet de verre à demi rempli d'eau avec la mèche de mousseline. On les abandonnait ainsi environ un quart-d'heure, puis ils étaient reliés au manomètre dont les indications étaient observées à distance avec le cathétomètre. — Il y a eu deux séries d'observations. Dans la première, les vases poreux étaient laissés à l'air libre; dans la seconde, ils étaient introduits dans le *cylindre sec*.

14. — Le godet d'eau suffit-il pour maintenir à l'état de saturation l'intérieur du vase poreux?... Les deux essais suivants prouvent que la saturation n'est pas atteinte.

1) On a introduit dans le vase poreux, préparé comme pour une expérience ordinaire, les deux thermomètres sec et mouillé d'un psychromètre. Les températures des deux instruments sont toujours demeurées inégales. Ces thermomètres arrivaient à un état sensiblement constant, d'où l'on pouvait déduire la tension de la vapeur et la fraction de saturation dans le cylindre poreux.

2) On a placé le cylindre poreux, accompagné du psychromètre, dans un vase suffisamment grand. Une couche de coton lâche était disposée de manière à empêcher l'air ambiant de venir facilement se mélanger à celui dans lequel était plongé le cylindre poreux et les deux thermomètres sec et mouillé. Sur le fond du vase avait été versé

une petite couche d'eau. Le manomètre auquel était relié le cylindre poreux accusa, dans les premiers moments, un excès de pression ; mais à mesure que l'espace entourant la paroi poreuse s'enrichit de vapeur d'eau, cet excès diminua. A un certain moment, il devint nul et prit ensuite une valeur négative. — Cette marche du manomètre se comprend très bien si le cylindre poreux n'est pas saturé dans son intérieur. Le moment où l'excès de pression est nul est celui où l'état d'humidité de l'air est le même à l'intérieur du vase poreux et dans l'espace qui l'environne. En suivant donc la marche simultanée du psychromètre et du manomètre, on connaîtra quelle est la tension de la vapeur et l'état hygrométrique pour lequel il y a équilibre des pressions. Il importe naturellement, dans cette expérience, que les températures indiquées par le thermomètre intérieur du vase poreux et par celui (le sec) qui plonge dans l'espace environnant soient sensiblement égales.

On trouvera dans le tableau suivant (D) les résultats obtenus dans cinq déterminations. Les trois premières ont été faites par la dernière méthode indiquée ; les deux autres, par la précédente.

Tableau D

V A S E			P	V A S E			S
		mm				mm	
14 ⁰ 8	10,1		0,81	14 ⁰ 3	9,7		0,80
14,4	10,0		0,82	13,1	9,3		0,83
6,5	5,9		0,82	17,2	12,9		0,88
12,3	8,9		0,83	7,4	6,7		0,87
19,0	14,8		0,91	14,8	11,0		0,88

La seconde colonne de ce tableau donne la *tension* telle qu'elle résulte des indications du psychromètre ; la troi-

sième renferme le rapport entre cette tension et celle qui correspondrait à la saturation.

Les diverses valeurs du tableau D ne sont pas fort concordantes. Il est évident que les deux méthodes qui ont servi à les obtenir donnent prise, l'une et l'autre, à des objections. Ainsi, dans la première méthode, l'introduction du thermomètre mouillé dans le cylindre poreux devient une cause d'humidification qui n'existe pas lorsque ce vase renferme seulement le godet d'eau avec mèche de mousseline. Dans la seconde méthode, l'indication fournie par le psychromètre ne représente pas bien sûrement l'état moyen de l'air qui entoure tout le vase poreux.

La valeur moyenne des rapports (3^e colonne) du tableau D est 0,84 pour le vase P, et 0,85 pour le vase S. J'admettrai, dans ce qui va suivre, ces deux fractions-là pour calculer la tension de la vapeur aqueuse dans les deux vases poreux, tout en reconnaissant que les tensions ainsi calculées ne doivent être considérées que comme une approximation.

15. Lorsque les vases poreux sont abandonnés à l'air libre et calme, le psychromètre placé dans leur voisinage donne l'état hygrométrique de l'air ambiant.

Pour connaître l'état hygrométrique du *cylindre sec*, préparé comme il l'était toujours pour recevoir le vase poreux (§ 4), on a introduit dans son intérieur le psychromètre. L'ouverture de ce cylindre, autour des thermomètres, était garnie avec un bourrelet de coton.— Ce n'est qu'au bout d'un temps assez long (au moins vingt minutes) que le thermomètre mouillé cessait de descendre et se maintenait sensiblement constant. — Le tableau suivant, E, renferme les résultats obtenus dans six occasions

assez différentes de température. La première colonne donne les températures (th. sec); la seconde, la tension de la vapeur; la troisième, la fraction hygrométrique.

Tableau E

5 ⁰ 1	^{mm} 1,0	0,15		10 ⁰ 4	^{mm} 1,5	0,16
8,1	1,1	0,14		12,5	1,8	0,17
10,7	1,6	0,17		19,4	2,2	0,13

D'après ces chiffres, on peut admettre, en moyenne, 0,15 comme fraction hygrométrique dans le cylindre sec.

16. On trouvera dans les deux tableaux suivants, S et P, les données relatives à un assez grand nombre d'observations faites avec les deux vases poreux dans diverses circonstances de température et d'état d'humidité de l'air ambiant. Les vases étaient soutenus par une pince qui saisissait le tube de communication avec le manomètre; ils étaient donc en contact avec l'air par toute leur surface externe.

La température est celle du thermomètre plongeant dans le vase poreux. Elle était sensiblement constante après quelques minutes et lorsque la pression était devenue constante également.

La colonne A renferme la tension de la vapeur dans le vase poreux, obtenue en multipliant par 0,84 ou 0,85 la tension de saturation.

La colonne B contient la tension dans l'air ambiant d'après les données du psychromètre.

La quatrième colonne contient la différence entre les tensions A et B.

La cinquième colonne, K, renferme la fraction de saturation de l'air ambiant.

On trouve, dans la sixième colonne, l'excès de pression, *exprimé en millimètres d'eau*, accusé par le manomètre.

La planche IV donne, par une représentation graphique, la liaison qui existe entre les quantités $A - B$ et les pressions pour le vase P. — Sur l'axe horizontal sont portées des longueurs représentent les différences de tension de la vapeur d'eau sur les deux faces de la paroi poreuse ($A - B$). Parallèlement à l'axe vertical sont portées des longueurs qui représentent les pressions pour ces diverses différences.

(*Tableaux P et S, pages 39 et 40*)

Les deux tableaux S' et P' renferment les mêmes indications que les précédents, mais ils se rapportent au cas où les vases poreux étaient plongés dans le *cylindre sec*.

La colonne B renferme la tension dans le cylindre sec, obtenue en multipliant par 0,15 celle qui correspond à la saturation pour la température de l'expérience, c'est-à-dire la température à laquelle s'arrêtait le thermomètre après avoir généralement un peu baissé.

On trouvera dans la planche V une représentation graphique des résultats du tableau P'. L'axe horizontal est celui des différences de tension $A - B$; l'axe vertical est celui des pressions correspondantes.

(*Tableaux P' et S', page 41*)

P

N ^o	Températ.	A	B	A - B	K	Pression	Calculé
		mm	mm	mm		mm	mm
1	3,8	5,0	4,2	0,8	0,70	1,2	0,9
2	5,0	5,5	4,8	0,7	0,74	1,1	0,8
3	10,8	8,1	8,1	0,0	0,85	1,6	—
4	14,6	10,4	7,1	3,3	0,57	4,0	3,6
5	7,0	6,3	4,0	2,3	0,53	2,8	2,6
6	8,5	7,0	5,3	1,7	0,64	2,2	1,9
7	4,6	5,4	4,0	1,4	0,60	1,7	1,5
8	6,4	6,0	4,7	1,3	0,64	1,7	1,4
9	4,0	5,1	4,0	1,1	0,65	1,2	1,2
10	16,2	11,6	7,6	4,0	0,55	4,1	4,4
11	5,2	5,5	4,6	0,9	0,69	0,9	1,0
12	9,5	7,4	5,5	1,9	0,61	2,1	2,1
13	12,8	9,2	7,2	2,0	0,66	2,4	2,2
14	19,9	14,5	9,9	4,6	0,57	5,2	5,1
15	13,6	9,7	7,1	2,6	0,61	3,0	2,9
16	12,4	9,0	6,6	2,4	0,66	2,5	2,6
17	18,8	13,5	10,4	3,1	0,61	3,4	3,4
18	21,6	16,1	15,0	1,1	0,77	1,1	1,2
19	10,8	8,1	5,7	2,4	0,58	2,0	2,6
20	15,9	11,3	8,6	2,7	0,62	2,7	3,0

S

N ^o	Températ.	A	B	A - B	K	Pression	Calculé
		^{mm}	^{mm}	^{mm}		^{mm}	^{mm}
1	1,4	4,3	3,4	0,9	0,66	1,1	1,0
2	3,4	5,0	4,2	0,8	0,71	1,2	0,9
3	4,9	5,5	4,9	0,6	0,75	1,2	0,7
4	10,6	8,1	8,0	0,1	0,84	2,0	—
5	11,4	8,6	6,7	1,9	0,65	2,1	2,2
6	7,1	6,4	3,5	2,9	0,47	3,3	3,3
7	15,7	11,3	7,7	3,6	0,58	3,3	4,1
8	5,0	5,5	4,2	1,3	0,63	1,8	1,5
9	6,7	6,2	4,8	1,4	0,64	2,0	1,6
10	4,2	5,3	3,9	1,4	0,62	1,4	1,6
11	16,0	11,5	7,6	3,9	0,54	4,3	4,4
12	5,4	5,7	4,8	0,9	0,70	0,9	1,0
13	9,8	7,6	5,7	1,9	0,63	2,3	2,1
14	12,6	9,3	7,2	2,1	0,66	2,5	2,4
15	19,8	14,6	10,0	4,6	0,57	5,1	5,2
16	13,5	9,8	7,1	2,7	0,61	3,4	3,1
17	12,3	9,1	6,7	2,4	0,62	2,4	2,7
18	18,4	13,3	9,9	3,4	0,58	3,3	3,9
19	19,2	14,0	10,3	3,7	0,60	3,6	4,1
20	21,4	16,1	14,8	1,3	0,76	1,2	1,5
21	15,9	11,4	8,5	2,9	0,62	3,0	3,3
22	19,6	14,4	10,2	4,2	0,59	4,0	4,7

P'

N ^o	Températ.	A	B	A - B	Pression	Calculé
		mm	mm	mm	mm	mm
1	200	4,5	0,8	3,7	6,6	6,8
2	4,7	5,4	1,0	4,4	6,3	8,1
3	5,4	5,6	1,0	4,6	9,3	8,4
4	10,6	8,0	1,4	6,6	13,7	12,1
5	5,0	5,8	1,0	4,8	7,9	8,8
6	8,8	7,1	1,3	5,8	10,9	10,6
7	10,8	8,0	1,5	6,5	12,5	11,9
8	14,4	10,2	1,8	8,4	15,3	15,4
9	19,7	14,4	2,6	11,8	21,3	21,6
10	13,6	9,7	1,7	8,0	14,3	14,6
11	19,2	13,9	2,5	11,4	20,6	20,6
12	21,5	16,0	2,9	13,1	25,2	24,0
13	16,9	12,0	2,1	9,9	18,4	18,1
14	21,0	15,4	2,8	12,6	23,7	23,1

S'

N ^o	Températ.	A	B	A - B	Pression	Calculé
		mm	mm	mm	mm	mm
1	201	4,5	0,8	3,7	6,4	6,1
2	5,3	5,7	1,0	4,7	8,7	7,8
3	6,1	5,9	1,0	4,9	7,5	8,1
4	10,5	8,1	1,4	6,7	10,7	11,1
5	4,9	5,5	1,0	4,5	7,9	7,4
6	15,7	11,3	2,0	9,3	15,8	15,3
7	8,1	6,9	1,2	5,7	9,7	9,4
8	10,6	8,1	1,4	6,7	11,8	11,1
9	15,4	11,0	1,9	9,1	14,1	15,0
10	19,7	14,6	2,6	12,0	19,7	19,8
11	12,9	9,4	1,7	7,7	14,0	12,7
12	19,2	14,0	2,5	11,5	18,3	18,9
13	21,8	16,5	3,0	13,5	24,6	22,3
14	20,7	15,5	2,7	12,8	22,1	21,1

17. L'examen des tableaux précédents, ainsi que des planches IV et V conduit aux remarques et aux considérations suivantes :

Si l'on compare les unes aux autres les observations isolées, on trouve des irrégularités et des anomalies assez nombreuses. Le n° 3 (tableau P) a une différence de pression de 1^{mm},6, quoique le calcul donne un état hygrométrique égal dans le vase poreux et à l'extérieur. Le n° 19 a une pression plus faible que le n° 6, quoique, dans ce dernier, la différence d'état hygrométrique entre les deux faces de la paroi poreuse soit moins considérable.

Même irrégularité entre les nos 1 et 2, puis 3 et 5 du tableau P' ; de même, entre 2 et 3 du tableau S', etc. Ces anomalies ne proviennent pas toutes, je le crois, d'erreurs faites au moment de l'observation ; elles tiennent aussi à la méthode même qui a été employée pour déterminer la tension dans le vase poreux et dans le cylindre sec. Le calcul qui fournit cette tension s'appuie sur des moyennes (les facteurs 0,84 ou 0,85 et 0,15), et le résultat qu'il fournit peut différer sans doute d'une manière assez forte des vraies conditions de telle ou telle expérience isolée. Ces anomalies montrent assez que les résultats indiqués dans les tableaux ne peuvent pas être considérés comme ayant, chacun pris à part, une exactitude très avancée.

Quelle est l'influence *directe* de la *température* sur l'activité de la diffusion ? Il suffit de jeter les yeux sur les tableaux précédents pour voir que cette influence directe doit être faible ou nulle. On voit les mêmes excès de pression, ou à peu près, correspondre à des températures très différentes (Ex. : nos 5, 13 et 15, ou nos 1, 2, 18 du tableau P ; — nos 5 et 9, ou 1, 2, 3 et 20, ou 6, 7 et 16

du tableau S). On voit des températures plus élevées correspondre tantôt à un excès de pression plus grand, tantôt à un excès moins grand (Ex. : n^{os} 7 et 15, puis 7 et 20, ou bien 21 et 22, puis 11 et 18 du tableau S ; — n^{os} 6 et 18, puis 6 et 14 du tableau P). On voit une température à peu près la même correspondre à des excès de pression fort différents (Ex. : n^{os} 14, 17 et 18, ou bien 10 et 20 du tableau P ; — n^{os} 3, 8, 12 du tableau S).

Dans les tableaux P' et S', la relation assez suivie qui existe entre les températures et les pressions provient de ce que l'atmosphère ambiante étant très sèche, les différences d'état hygrométrique de part et d'autre de la cloison poreuse augmentent et diminuent avec le chiffre de la température.

Quelle est l'influence de l'état hygrométrique, soit *fraction de saturation*, du milieu dans lequel est plongé le vase poreux ?

En parcourant les tableaux P et S, on voit immédiatement que des fractions de saturation égales correspondent à des différences de pression très diverses, et que l'inégalité des fractions de saturation ne correspond pas à une inégalité semblable des excès de pression. Dans les tableaux S' et P', des excès de pression très différents correspondent à une fraction de saturation toujours à peu près la même de l'espace qui entoure les vases poreux.

Quelle est l'influence de la *tension de la vapeur* sur les deux faces de la paroi poreuse ?... Toutes les expériences décrites dans ce mémoire paraissent indiquer que les différences de pression produites par la diffusion dépendent principalement de la différence entre la tension (et par conséquent la quantité) de la vapeur aqueuse de part et

d'autre de la cloison diffusante. Les tableaux P et S, ainsi que P' et S', montrent que (à part quelques anomalies) les excès de pression varient en même temps et dans le même sens que les différences A — B.

Les planches IV et V montrent aussi, malgré les irrégularités des observations isolées, que les différences de pression sont d'autant plus grandes que les différences de tension sont plus considérables. Si l'on essaie de tracer une ligne autour de laquelle les observations isolées soient distribuées à peu près également, on obtient une ligne droite dont l'inclinaison fournit le rapport moyen qu'il y a entre les excès de pression et les différences A — B.

D'après la planche IV, je trouve pour rapport moyen s'appliquant aux observations du tableau P, 1,19, et d'après la planche V, 1,83 s'appliquant au tableau P'. Ces deux valeurs moyennes ont servi à calculer les nombres renfermés dans les deux dernières colonnes de ces tableaux.

Les chiffres de S et de S', aussi représentés graphiquement, donnent une série de points distribués d'une manière semblable à ce qui se voit dans les planches IV et V. En traçant une ligne moyenne, on obtient aussi une ligne droite. L'inclinaison de cette ligne donne 1,14 pour le rapport entre les excès de pression et les différences A — B des nombres du tableau S, et 1,65 pour ceux du tableau S'. C'est en admettant ces rapports qu'ont été calculés les nombres des dernières colonnes des tableaux S et S'.

Si, d'une part, l'on tient compte de ce fait que, dans chaque observation isolée, les vraies différences de tension de part et d'autre de la cloison poreuse ne sont pas exac-

tement connues, et que les nombres inscrits dans la colonne A — B ne sont que des valeurs approchées ; si, d'une autre part, on considère l'ensemble des observations telles qu'elles sont distribuées sur les planches IV et V, et l'accord général, approximatif, qui existe entre les chiffres des deux dernières colonnes (pression observée et pression calculée) des tableaux P et S, P' et S', — on admettra que la différence d'état d'humidité de l'air des deux côtés de la paroi poreuse est évidemment le facteur le plus important qui influe sur l'activité de la diffusion, et que cette activité (estimée par le manomètre) est à peu près proportionnelle à la différence des tensions de la vapeur aqueuse.

18. La loi approximative de proportionnalité, qui se manifeste dans les tableaux P et S ou P' et S' pris à part, ne se maintient plus lorsque l'on compare les observations où les vases poreux étaient à l'air libre avec celles où les mêmes vases étaient dans le *cylindre sec*. — On voit immédiatement que, dans les dernières, les excès de pression sont plus grands que dans les premières pour une même différence A — B.

Cette discordance peut provenir des différences considérables de conditions dans les deux séries, et elle s'explique peut-être suffisamment par là.

La méthode qui a fourni le chiffre moyen 0,15 pour fraction hygrométrique du cylindre sec ne garantit pas que ce chiffre continue à être exact quand c'est le vase poreux qui plonge dans ce cylindre, au lieu des deux thermomètres du psychromètre, lesquels y demeureraient, pour arriver à l'état constant, bien plus longtemps que le vase poreux.

Lorsque le vase poreux est exposé à l'air libre, la couche gazeuse qui est immédiatement en contact avec lui est probablement plus humide que l'air à une certaine distance, et les indications du psychromètre ne fournissent peut-être pas bien exactement l'état d'humidité de la couche très voisine de la cloison poreuse. Ce qui suggère cette supposition, c'est que l'agitation de l'air autour du vase à diffusion augmente généralement un peu la différence de pression accusée par le manomètre.

Je crois aussi que les deux méthodes qui ont conduit aux facteurs 0,84 et 0,85 contribuent à rendre le vase poreux plus humide qu'il ne l'est lors d'une observation ordinaire.

Quoi qu'il en soit, cette discordance entre les tableaux P et P' et S et S', au point de vue de la proportionnalité, est assez forte pour laisser des doutes sur sa vraie cause, et l'étude doit en être reprise.

Il faudrait avoir des séries intermédiaires entre celles des tableaux P et P' ou S et S', c'est-à-dire des séries correspondant à des fractions hygrométriques intermédiaires entre 0,15 et 0,60. Je n'ai pas pu, jusqu'ici, réaliser d'une manière satisfaisante, autour du cylindre poreux, des conditions assez constantes, connues au point de vue hygrométrique, et un peu plus humides que cette grande sécheresse fournie par le cylindre à parois baignées d'acide sulfurique.— Il faudrait pouvoir profiter de certains jours où l'atmosphère libre est naturellement fort sèche; mais je n'ai pas pu, durant la dernière saison, saisir des moments convenables.

19. Les détails renfermés dans ces dernières pages, sur

l'activité de la diffusion entre l'air plus sec et l'air plus humide, peuvent se résumer de la manière suivante :

1) L'activité de la diffusion ne dépend pas ou ne dépend que très peu d'une influence *directe* de la *température*. La température influe d'une manière indirecte, parce qu'elle permet des différences de tension de vapeur plus ou moins grandes des deux côtés de la cloison poreuse.

2) Lorsque l'on compare des observations faites à des températures différentes, on trouve que l'activité de la diffusion ne dépend pas ou ne dépend que peu de la *fraction de saturation*.

3) L'activité de la diffusion dépend principalement de la *différence entre les tensions ou les quantités de la vapeur d'eau de part et d'autre de la cloison poreuse*. Elle est à peu près proportionnelle à cette différence.— Il suit de là que si l'on compare des observations faites à une même température, l'activité de la diffusion dépend de la fraction de saturation.

Ces conclusions ne se rapportent qu'aux observations faites avec la même paroi poreuse. De nouvelles recherches montreront si elles se maintiennent pour des températures plus élevées ou plus basses et avec d'autres substances poreuses que celles des expériences décrites plus haut. De nouvelles recherches également montreront quelle peut être l'influence de l'étendue de la paroi diffusante, de son épaisseur, etc.

20. Dans tous les essais précédemment rapportés, les vases de terre poreuse seuls ont été employés. Les quelques expériences que j'ai tentées jusqu'ici avec d'autres

substances sont trop peu nombreuses et encore trop incomplètes pour qu'elles méritent d'être discutées avec détail. Voici seulement quelques indications :

J'ai collé un disque de papier sur la large ouverture d'un entonnoir. Une mèche mouillée suspendue dans l'intérieur (sans toucher le papier) y maintenait une atmosphère humide. Le col de l'entonnoir étant relié au manomètre à eau, j'ai pu constater que le manomètre a accusé un accroissement permanent de pression lorsque l'entonnoir était placé dans de l'air sec. Les résultats ont toujours été faibles, dépassant cependant parfois (température de 19° ; papier fin, luisant) un millimètre d'eau. Certains papiers (entre autres du papier à filtrer et un papier-carton assez épais) n'ont donné que des résultats nuls ou douteux.

Des œufs ont été vidés par une petite ouverture pratiquée à l'une des extrémités du grand axe, puis séchés. J'ai fixé ensuite à chaque œuf, avec de la cire, un tube plongeant à travers l'ouverture. Par ce tube, une mèche mouillée arrivait dans la cavité vide et y entretenait une atmosphère humide. Le tube enfin était relié au manomètre. On pouvait donc suivre les variations de pression de l'intérieur de l'œuf. Plongés dans le cylindre sec, deux œufs sur trois m'ont nettement donné un excès de pression qui me paraît être dû à la diffusion. Si on laissait l'excès de pression disparaître, en établissant une communication avec l'air extérieur, on le voyait se reproduire et reprendre sensiblement la même valeur dès que la communication était supprimée. Lorsque les œufs étaient plongés dans de l'air humide, il n'y avait plus de différence de pression.

L'entonnoir pourvu d'un disque de papier et les œufs ont souvent donné lieu, au moment où on les plongeait dans le cylindre sec ou au moment où on les en retirait, à une variation brusque de la pression (de 1 à 4 millimètres), variation qui disparaissait bientôt et qui était manifestement tout autre que celle qui se maintenait ensuite et que je suppose produite par une diffusion inégale. Il est probable que la substance même de la coque de l'œuf subit un rapide changement de volume au contact d'un air très sec ou au retour dans un air plus humide. Le papier, qui n'était pas absolument tendu sur les bords de l'entonnoir, subissait probablement, sous la même influence, un accroissement brusque ou une diminution de tension qui faisaient varier un peu le volume intérieur de l'entonnoir.

Il est bien connu que le papier donne lieu à une diffusion entre des gaz différents. La diffusion est également très prononcée entre l'air sec et l'air chargé de vapeurs d'éther, d'alcool, etc. — Les œufs vides et pourvus d'un tube dont il vient d'être question, m'ont également fourni une diffusion très sensible dans les mêmes conditions qu'une paroi poreuse ordinaire. Un œuf ainsi préparé, et relié au manomètre à eau, est un vase qui montre fort bien la diffusion inégale entre l'air d'une part et l'air mélangé d'hydrogène, de gaz d'éclairage, d'acide carbonique d'autre part.

21. La diffusion qui se produit entre deux masses d'air à des états hygrométriques différents conduit assez naturellement à la pensée d'utiliser ce phénomène pour mesurer l'état hygrométrique de l'atmosphère libre à un moment donné.

Plusieurs des expériences décrites plus haut semblent pouvoir se prêter à cette détermination. Ainsi, on peut se figurer un vase poreux comme celui de l'expérience 4^e, maintenu saturé dans son intérieur, et qui serait relié à un manomètre au moment où l'on voudrait faire une observation. L'accroissement de pression qui se produirait dépend, on l'a vu, de la tension de la vapeur aqueuse dans l'air ambiant. — On pourrait aussi employer un grand vase rempli d'acide sulfurique, dont une large ouverture serait fermée par une plaque poreuse, et qui, par une tubulure convenable, serait relié au manomètre. Il y aurait une diminution de pression d'autant plus grande que l'air ambiant contiendrait une plus grande quantité de vapeur d'eau. Afin d'éviter que l'acide sulfurique s'hydratât trop rapidement, l'appareil devrait posséder un couvercle qui protégerait la cloison poreuse et que l'on enlèverait seulement au moment de faire une observation. — On peut imaginer aussi que deux cylindres, l'un poreux avec de l'air saturé et l'autre imperméable, mais de même dimension que le premier, seraient placés près l'un de l'autre, à l'air libre et communiqueraient chacun avec une des branches du manomètre différentiel. (Voir Exp. 12^e). Le manomètre accuserait, du côté du vase poreux, un excès de pression dépendant de la quantité de vapeur existante dans l'air. Dans ce dernier appareil, les variations de température de l'air, agissant sur les deux vases simultanément, laisseraient intact le manomètre, lequel indiquerait seulement la différence de pression provenant de la vapeur d'eau.

Je crois d'ailleurs que, même avec une disposition où un vase poreux seul serait employé, les changements de température de l'air ne seraient pas un empêchement. Ces

changements ne sont pas assez brusques pour que la modification qui en résulte dans la tension de l'air du vase ne soit pas constamment annulée par la porosité même des parois. Ces variations de tension, dues aux variations de température, prendraient de l'importance seulement dans le cas où la paroi diffusante serait d'une trop petite étendue relativement au volume intérieur du vase.

Mais pour que les faits dont il est ici question puissent être le principe d'un hygromètre nouveau, il faut que l'on connaisse exactement la loi qui relie la variation de pression avec la différence d'état hygrométrique de part et d'autre de la cloison poreuse ; puis que l'on sache éliminer les causes qui ont produit les irrégularités dont il a été question plus haut. Il serait désirable aussi que l'on eût des cloisons poreuses donnant des différences de pression plus grandes que celles qui se produisaient avec mes appareils, surtout lorsque la température est basse et qu'il y a, par conséquent, peu de différence entre la tension de la vapeur de part et d'autre de la paroi diffusante.

Cette question d'un *hygromètre à diffusion* se présente ici comme une application possible des phénomènes étudiés dans les pages précédentes ; mais les essais que j'ai tentés dans cette direction sont encore trop imparfaits pour que j'insiste davantage.

22. Lorsque l'une des faces de la cloison diffusante est en contact avec de l'air et l'autre avec un mélange d'air et d'un gaz plus léger, le courant le plus abondant se produit de la seconde à la première.

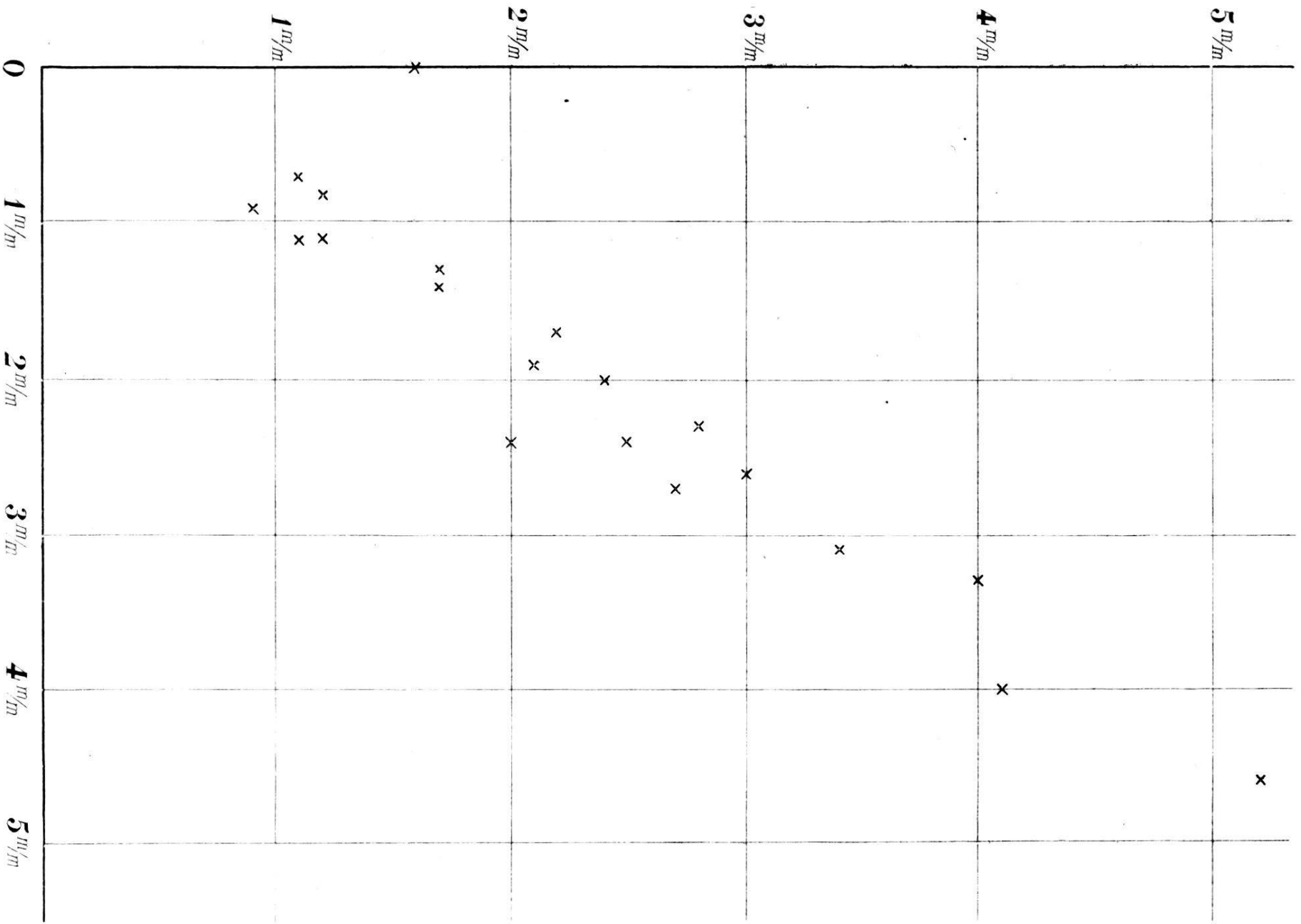
Les faits dont il a été question dans ce mémoire paraiss-

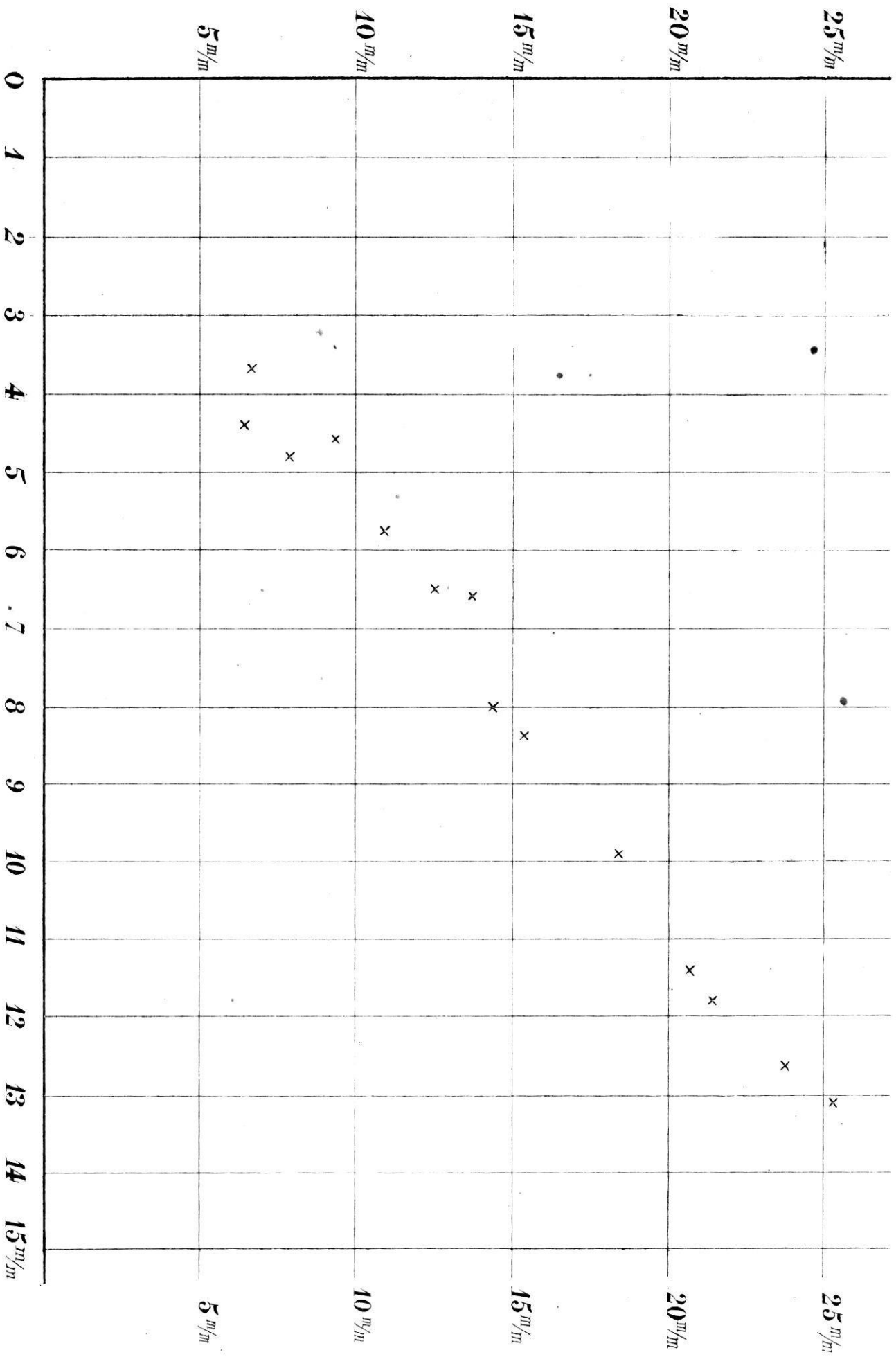
sent une exception à cette règle, et pourtant ils présentent tous les caractères de véritables phénomènes de diffusion : il y a simultanément deux courants inverses à travers la cloison poreuse et un de ces courants est plus abondant que l'autre. — La vapeur d'eau est plus légère que l'air, et, à tension égale, de l'air sec est plus dense que le même air mélangé de vapeur. Le courant le plus abondant se fait donc ici du gaz plus dense à celui qui est plus léger.

En revanche, on peut remarquer que la vapeur d'eau mélangée à l'air donne lieu au même sens de plus grande diffusion que celui qui s'observe quand il s'agit de la plupart et peut-être de toutes les vapeurs.—En plaçant dans le godet de verre que renferme le vase poreux (Exp. 4^e) de l'alcool, du chloroforme, de la benzine, du sulfure de carbone, etc., on obtient une diffusion de l'air extérieur vers l'intérieur chargé de vapeur, comme cela s'observe quand le godet contient de l'eau. Il est vrai que toutes ces vapeurs sont plus denses que l'air et que les faits auxquels elles donnent lieu rentrent donc dans la loi générale (4).

(4) Lorsqu'une cloison de terre poreuse sépare de l'air ordinaire et de l'air chargé de diverses vapeurs, il se produit, à travers la cloison, deux courants inégaux de diffusion. L'inégalité est d'autant plus prononcée que la vapeur est plus abondante d'un des côtés de la paroi.

Ce fait pourrait, je crois, servir utilement de base à une étude de la rapidité avec laquelle les vapeurs se répandent dans l'air libre. Si l'on prend, par exemple, un petit vase poreux, comme ceux qui servaient à l'origine dans certaines piles télégraphiques, volume de 8^{cc}, (ou, ce qui vaudrait encore mieux, un petit entonnoir fermé par un disque de terre poreuse), qu'on le ferme avec un bouchon traversé par un tube relié à un manomètre, on aura un appareil qui peut servir à explorer la richesse en





23. Je ferai remarquer, en terminant, que la diffusion inégale entre des masses d'air à des états hygrométriques différents se produit probablement dans un grand nombre de circonstances. Elle doit, suivant les cas, donner lieu à des différences de pression de part et d'autre des parois poreuses ou à un courant dirigé du côté plus sec vers celui qui est plus humide.

Ces phénomènes se produisent peut-être sur une grande échelle dans la nature et entre autres à la surface de contact des végétaux et de l'air libre. (Voir une note récente de M. Merget ; *Comptes-Rendus* du 22 décembre 1873.) Il est également probable qu'ils interviennent dans diverses opérations scientifiques et industrielles.

vapeur d'éther, d'alcool, etc., de l'air libre. Si l'on approche ce petit vase d'une capsule qui contienne de l'éther, le manomètre accusera une différence de pression d'autant plus grande que l'on se sera approché davantage de la capsule. Si l'éther a été versé au fond d'une longue éprouvette, on s'apercevra d'une façon intéressante, au manomètre, de la richesse plus ou moins grande en vapeur d'éther des couches plus ou moins rapprochées du fond. En répétant les essais, on verra combien il faut de temps pour que la vapeur d'éther commence à donner une diffusion sensible, à cinq, dix, quinze centimètres, etc., du fond.

L'étude de la rapidité de la diffusion des vapeurs dans l'air libre, au moins des vapeurs incolores, est extrêmement difficile et je crois que l'emploi d'un petit appareil à paroi poreuse, d'une sorte d'*explorateur par diffusion*, pourrait fournir des données sur ce sujet encore bien peu connu.

