



Title	寺尾寿自筆ノート[086]
Author(s)	寺尾, 寿
Citation	
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/89947
rights	Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

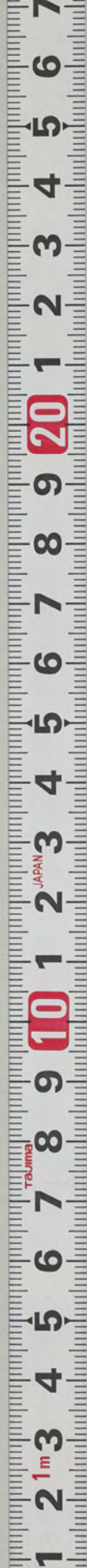
物理學

10
11
學教室

Physique.
Pesanteur et Capillarité.
Tome II.



Physique.
Pesanteur et Capillarité.
Tome II.



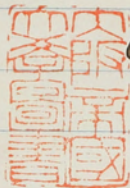
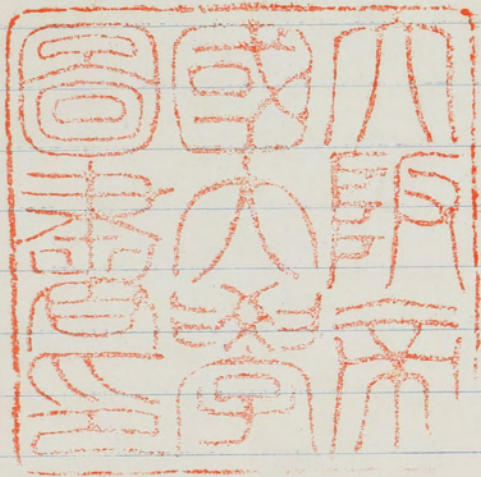


Physique.

Tome II.

F. Terao.





Des Densités et Poids Spécifiques.

On appelle densité absolue d'un corps la
masse de l'unité de volume de ce corps et l'on
appelle poids spécifique absolu le poids de l'unité de volume
de ce corps. Le choix de l'unité de force est arbitraire
aussi que celui de l'unité de temps et de l'unité de
longueur et il va sans dire que la densité d'un corps est
un nombre constant aux différentes hauteurs de la
terre puisque c'est le rapport de l'unité de force ap-
pliquée à l'accélération que l'on suppose cette force.
Aussi dit-on que la densité d'un corps est un
nombre caractéristique de la nature de ce corps; il
n'en est pas ainsi pour le poids spécifique qui
est toujours égal au produit de la densité par l'ac-
céleration de la pesanteur qui, par conséquent, est
variable et se différencie bien de la terre avec cette
accélération g . Le poids spécifique absolu d'un
corps est donc une caractéristique de la nature de
ce corps.



L'on est convenu de comparer les densités absolues ou les poids spécifiques absolus des corps à la densité et au poids spécifique de l'eau à son maximum de densité c'est-à-dire à la température de 4° centigrade. Les rapports des densités et poids spécifiques des corps à la densité et au poids spécifique de l'eau dans ces conditions sont appelés densité relative ou poids spécifique relatif. Et lors qu'il y a une relation très simple entre les nombres qui expriment le poids ^{spécifique} relatif et la densité relative. Soit ρ l'effet, D la densité absolue d'un corps, d la densité absolue de l'eau. Soit γ le poids spécifique absolu d'un corps et γ' le poids spécifique de l'eau. La densité relative d'un corps sera : $d = \frac{D}{d}$. Le poids spécifique relatif sera : $\gamma = \frac{\gamma'}{\gamma}$. C'est-à-dire $\gamma = \frac{D}{d} \cdot \frac{\gamma'}{\gamma}$ égale γ' conçoit à $\gamma = \frac{D}{d}$. Donc les nombres qui expriment la densité relative et le poids spécifique relatif d'un corps sont égaux. C'est pour cette raison que dans la pratique, on remplace souvent le mot poids spécifique relatif par le mot densité relative quand on se réfère à des choses différentes.

Remarque. que le poids spécifique relatif d'un corps est indépendant de g , il est donc constant à tout lieu de la terre, comme la densité absolue et la densité relative. Remarque. et aussi que le poids spécifique relatif et la densité relative d'un corps sont absolument indépendants de l'unité de mesure. Quelle que soit l'unité de force, l'unité de longueur, l'unité de volume, l'unité de temps, les nombres sont constants tant que le poids spécifique absolu et la densité absolue sont variables avec ces unités.

Des Poids spécifiques relatifs dans le système français.

L'unité de poids fixée à la suite de la fixation de la longueur et du mètre, c'est le poids d'un centimètre cube d'eau pur à la température de 4° centigrade. Soit donc l'on prend pour unité de volume le centimètre cube, le nombre qui exprime le volume d'un corps et le nombre qui exprime le poids d'un égal volume d'eau sont en grammes.

sont les mêmes. Autrement dit, le poids d'un
 corps par le poids d'un égal volume
 d'eau peut être considéré comme le quotient d
 son poids par son volume et est une constante.
 De sorte que, le poids spécifique relatif d'un corps
 peut être considéré comme le rapport du poids d
 l'unité de volume de ce corps au poids d'un même
 volume d'eau, ou bien comme le rapport du poids
 d'un corps quelconque à son volume.
 C'est pour cela que l'on écrit $P = V \rho$ ou le
 poids d'un corps est égal à son volume
 multiplié par sa densité. $P = V \rho$ ou $P = V d$.

De la Détermination des Densités.

On détermine souvent les poids spécifiques
 relatifs à la densité relative et pour le rapport du
 poids P d'un échantillon d'un corps au poids P
 d'un égal volume d'eau. D'après notre définition,
 l'eau devant être prise à la température de 4°
 centigrade, on note les poids spécifiques relatifs

et les densités relatives sont variables avec la
 température, et varient de la même manière à la
 température zéro. Le problème ne sera donc pas
 facile à résoudre directement. Nous allons exposer
 les différents procédés employés pour déterminer
 les poids spécifiques relatifs à la densité relative
 la température de l'observation. Nous apprenons
 par la suite comment par le calcul on peut
 déterminer les poids spécifiques approchés les poids
 spécifiques exacts. Nous ferons aussi dans la suite
 les corrections relatives à l'influence de l'air
 sur les corps pesés au sein de l'atmosphère.
 Il est donc que nous allons nous occuper que des
 corps solides, ou des corps liquides pour que nous ne
 connaissions pas encore d'une manière complète
 l'état d'équilibre d'un gaz. La détermination
 des densités des gaz sera faite dans la
 suite quand nous étudierons l'air et le vide et les
 corps.

Première méthode. — Méthode de la balance hydrostatique.
Corps solides.

Pour déterminer le poids d'un corps solide
par la balance hydrostatique, on suspend le corps
à platine de la balance & on y ajoute un
fil de cuivre ou de la même platine & on
y ajoute des poids connus. On détermine le poids
de ce corps par la méthode de double pesée par
approche & vase contourné de l'eau distillée
dans lequel on fait plonger le corps & on suspend
ce & détermine le poids qu'il faut ajouter dans
platine qui supporte le corps plongé pour que l'équilibre
se rétablisse avec la même tare de l'autre côté.
Le poids additionnel est précisément égal, car c'est
le vase, à la forme que l'eau même & le corps, est
indépendant du poids & du volume d'eau égal à celui
du corps. Soit P le poids du support & p le
poids additionnel & sera le nombre qui représente
le poids spécifique ou le poids spécifique.

Corps liquides.

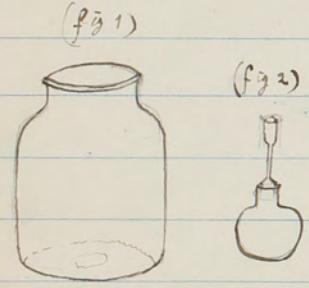
On suspend à son bras de la platine

de la balance hydrostatique & on y ajoute
un vase en cuivre ou en la même platine &
la balance se rapproche & vase contourné
d'eau & dans lequel on fait plonger le corps
& détermine le poids qu'il faut ajouter à
platine qui supporte le corps pour que l'équilibre
se rétablisse sur l'horizontal, c'est le poids de
volume d'eau égal à celui du corps plongé. &
c'est alors le poids additionnel ainsi que le vase
d'eau & l'on approche le vase contourné le liquide
dont on recherche la densité & on fait la même déter-
mination pour le liquide, & on a donc le poids
d'un certain volume de ce liquide & le
poids d'un égal volume d'eau, & par conséquent
l'effet de ces deux poids, & ainsi le poids spé-
cifique & la densité.

Cette méthode ne donne jamais que des
résultats peu précis, car lorsque le corps plonge
dans le liquide, la balance peut se rétablir
à suite & frapper sur des molécules liquides
contre le corps, frictions qui contrarient

Deuxième méthode. - Méthode du Flacon.

Corps solides. - Les flacons sont en verre ou en métal, on détermine les poids spécifiques des formes qui peuvent varier, mais sont toujours tels que l'on peut facilement amener le niveau de la surface à un point constant. Si l'on veut opérer sur des corps solides volumineux on emploie un vase à la large col que l'on peut fermer au moyen d'un bouchon de verre ou de plomb à l'aide d'un emboîtement de bouchon de verre. Si l'on veut opérer sur des corps peu volumineux on se sert d'un vase de forme que représente fig (2) ce qui sont fermés soit par la charnière radiale d'un emboîtement qui sert comme bouchon, soit par une petite charnière à charnière supérieure. On ferme le bouchon avec la charnière inférieure que l'on introduit dans le bouchon de verre et la partie de son intérieur se détache par l'ouverture. Il est évident que la surface est toujours la même quelle que soit la forme du flacon que l'on emploie on procède toujours de la même manière.



On remplit le flacon d'eau distillée à la mesure du plateau de la balance et à l'aide d'un pèse-liquide on mesure le poids spécifique; on tire avec le pèse-liquide le flacon pour enlever l'eau, on y introduit le corps et on le pèse. L'équation sera:

$$\text{flacon} + \text{eau} + \text{corps} = \text{tare}$$

On retire alors le corps et on le pèse pour le poids marqué P. on a alors:

$$\text{flacon} + \text{eau} + P = \text{tare}$$

Ensuite on introduit le corps dans le flacon et on le ferme avec le bouchon, on emmène dans la balance et on le met sur le plateau de la balance et l'on est obligé d'ajouter des poids marqués P' pour équilibrer la tare et on a l'équation:

$$\text{flacon} + \text{eau} + \text{corps} - V + P' = \text{tare}$$

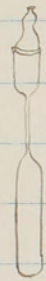
On voit que ces 3 équations, déterminent le poids du corps et le poids d'un égal volume d'eau.

On retranche la 2^e équation de la 1^{re} on a: $P = \text{corps}$

On retranche la 3^e de la 1^{re} on a: $V = P'$

Or le poids spécifique est le rapport du poids du corps à celui d'un égal volume d'eau. $\text{sp. gr.} = \frac{P}{P'} =$

Corps liquides —



Le fluide est composé de deux parties, la partie inférieure a la forme d'un tube fermé à sa partie supérieure par un tube très fin, fermé à son tour; la 2^e partie de l'appareil se compose d'un tube ouvert à ses deux extrémités, muni d'une pince et d'un bouchon à l'extrémité qui s'appuie à l'évaporation du liquide volatile par la

l'opération. L'appareil que nous avons affecté à ce liquide fluide est que l'on se procure de ce fluide de liquide a été à l'étranglement, par une de papier buvard que l'on colle et fait, à l'extrémité de ce liquide jusqu'à ce que la goutte soit en position de s'élever; le fluide est la balance de la tige et l'autre plat.

$$\text{fluide} + \text{liquide} = \text{tare}$$

On retire alors le fluide, on a fait sortir le liquide et la balance est à l'équilibre et on a le poids d'un bouchon jusqu'à ce qu'on même peut faire même poids, et le fluide est la balance et la tige.

qu'il est après le poids P par l'équilibre à l'équilibre des P horizontales. On a alors

$$\text{fluide} + \text{can} + P = \text{tare}$$

On retire le fluide de la balance, on a fait sortir l'air et la tige est à l'équilibre et on a le poids de l'air et la balance et l'air constant que par qu'il y ait équilibre il faut qu'il soit à l'équilibre et qu'il y ait

$$\text{fluide} + P' = \text{tare}$$

Les trois équations, déterminent le poids du liquide et le poids d'un égal volume d'air.

$$\text{liquide} = P' \quad \text{can} = P - P'$$

$$P = \text{tare} \quad p = \frac{\text{liquide}}{\text{can}} = \frac{P'}{P - P'}$$

Remarque I. Les corps et poudres de même que les corps les plus fins, lorsqu'on les place dans l'air, on s'en rend compte, on voit une certaine quantité d'air.

On veut se faire la preuve, on place le fluide dans lequel le corps se trouve avec de l'air, on le renferme dans la machine pneumatique et l'on voit l'air se raréfier; alors les petits grains qui adhèrent sur les molécules du corps se gonflent

Q. 1. Remarque II.

Il ya plus, rates d'écoulement. Le mécanisme
est en contact et le mécanisme à faire contact.

Corps solides.

$A + P$
pairs à Paris, pairs
même manques

$$A + P' + \text{Cogs} = \text{Ea}$$
$$A + P'' + \text{Coys} = \text{Eam} + V.$$
$$\text{Comp} = P - P' \quad V = P'' - P' \quad \rho = \frac{\text{Comp}}{V} = \frac{P - P'}{P'' - P'}$$

Remarque que si le vase est moins dense que l'eau il se videra par son bec inférieur, & après avoir subi quelques oscillations, se videra une fois avant de remonter au bec inférieur.

Corps liquides. — C'est au moyen de l'aréomètre de Hare que l'on détermine les poids spécifiques des liquides. La forme est très variable, il peut être à test de son bec inférieur, et une capsule à son bec supérieur. Tantôt il n'a plus besoin de bec inférieur. La chose importante est que l'appareil est en verre, & que ce appareil est capable de déterminer les poids spécifiques des liquides qui attaquent le verre. Il peut être à test de son bec inférieur, & une capsule à son bec supérieur. Tantôt il n'a plus besoin de bec inférieur. La chose importante est que l'appareil est en verre, & que ce appareil est capable de déterminer les poids spécifiques des liquides qui attaquent le verre.

$$A + P = \text{Eau}$$

On l'emploie à faire la même détermination pour le liquide expérimenté & c.

$$A + P' = \text{Liquide}$$

On a donc :

$$\rho = \frac{\text{Liquide}}{\text{Eau}} = \frac{A + P'}{A + P}$$

Il faut donc avoir préalablement déterminé le poids de l'aréomètre & qu'on fasse une fois par tout au moyen de la balance.

Aréomètres à poids constant.

Dans les industries spéciales, il n'est pas toujours commode exactement de mesurer l'eau. Si le liquide est pur, il peut suffire de connaître le degré de concentration de ce liquide. C'est à dire la place que doit occuper ce liquide dans l'échelle qui comprendra les divers degrés de concentration que peut avoir un liquide comme l'acide sulfurique. On ne peut pas faire cette détermination avec l'aréomètre à poids constant. Son volume immergé est variable. En plongeant ces aréomètres dans un acide sulfurique quelconque, par exemple, l'on détermine immédiatement, si l'on a le degré de concentration nécessaire pour être bête à commerce. Les principaux aréomètres à poids constant sont les aréomètres de Baumé, et il y en a 2 sortes, mais qu'on s'applique à des liquides plus denses ou moins denses que l'eau. Quoi qu'il en soit

L'alcoomètre se compose d'un tube cylindrique en verre
terminé à sa partie inférieure d'une façon quelconque
mais toujours de sorte qu'il y ait une certaine
certaine quantité de mesure comme l'est. ce l'est à
la même base que dans les alcoomètres à volume constant.
C'est la tige cylindrique qui porte la graduation en
degrés d'alcoométrique. Voici comme elle Baume gradué
cet appareil. Pour le liquide plus dense que l'eau, l'alcoomètre
porte le nom de **pièce-sels**, **pièce-acide** ou de
pièce-sirops et ils sont gradués de la façon suivante.
On plonge l'alcoomètre dans l'eau pure et on règle la
base de façon que l'appareil s'enfonce à un certain point
l'intérieur à cet endroit on marque le zéro. Puis on
fait un mélange de 15 grammes de sel marin pour
85 grammes d'eau pure on plonge l'alcoomètre
dans l'eau ainsi chargée de sel et l'on marque 15
au point d'affleurement; on donne l'espace compris
entre 15 parties égales et l'on prolonge la division en
dessous. — Pour les liquides moins denses que l'eau
l'alcoomètre de Baume porte le nom de **pièce-esprit**,
pièce-liquors et ils sont gradués de la façon suivante.

On règle le lest de façon que dans l'eau pure il affleure
au point de l'intérieur inférieur plus ou
moins un mélange contenant 10 parties de sel marin pour 90 grammes
d'eau on y plonge l'alcoomètre et l'on marque zéro.
On marque 10 au point d'affleurement et l'on
se partage l'espace compris entre 10 parties égales. La
tableau en, la graduation se fait à la température de 12°
ou 12. On voit que ces deux appareils ne donnent
pas de renseignements sur le volume absolu de l'alcool
d'un liquide; qu'il ne détermine que l'ordre de densité
de plusieurs liquides, et même on voit que les deux
espèces d'alcoomètres ne sont pas gradués de la même façon
et qu'ils donnent des résultats incompatibles.
M. Cartier a ainsi construit d'autres alcoomètres qui
ont été longtemps employés en France mais dont on a
un jour le principe; ce ne sont de rien que de
modifications insignifiantes de l'alcoomètre de Baume.

Alcoomètre centésimal de Gay-Lussac.

C'est un alcoomètre à poids constant destiné à
déterminer la quantité d'alcool que contient un mélange

D'alcool et d'eau. Pour le graduer, on le plonge dans
de l'alcool absolu, et on règle le bords de façon qu'il
s'élève jusqu'à une marque 100 on fait
l'affillement, puis on fait un mélange d'alcool
absolu et d'eau distillée dans la proportion de 95 centimètres
cubes d'alcool et 5 centimètres cubes d'eau. On plonge
l'appareil dans ce mélange et on marque 5 à 10 parties
florentines, on recommence la même opération pour des
liquides contenant successivement 95, 85, 80, 70, 60
parties d'alcool et 100 parties de mélange d'alcool et
d'eau. On divise alors l'épave en parties égales
de parts centimètres, on a déterminé à 100 parties égales.

Le mélange d'eau et d'alcool et de
proportion constante, il est à dire que le volume
de mélange n'est pas égal à la somme des volumes des deux
liquides mélangés, et note que pour avoir 100 centimètres
cubes d'un liquide contenant 95 parties d'alcool, il ne
faut pas mélanger 95 parties d'alcool avec 10 parties
d'eau, il faut mettre de l'eau 90 parties d'alcool
pour ajouter tout l'eau nécessaire pour former le
100 centimètres cubes. L'eau des siphons fréquents de

L'appareil de Gay-Lussac consiste à déterminer la
richesse alcoolique d'un bailli fermenté, d'un vin
par exemple. Pour cela, on utilise un petit appareil
comme de nos jours inventé, de Tallard c'est
un petit appareil à distiller, il ne compose de petite
chaudière ^{à vapeur} fermée par un bouchon
en caoutchouc, qui est traversée par
toute une communication avec
un récipient refroidi à usage
d'un flacon dans une cave qui l'abaisse.

Le récipient traverse la partie inférieure
de la cuve, ce qui permet de recueillir, dans une épave,
cette liqueur pour se faire condensation de vapeur
condensée. Lorsque tout l'alcool et le liquide se mélangent
à usage d'un d'épave, ce qui a lieu lorsque
la moitié de liquide a distillé et même un peu de
tous pour les liquides peu alcooliques. On ajoute alors
d'eau pure dans l'épave, ce qui permet d'obtenir la même
volume que celui de liquide et plus, on a ainsi un mélange
d'eau et d'alcool dont le volume est égal au volume de
liquide et plus, ce qui contient la même quantité d'alcool.

de l'éther avec la substance avec que l'on
ou l'alcool et bouillant au-dessus de la température
78°, température de l'ébullition de l'alcool. L'alcoomètre de
Gay-Lussac donne alors la quantité d'alcool contenu.

Gay-Lussac a donné le tableau pour faire la correction
des variations de température.

Pèse-lait. - Pèse-vins. - C'est un compte d'après
la même ponde que Gay-Lussac, des appareils qui
ne mesurent que pour le liquide spécial et donnent la
quantité de ce liquide qui entre dans le mélange avec de
l'eau. Tels sont le pèse-lait, le pèse-vins, etc.

Volumètres et Densités

Gay-Lussac a montré que les densités et
poids sont en raison inverse du volume et que
le volume et le poids d'un liquide sont en raison
directe d'un liquide. Ceci comme on voit
dans les volumètres, par exemple pour les liquides plus denses que l'eau.

On voit le but de faire que dans l'eau pure il
y a 100 parties de poids et de volume, et l'on trouve 100.
Puis on fait le mélange d'eau et de vin, d'alcool, etc.

Le liquide de densité connue est bien tout à fait
un peu de liquide de densité inconnue et connu comme
4/5 par exemple et l'on y plonge l'appareil, il y a force
morte, il est facile à travers le verre de la partie
immergée à la partie supérieure jusqu'à 100.

Le poids d'après le principe d'Archimède, le poids
de l'instrument entre dans le liquide, le poids de liquide
déplacé doit être constant et de 100 parties
il y a 100 parties flangees et la densité de l'eau
est 1. Le poids de l'eau déplacée sera $V \times 100 \times 1$. Dans le
liquide de densité 4/5, le poids $V \times x \times \frac{4}{5}$ on a donc

$$V \times 100 \times 1 = V \times x \times \frac{4}{5} \quad \text{D'où} \quad x = \frac{5}{4} \times 100 = 125$$

On marque 125 au point d'affleurement. Ceci va de
100 à 125 parties de ce dernier liquide pour entre
que ces parties d'eau de densité 1 d'après ce qui
entre 100 et 125 et vingt parties d'alcool et l'on prolonge
les divisions en-dessous. Je dis que cet appareil
donne le volume et le poids d'un liquide. Le poids,
Prenons pour unité de poids le poids de l'instrument
le volume de cette unité de poids fait l'eau pure

100, le volume de l'unité de poids de ce liquide que
 nous avons conduit à 75, et on le met par
 tous les liquides plus dens que l'eau. Pour les liquides
 moins dens que l'eau, on ajoute l'appareil d'écou-
 lerie facile. On met dans le flacon l'eau.
 même l'unité de force ^{ou de poids} qui a la même densité
 ou marque 100, puis on ajoute ^{à augmenter} momentanément une
 petite quantité de force, jusqu'à ce que le poids
 de l'aréomètre soit à la même densité que le poids pûr,
 mis soit le poids à presser de l'appareil $\frac{2}{5}$. On
 partage le flacon en 25 parties égales, puis
 on partage la densité en 25 parties égales, et on fait
 voir comme précédemment ^{que} l'appareil donne le
 volume de l'unité de poids.

On peut facilement transformer le volumètre en
 aréomètre. On a cet effet:

$$V \times 100 \times d = v \times n \times d \quad \text{D'où} \quad d = \frac{100}{n}$$

Il suffit donc d'écrire à l'encre de chaque division
 le quotient $\frac{100}{n}$ pour avoir un aréomètre.

Hydrostatique des Gaz.

Principe de la transmission des pressions.

Les corps gazeux comme nous l'avons vu ont des
 propriétés communes avec les liquides que les molécules sont mobiles.
 Les corps ont les mêmes propriétés de diffusion et de pénétration
 une même force qui tend à séparer les molécules, les uns
 de l'autre, ce qui fait qu'une masse gazeuse a un volume
 essentiellement variable mais la pression que supporte sa
 surface. Or si la pression que supporte une masse ga-
 zeuse est constante, nous savons, elle est la même, et les
 liquides. Il résulte que, pour la pression constante, l'hydro-
 statique des gaz est la même que celle des liquides, et
 peut donc s'appliquer aux gaz de la même manière que
 pour les liquides.

Les pressions sont exercées sur les surfaces, elle sont
 proportionnelles à ces surfaces.

On définit une pression par la force qui agit sur une
 surface unitaire, qui est la même action et
 peut comme pour les liquides.

Pesanteur des Gaz.

Les gaz sont comme les corps de la nature, des
corps pesants. Pour le démontrer, Galilée informé de l'air
dans un récipient de verre chassé avec force d'air.
après le quart de l'air, il constata ainsi que ce récipient
pesait plus qu'il ne paraissait ^{lorsqu'il est plein} que lorsqu'il le tenait
plein d'air à la pression ordinaire. Aujourd'hui, on fait
l'expérience, on suspend un ballon de verre garni d'un
cork de couleur jaune à l'un des plateaux de la balance et l'on
tient sur l'autre plateau, par un verre ce ballon sur la
machine pneumatique et on observe une certaine quantité d'air
contenu, on ferme le robinet et on l'accroche à la balance et
constate qu'il a diminué de poids et l'on peut ainsi déterminer
le poids de l'air. C'est par ce procédé de mesure qu'on a
pu déterminer le poids de l'unité de volume d'un gaz.
Dans les conditions des normales, on a trouvé par l'expérience
qu'un litre de l'air pèse ^{gr} 1,293.

D'après ce que nous venons de voir, les gaz sont des
corps pesants et peuvent donc élever par eux la même
pression que font les liquides. En effet, la pression est
une force quelconque. La différence de pression est de

une force égale sur une surface d'une colonne de
liquide sur une surface de même hauteur et de même
la différence de pression est comme la hauteur de la surface
de même sur une surface horizontale. Pour vérifier
qu'il en est ainsi, il faut bien observer sur des masses gazeuses
à grande hauteur. Jusque-là on ne l'a fait que pour
l'air atmosphérique qui nous paraît une surface
plus grande que tout ce qui a pu être observé par l'expérience.

Expérience de Torricelli.

Depuis très-longtemps on savait qu'il y avait un vide
dans l'air d'un récipient contenu dans l'eau comme on le voit
par un tube avec un robinet d'eau. L'eau monte
dans ce récipient à mesure qu'on retire de l'air.
C'est même la principe des pompes à liquide comme
on les emploie. On s'efforçait de faire et d'observer
jusqu'à ce qu'on eût vu de l'air, il ne finissait de rien
et la Nature avait horreur du vide. Un jour cependant
un certain Duc de Florence constata qu'il
ne pouvait pas faire monter de l'eau à une hauteur
plus grande que 32 pieds et le Duc de Florence demanda
l'explication à Galilée qui fut proposée par un bonhomme

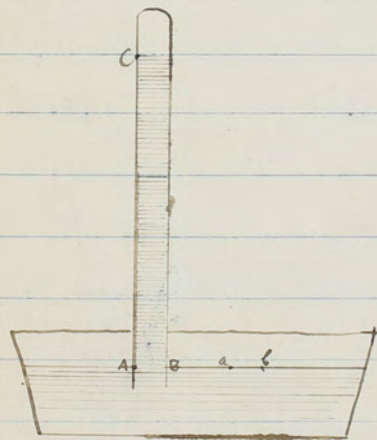
Il s'agit simplement que l'horizon que j'ai vu de
nature par le ciel n'est pas indéfini.

C'est à Toricelli qui est un élève de Galilée qu'on
doit l'expérience vraie démontrant que l'air atmosphérique
exerce une pression sur la surface de la terre et il s'est
détaché la grande et petite pression. Pour cela il a pris
de mercure un tube d'un mètre de longueur et fermé à
l'une de ses extrémités par le fer avec le doigt, la
renversa et on voit contenue le mercure. Ensuite le
doigt il constata que le niveau de mercure de la tube
descendait à une hauteur constante. Toricelli a constaté
que cette hauteur n'est à peu près la même à Rome et
à Paris et même de la vallée. Immédiatement après
Pascal on va bien que Pascal répétait l'expérience
et confirmait la fait affirmé par Toricelli; et pour
deux liquides de densité différents, il constatait que les
hauteurs sont en raison inverse de densité c'est à dire
que le poids de la colonne est constant pour une même
base. Il constata de plus qu'il y a plus à des
hauteurs différentes de l'atmosphère la hauteur de la
colonne ne varie pas la même, qu'elle diminuerait

à mesure qu'on s'élève de l'atmosphère.

De toutes ces expériences on a conclu qu'il fallait
une même et seule pression qui s'équilibre à la
pression de l'atmosphère sur une surface et on
même avec elle à raison de que la théorie
nous a été démontrée que la pression diminue à mesure
qu'on s'élève dans l'atmosphère.

L'expérience de Toricelli parvient à déterminer
la pression de l'atmosphère sur une surface déterminée.
On offre souvent pour exemple un tube de Toricelli.



L'atmosphère est la vraie force
en système de fluides quelconques.
La pression est une force qui s'exerce
toute et la même en tous les points.
La pression est partout une force
et agit à la hauteur AB de la tube.
La pression sur AB est égale à poids
d'une colonne de mercure qui aurait
AB pour base et se perd à hauteur.
Donc la pression qui sur une petite
sphère est la même et agit à la même force.

La ponce & kilogrammes n'est de 1

$$AB \times AC \times p$$

Mais, si on veut savoir de bien, il vaudrait que la
hauteur de la colonne de mercure soit la même quelle
que soit la section de tube, ce qui n'est pas d'ailleurs l'usage.
Cependant, si l'on considère un tube ayant pour
section 1 centimètre de carré, c'est-à-dire 1 unité de surface,
son poids sera représenté par le poids de la hauteur
de la colonne, par le poids spécifique, de sorte que, si l'on
après temps avec le mercure cette hauteur de 100 pouces
déterminera la ponce.

Crève-vent.- L'appareil est une machine formée à
un piston supérieur & une membrane et s'applique
sur le piston inférieur à une machine pneumatique.

Si l'on fait le vide, on voit que
la membrane se déforme & devient
concave & à la fin elle se creve.

Des Baromètres.

Les baromètres sont des appareils destinés à mesurer
la colonne de mercure de la pression atmosphérique. Ils se
divisent en deux espèces.

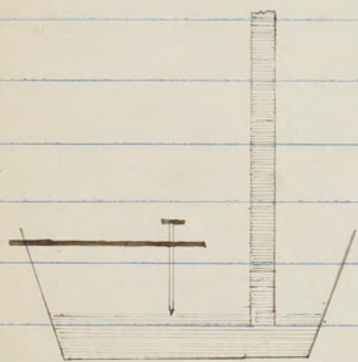
Baromètres à Cuvette. Le tube du baromètre à cuvette
est la tube dont s'est servi Torricelli. Mais dans un
baromètre si on n'y ajoute rien, il est difficile de mesurer
exactement la hauteur de la colonne mercurelle, parce que
le mercure de la cuvette se soulève & même temps que
celui du tube et qu'il est difficile de mesurer exactement
la surface de la cuvette. On a plusieurs moyens
pour y remédier, complètement à cet inconvénient.

Baromètre d'appartement. Dans les baromètres à
cuvette, on donne à la cuvette une section assez grande
et il y a généralement peu de mercure
dans la cuvette, si l'on veut de la
précision. Le niveau de la surface
de la cuvette se soulève à mesure que
la section de la cuvette se augmente.



fait que si le volume augmente il s'aplatit. Remarque donc que si on se plaçait sur le support de l'appareil ^{ou face de} on verrait le niveau semblablement constant. Il suffit de lire la division de la poutrelle qui se trouve en face de l'axe de mercure dans le tube pour avoir immédiatement la pression atmosphérique.

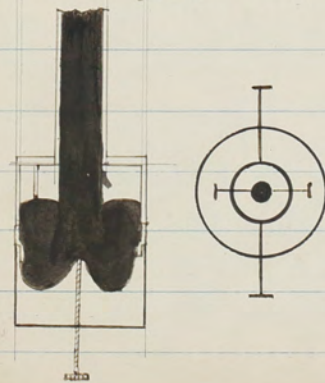
Baromètre fixe de Regnault. — Le baromètre à courbe de M. Regnault est une courbe de plus ou moins, mais il est fixe. Supposons une courbe et un



tube d'assez grand diamètre fixé verticalement de long d'un tiers environ. Pour mesurer la distance de la courbe, M. Regnault a fixé à la courbe une petite tige horizontale qui sert d'axe à une petite vis d'acier dont on connaît la longueur à des et le coefficient de dilatation; cette vis est au milieu d'un bato, le frottement à assurer l'extrémité inférieure en contact avec la surface du tube et assure que le contact est parfait lorsque l'image de la pointe de la vis tombe la pointe elle-même. Les anneaux

connaissant la longueur de cette vis il suffit de mesurer la distance de la pointe supérieure au centre du tube; c'est la somme de cette distance et de la longueur de la vis ou à mesurer la hauteur de la colonne mercurelle.

Baromètre de Fortin. — Dans le baromètre de Fortin, le niveau de la courbe est fixe. Il suffit à la similitude en rapport à la courbe et d'un mobile que l'on peut varier autant que l'on veut à l'aide d'une vis de pression dont l'axe n'est autre chose que la gaine. Le frottement est obtenu à l'aide d'une peau et d'un bois fixé sur la partie inférieure de la courbe et d'une vis qui forme le point d'appui de la courbe. La courbe est garnie à sa partie supérieure d'une plaque en laiton qui est prolongée avec l'extrémité inférieure. Cette plaque



en laiton porte une petite vis d'acier dont l'extrémité inférieure est la vis de l'appareil, on ramène toujours la surface jusqu'à l'anneau en contact avec cette plaque. La plaque fait usage d'une gaine

métallique qui enveloppe le tube, et cette gaine est fixée
à sa partie supérieure par deux forts diaphragmes
opposés et qui forment à l'intérieur de la gaine
de l'air et de l'eau. Le long de l'axe du tube, se
trouve une petite vanne au moyen d'une crémaillère
c'est à dire d'une petite roue dentée qui engène avec le
bord denté de la gaine. L'appareil est suspendu à
l'ordonnée c'est à dire que le support porte un anneau
muni de 2 vis diamétralement opposés et formant
un axe entre lequel peut tourner l'anneau, lequel porte
à son tour les vis et le même diamètre perpendiculaire
au premier diamètre et formant avec eux un axe lequel
peut tourner le tube barométrique; il est facile de
voir que l'appareil se mettra toujours à l'horizontale
L'effet de la force verticale peut se décomposer en
une force d'une part et l'autre perpendiculaire
à l'autre au point. Ces deux composantes
font tourner soit le tube autour de
sa vis ou soit l'anneau
soit sur une vis

Pour faire une observation au moyen de cet
appareil on le suspend
de la vis du fond de la cuvette ou encore le rend
la cuvette en contact avec l'index d'ivoire. On met
alors le niveau supérieur sur lequel se trouve la vis
qui passe tangentielle à la surface libre de la vis du
niveau. On lit sur la gaine métallique la pression
niveau la pression atmosphérique. Le baromètre fait
d'un autre avantage, c'est d'être facilement transportable
à un lieu où il se trouve par exemple dans le tube
remplir la vis inférieure de façon à remplir complètement
la cuvette et le tube la mesure.

Baromètre à Siphon. Le tube du baromètre à
siphon est un tube fermé par deux bouches réunies par
une grande bouchette fermée et la petite
ouverte. On y introduit le mercure comme dans l'appareil
niveau de Torricelli et la différence de hauteurs
donne avec la pression atmosphérique. On lit cette
différence sur une échelle de laquelle le zéro est
arbitraire. Il faut donc faire deux lectures et
faire avec la somme.

Gag-Lussac a construit
baromètre sur ce principe; le baromètre est transportable.
Il est composé de une gaine.

renferme une petite branche pleine
d'air capillaire & note que les deux
branches sont presque dans le même
niveau si le baromètre est en équilibre.

pour mesurer l'appareil de une gaine enroulée
sur un fil (comparable à celui de baromètre de Fortin)
à sa partie inférieure.

La petite branche
si est pour mesure, elle porte un fil d'air capillaire
qui sert à l'air & circule de la partie à la partie
atmosphérique de l'air & mesure le baromètre qui se
peut par un mercure de l'air. Par ce qu'il
est dans l'équilibre parfait, il est. Quant à
à adapter une copie de l'entourer effilé de la
contre la force de la table de note que si de l'air
entrait de la chambre pleine d'air quelque part
le temps est en l'air & se corrompt à cette note de
l'air.

Par le rapportement, on suppose quelque chose
appareil de force à lire le niveau de l'air.
Par ce qu'on donne à la petite branche exactement la
même branche qu'à la grande; de sorte que la variation
de niveau des deux branches est égale et de sens

contraire. Soient A et B les deux
niveaux à l'extrémité de la partie
A, B' le niveau à l'autre extrémité.

On aura alors $BB' = A'A$. Supposons
un fil très léger reposant sur la
surface courbe et supporté par
un fil qui passe sur une poulie et
qui sert à la mesure.

à la mesure de la force inférieure au premier point, le
point va évidemment suivre la marche de la mesure
dans la table qui est proportionnelle à la variation de
pression. La petite poulie tourne donc d'un angle
proportionnel à cette variation de pression; et si l'on
est muni d'une aiguille mobile sur un axe, les
angles décrits par l'extrémité de l'aiguille sont propor-
tionnels. On peut donc regarder la table de

fait à faire à chaque cent de pous-
sée de mercure.

Corrections à effectuer sur les hauteurs barométriques observées.

En général les observations barométriques se font à la
température variable. Par conséquent les divisions de la
gaine métallique qui servent à mesurer les ^{hauteurs des} colonnes mercurielles
n'ont plus la même longueur qu'à la température à laquelle
elles ont été graduées. De plus, une même hauteur de
mercure ne pèse pas à la même pression atmosphé-
rique quand la température a changé, à cause de la
variation du poids spécifique de mercure. Soit donc
l la somme de divisions fournies par la lecture, chacune
des divisions ayant une longueur de 1 millimètre par exemple,
à la température θ , soit t la température de l'expérience.
Quell est d'abord la vraie longueur de la colonne. Appelons
la cette hauteur. h et h_0 .

$$h = l \{1 + K(t - \theta)\}$$

K étant le coefficient de dilatation linéaire de l'aito-
raille la hauteur de la colonne mercurielle observée
n'importe pas pour comparer les ^{pressions} hauteurs barométriques

observées au même lieu, connaissant la hauteur h_0
millimétr. de colonnes mercurielles, nous devons chercher
quelle soit, pour la même pression atmosphérique la
hauteur h de mercure à la température de zéro. Cherchons
donc la hauteur h_0 que l'on obtiendrait à zéro une colonne
mercurielle de base égale à l'unité de surface faisant
équilibre à la même pression atmosphérique que la
colonne h à la température t et sur l'unité de surface
 γ appelée p_0 le poids de l'unité de volume à la tempé-
rature zéro et p le poids de l'unité de volume à la tempé-
rature t . Puis que les deux colonnes mercurielles exercent
la même pression sur l'unité de surface, il faut et
il suffit qu'elles aient le même poids. C'est à dire,

$$h_0 p_0 = h p$$

On aura donc plus que cela :

$$p_0 = p(1 + \mu t)$$

μ étant le coefficient de dilatation de mercure. Donc,

$$h_0 = \frac{h}{1 + \mu t}$$

Donc la hauteur cherchée h_0 est égale à :

$$h_0 = \frac{l \{1 + K(t - \theta)\}}{1 + \mu t}$$

Telle est la formule à appliquer lorsque l'on veut

comparer les pressions atmosphériques dans la même lieu
à des températures différentes. Mais si l'on veut comparer
les hauteurs barométriques ou les lectures relatives à des latitudes
différentes il faut alors faire intervenir la variation de
poids absolus de corps par unité de pression locale.

Soit P_0 le poids de la colonne mercurelle de hauteur
 h_0 à la température θ et à la latitude φ , soit P le poids
d'une colonne de mercure qui ferait équilibre à la même
hauteur et à la latitude 45° . On aura alors à tout moment :

$$g = g_{45} \left(1 - \frac{A}{2+A} \cos 2\varphi\right)$$

ou on a :

$$P_0 = \left[\frac{2(1+K(t-\theta))}{1+mt} \right] \rho \quad (\rho \text{ est le poids spécifique})$$

Or si j'appelle μ la densité absolue, on a :

$$\rho = \mu g = \mu g_{45} \left(1 - \frac{A}{2+A} \cos 2\varphi\right)$$

donc on a :

$$P = \frac{2(1+K(t-\theta))}{1+mt} g_{45} \mu \left(1 - \frac{A}{2+A} \cos 2\varphi\right)$$

Supposons maintenant H la hauteur du lieu de l'observation au
niveau du centre de la terre et soit g l'accélération
de la pesanteur au niveau de la mer à la latitude 45° :

$$\frac{g}{g_{45}} = \frac{(r+H)^2}{r^2} \approx \left(1 + \frac{2H}{r}\right)$$

on tire de là :

$$g_{45} = g \left(1 - \frac{2H}{r}\right)$$

Donc la formule sera représentée par :

$$P = \frac{2(1+K(t-\theta))}{1+mt} \mu g \left(1 - \frac{2H}{r}\right) \left(1 - \frac{A}{2+A} \cos 2\varphi\right)$$

Il est donné par la lecture de toute autre quantité
excepté μ est connue.

Supposons une seconde observation faite à la
température θ' , à la hauteur H' et à la latitude φ' on aura :

$$P' = \frac{2(1+K(t'-\theta'))}{1+mt'} \mu g \left(1 - \frac{2H'}{r}\right) \left(1 - \frac{A}{2+A} \cos 2\varphi'\right)$$

le rapport $\frac{P}{P'}$ ne contient ni μ ni g .

$$\frac{P}{P'} = \frac{2}{2} \cdot \frac{1+K(t-\theta)}{1+K(t'-\theta')} \cdot \frac{1+mt'}{1+mt} \cdot \frac{1-\frac{2H}{r}}{1-\frac{2H'}{r}} \cdot \frac{1-\frac{A}{2+A} \cos 2\varphi}{1-\frac{A}{2+A} \cos 2\varphi'}$$

Baromètres métalliques.

Le principe du baromètre métallique est basé sur
Villie. Il consiste en un petit bailli métallique dont la
surface est rendue élastique par la condensation d'un
liquide et dans laquelle il ferait le vide. La forme
de la face élastique est maintenue avec la pression atmosphérique
des supports, et les fluctuations par un système de leviers
à une aiguille mobile autour d'un axe et dont l'arc
traverse pourrait se radier.

Aujourd'hui, etc. Bourdon construit des baromètres
analogues en remplaçant le bailli de Villie par un
tube enroulé en forme d'arc de cercle et dont la

section nous représente une ellipse très aplatie
et il fait le vide dans l'intérieur.



vers le vide et il est fixé
au point, par exemple le point
milieu supérieur; mais que
la pression atmosphérique augmente
ou diminue, le tube se déplace
ou s'inverse, de sorte que, si

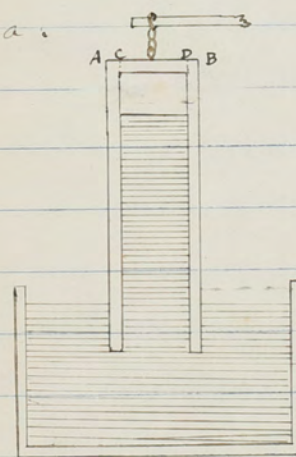
ses extrémités sont reliées par de petites tiges articulées à une
tige métallique mobile entre deux points fixes, cette tige
se mouvra à droite ou à gauche mais que la pression
augmente ou diminue.

Baromètres enregistreur ou baromètres à poids.

Supposons une balance dans laquelle les deux pans de
suspension sont à égale distance et suspendus à la plaque
du fond du plateau un tube cylindrique formant baro-
mètre. Supposons qu'il ait été mis dans le plateau
un poids tel que le bras soit horizontal pour une
pression barométrique donnée. J'appelle P' la pression
atmosphérique qui s'exerce sur CD , P le poids de

tube, et la pression que le mercure de son curve exerce
vers le bas et s'oppose à P le poids qui est mis sur
l'autre plateau. Voyons les forces qui sollicitent le tube.
D'abord le poids P et toute la pression vers le bas, puis la
pression P' qui s'exerce sur CD , la pression sur les
faces latérales $ABCD$ étant équilibrée par une force égale
ou de même nature, ce sont deux forces agissant de
sens opposés, voyons les forces agissant de haut en bas.
Ce sont la pression de mercure et le poids P placé
dans le plateau. Donc, quand il y a équilibre, on a :

$$P + P' = \pi + Z$$

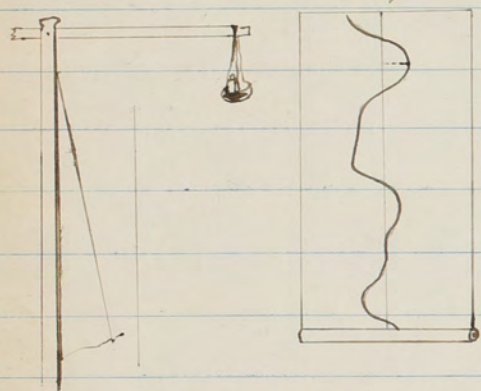


Supposons que la pression atmosphérique
augmente et augmente de π ,
l'équilibre ne perdurera lorsque π
aura augmenté de la même quantité.

C'est à dire lorsque le tube se sera
enfoncé dans le tube de façon à
déplacer une quantité de mercure

égale à celle qui monte dans le tube, de sorte que la
marge dans la corvette reste constante. Il suit que
dans le cas où nous venons de placer la différence de

charge de la barre plate et est proportionnelle à l'angle
 d'inclinaison. On peut faire en sorte que cette barre
 donne elle-même le signal qu'elle fait à chaque instant
 avec l'horizontale, par ce qu'il suffit de supposer



que la signale fait
 avec la barre et qu'elle
 fait l'écriture sur le cylindre
 tournant autour de sa base
 une image d'un mouvement d'hor.
 logue. C'est-à-dire le cylindre
 reçoit enroulé une feuille de papier

qui se déroule des longueurs égales, de la même
 façon. Pendant tout le temps que la poutre reste en
 station, l'écriture donne une droite inclinée, si elle est
 variable, l'écriture détermine un zigzag, et si elle
 varie que une ondulation quelconque est proportionnelle à
 l'angle d'inclinaison. On a.

$$y = K \sin \theta \quad p = K' \sin \theta$$

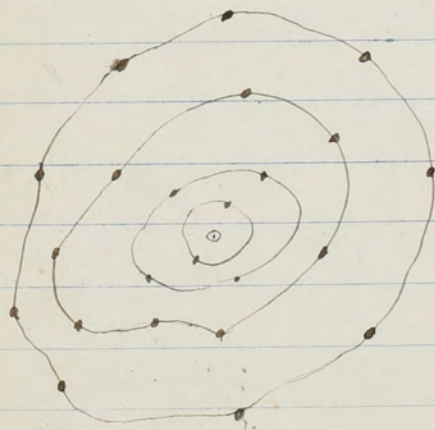
On a donc p en dérivant θ .

$$p = \frac{K' \cos \theta}{\sqrt{1 - \frac{K^2}{K'^2}}} = \frac{K' y}{\sqrt{K'^2 - y^2}}$$

On voit que p est véritablement proportionnel à y .

Des Cartes Sémaphoriques. On peut les baromètres
 les jours où les vents sont les plus télégraphiques par
 le nombre d'images et même par la
 la direction probable de ces vents.

Les différents stations de
 aires à une station centrale se joignent à un
 centre donné à l'aide d'un télégraphe. On
 réunirait par une courbe les lieux à la même barre
 météorique et la même et ainsi de suite pour toutes les



stations barométriques. Lors
 qu'on change de position,
 les courbes se succèdent par
 ordre de pression. De telle
 façon que la pression diminue
 de plus en plus à mesure
 que la pression diminue et il

y a un point central pour lequel
 la pression est plus petite qu'à tout autre lieu.
 Or ce que la pression est minimum à ce point central,
 il est évident que l'air enroulé se

il est visible

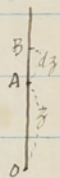
le fluide

quelques instants après avoir fait la même expérience
on peut faire ce même acte et déterminer la pression

Le fluide est au point A et B. On trace une courbe passant
par ces différents points, cette
courbe permet de tracer la
direction probable de laquelle
l'airage se transporte. On
peut aussi connaître approximativement
sa vitesse. Il est donc possible
de connaître la vitesse par exemple de balayage
aux points que franchit à un certain moment
donné il y aura un organe à un tel instant

Formules Barométriques.

Considérons une courbe atmosphérique située à une
distance z du niveau de la mer. Considérons une courbe
inférieure voisine située à la distance $z + dz$. Longue



barométrique prise au point A à la position B, la colonne
mercurelle varie de telle sorte que les accroissements ^{de z et p} sont de signes
contraires et qu'ils sont en raison inverse des densités de l'air
et du mercure. Si j'appelle ρ la densité spécifique de l'air
et ρ_0 une pression égale à 1 , et une pression égale à p , la
pression sera égale à ap . Une hauteur de colonne d'air de dz
égale à dz de surface sera donc une pression égale à
 $ap dz$, c'est la pression qui tend à augmenter l'accroissement
de la pression. On a donc:

$$dp = -ap dz$$

$$a = \frac{dp}{p} = -adz$$

En admettant donc une première approximation que
la densité spécifique de l'atmosphère sous l'influence
pression et constante, on aura:

$$\ln p = -az + C^1$$

Soit p_0 la pression à l'échelle de la mer, on détermine
cette constante en écrivant qu'il y a:

$$\ln p_0 = C^1$$

et en retranchant les deux égalités, on a bien:

$$\ln p_0 - \ln p = az$$

on peut donc poser les logarithmes vulgaires:

$$\log \frac{p_0}{p} = \frac{Mz}{AM}$$

D'où l'on tire :

$$z = \frac{AM}{M} \log \frac{p_0}{p}$$

telle est la formule qui donne la hauteur z d'un point connaissant la pression barométrique à ce point et la pression à un autre point. Cette formule contient une quantité M que nous venons d'appeler M et qui est la fonction de z qui que ce ne soit pas rigoureuse et vraie, cependant pour des hauteurs qui ne vont pas très loin, l'expérience montre qu'on peut l'admettre. Et dans les expériences approximatives on peut prendre la valeur de M le nombre :

$$\frac{M}{a} = 18200$$

On peut le supposer p_0 n'est pas rigoureusement la même que le rapport $\frac{p_0}{h}$ des hauteurs, mais on a fait choisir ces deux rapports différents pour l'un et l'autre lorsque la hauteur z n'est pas très variable. On voit que la formule de Halley est :

$$z = 18200 (\log p_0 - \log p)$$

mais il nous est facile de trouver une formule plus générale et plus exacte. L'expérience montre qu'on remplace $\frac{p_0}{h}$ par le rapport $\frac{p_0}{h}$ des hauteurs mesurées

à la même température, cela revient à multiplier le coefficient $\frac{M}{a}$ par un nombre sensiblement constant et très voisin de l'unité pour corriger l'erreur commise. Ce nombre a été déterminé par l'expérience. Quant au poids a de l'unité de volume d'air sous la pression p , il est variable et varie avec la température et avec la latitude. Comme nous ne connaissons pas de table de baromètres laquelle la température varie le long de la verticale considérée et regardé la température comme constante et a le poids égal à la densité comme des températures extrêmes. Quant à l'influence de la latitude, nous venons la corriger. D'où :

$$a = \frac{K}{1 + \alpha \varphi} (1 - 0,002552 \cos 2\varphi)$$

α est un nombre à peu près égal à $\frac{1}{1000}$ et $\varphi = \frac{T+t}{2}$ D'où :

$$\frac{1}{a} = K' \left(1 + 2 \frac{T+t}{1000} \right) (1 + 0,002552 \cos 2\varphi)$$

Le nombre constant MK' multiplié par le nombre variable de l'unité a est calculé et aussi déterminé par l'expérience il est égal à 18405. De sorte qu'on a :

$$z = 18405 \left(1 + 2 \frac{T+t}{1000} \right) (1 + 0,002552 \cos 2\varphi) (\log p_0 - \log p)$$

Cette est la formule qui donne à quelques mètres près

La hauteur d'une station au-dessus du niveau de la mer.

3

Nous allons appeler α le poids spécifique absolu de l'air au point z

$$\alpha = \frac{\sigma g}{1 + \alpha \theta}$$

Si j'appelle g , l'accélération de la pesanteur au niveau de la mer, on a: $\frac{g}{g_0} = \frac{r^2}{(r+z)^2}$ d'où $g = g_0 \frac{r^2}{(r+z)^2}$

Donc

$$\frac{dp}{p} = \frac{-\sigma g_0 r^2}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{dz}{(r+z)^2}$$

ou encore

$$Lp = \frac{\sigma g_0 r^2}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{1}{r+z} + C^te$$

Pour déterminer cette constante C^te on a:

$$Lp_0 = \frac{\sigma g_0 r^2}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{1}{r} + C^te$$

D'où

$$Lp_0 - Lp = \frac{\sigma g_0 r^2}{1 + \alpha \theta} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+z} \right)$$

$$Lp_0 - Lp = \frac{\sigma g_0 r}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{z}{r+z}$$

D'où

$$\frac{z}{r+z} = \frac{1}{\sigma g_0 r} (1 + \alpha \theta) (Lp_0 - Lp)$$

ou

$$\frac{z}{r+z} = \frac{M}{\sigma g_0 r} (1 + \alpha \theta) \log \frac{p_0}{p}$$

$\frac{p_0}{p}$ ou

$$\frac{p_0}{p} = \frac{h_0}{h} \left(1 - \frac{\alpha z}{r} \right)$$

L'équation finale sera donc:

$$\frac{z}{r+z} = K \frac{1}{1 - 0,00255 z \cos \phi} \left(1 + \frac{\alpha \theta}{1000} \right) \log \left(\frac{h_0}{h} \left(1 - \frac{\alpha z}{r} \right) \right)$$

équation qui, transcrite, se présente sous la forme suivante.

Lorsque l'on veut se servir de ces formules

il faut se donner le niveau de la mer et le point d'observation

choisir le temps où la température est aussi stationnaire

et l'atmosphère aussi calme que possible. Car si elle

est agitée nous n'avons plus droit de nous servir de

ces formules de Statistique; pour les appliquer il faut

avoir le baromètre à la main et le plus simple des

mesures. Il faut de plus connaître la latitude et s'il

est possible accompagner chaque observation barométrique par une observation

thermométrique.

Extension du Principe d'Archimède au Gaz.

Le principe d'Archimède comme tout le reste des principes d'hydrostatique est évidemment applicable au gaz. La démonstration théorique suit la même. Quant à la vérification expérimentale relative à la grandeur de la poussée elle se fait plus difficilement à cause de petites causes les gaz se contractent quelquefois et surtout qu'il y a une poussée, comme on est forcé d'opérer avec des corps de petite dimension et est difficile de déterminer expérimentalement avec exactitude la grandeur de cette poussée.

On monte l'expérience en faisant un usage d'un petit appareil nommé **baroscope**. Il se compose d'une petite balance dans laquelle on place deux corps métalliques d'inégale grandeur, mais qui ont le même poids apparent dans l'air atmosphérique à la pression ordinaire. Si l'on place cette petite balance sur le récipient d'une machine pneumatique qui a enlevé une partie de l'air du récipient, l'on constate que le fléau ne reste plus horizontal. Ce fait s'explique par l'existence d'une poussée due à l'air, poussée qui diminue de quantités inégales quand on enlève de l'air de

récipient. — On se le rendra compte de bien plus vite en soulevant à volonté les deux poids enlevés de l'air.

Soit P le poids d'un corps, et les poids marqués qui le font équilibrer. P n'est pas égal à γ . Mais si j'appelle D la densité de ce corps et la densité de l'air, et la densité de l'air je suppose à l'unité, on aura (qui ne s'obtient qu'à l'aide de la pesanteur marquée).

$$P - \frac{P}{D} \alpha = \gamma - \frac{\gamma}{\lambda} \alpha$$

En posant la densité dans la température de l'expérience.

$$D \text{ on a } P(1 - \frac{\alpha}{D}) = \gamma(1 - \frac{\alpha}{\lambda})$$

Quand l'on compare les poids de deux corps de densités différentes on a :

$$P'(1 - \frac{\alpha}{D'}) = \gamma'(1 - \frac{\alpha}{\lambda})$$

D'où l'on tire :

$$\frac{P}{P'} \cdot \frac{1 - \frac{\alpha}{D'}}{1 - \frac{\alpha}{D}} = \frac{\gamma}{\gamma'}$$

ce qui montre que le rapport des poids apparents de deux corps est le même que celui des poids marqués dans la balance. Si les deux corps ont même densité, le rapport des poids marqués est le même que celui des poids vrais et les deux rapports sont égaux au poids apparent des deux corps.

Aérostats.

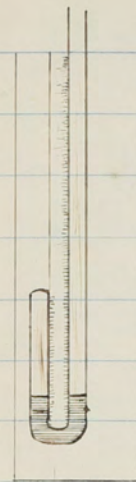
Les ballons aérostats sont une application directe du principe d'Archimède; il ressemble tout à fait à un ballon. L'aérostat se fait en sorte que le poids de l'aérostat soit inférieur, égal ou supérieur au poids de l'air qu'il déplace.

Compressibilité des Gaz.

En 1760, l'Abbé Mariotte a trouvé et Boyle a Angleterre ont découvert à peu près la même loi. On trouve toujours la compressibilité des gaz à température constante. Voici cette loi telle qu'elle a été énoncée:

À une même température, le volume d'une même masse gazeuse est en raison inverse de la pression qu'elle supporte. Ce qui nous à dire tout simplement: so-
 une (température) même, le produit du volume et de la pression est un nombre constant pour une même masse gazeuse.

Mariotte comme Boyle a vérifié sa loi par des expériences. Le tube à Mariotte ou Boyle est



deux branches; la plus petite est fermée et la plus grande ouverte; elle sert à recevoir les gaz. La base de la table sur laquelle on place le globe est garnie d'une bande de verre de la grande largeur et l'on incline le tube en faisant tourner la même table de bas en haut. L'air s'élève dans le petit tube et on a

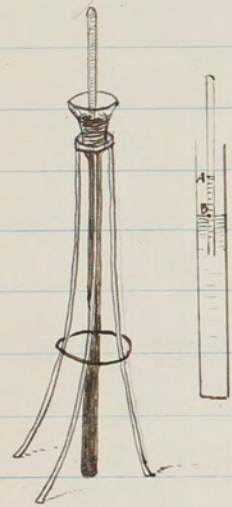
la pression atmosphérique ou la pression normale V . et on alterne avec le volume à la mesure $\frac{1}{2}$ de la qu'il était et l'on trouve constamment que la pression double, et constamment aussi que la pression triple et est égale à la pression barométrique à l'altitude de l'expérience.

On a des appareils assez grands pour mesurer, en inclinant le volume à $\frac{1}{3}$, la pression double et pour plus grandes. On peut de cette manière atteindre la pression de quatre atmosphères $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ etc. et par ailleurs pour remplir le volume $\frac{3}{4}$ de la qu'il était on constate que la pression double $\frac{4}{3}$.

Mariotte comme Boyle a vérifié sa loi par des expériences. On a pu s'élever à une atmosphère. Voici maintenant comment il a vérifié pour les pressions en plus inférieures.

On se sert de ce qu'on appelle la cuvette profonde.

C'est une cuvette qui se prolonge en un point infini par un tube de fonte assez long. Dans cette cuvette, on se met un



un long tube de verre. On met le mercure dans le tube & le fluide que l'on veut mesurer dans la cuvette profonde & l'on fait que le niveau externe coïncide avec le niveau interne. On mesure alors le longueur du gaz qui se trouve dans le tube sans le pression atmosphérique fin

à l'extrémité du tube, alors il se manifeste une différence de niveau à l'extrémité & à l'autre. La première à l'extrémité de la FI-AB. Si V est le premier volume et V' le second volume on écrit alors :

$$V \cdot H = V' (H - AB)$$

Si l'on prend par exemple $AB = \frac{1}{5} H$, on écrit alors :

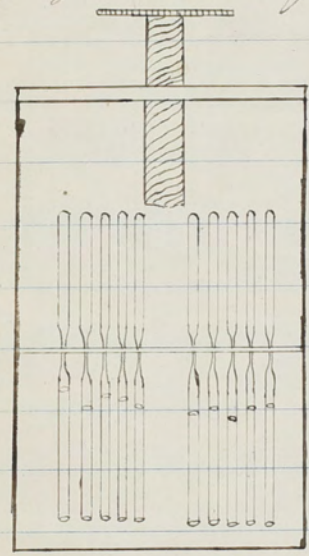
$$\text{Al } V = \frac{5}{4} V' \text{ ou } V' = \frac{4}{5} V$$

le nouveau volume sera donc le $\frac{4}{5}$ de l'ancien. Si

$$AB = \frac{1}{2} H \quad V = \frac{2}{3} V' \text{ ou } V' = \frac{3}{2} V \quad \text{etc., etc.}$$

On voit ainsi que l'on peut faire l'air atmosphérique. Il est évident que cette loi s'applique pour tous les gaz.

On a vu que cette loi est approximative, mais si l'on fait l'air, il n'y a pas de doute que cette loi s'applique pour tous les gaz. On peut se contenter de constater que tous les gaz ne se comportent pas de la même façon. Il s'est vu qu'il y a une différence de fond de quel il a plus une cuvette à



mercure ; la cuvette, et la plus verticalement de toutes on est à la partie inférieure "fermée" à la partie supérieure et portée à l'équilibre à la même.

Il a introduit différents gaz dans le tube de façon à ce que le niveau externe se mette à même niveau. On a la partie inférieure de l'équilibre. On voit, pour il s'agit de la partie de pression augmentée de la pression. Il est évident que le niveau de mesure s'élève dans le tube avec l'augmentation. Donc pour la même variation de pression le gaz ne se comporte pas également. Si dans l'un quelconque d'entre ces gaz vient le fait d'absorption, les autres ne le font pas.

Expérience de Dulong et Arago.

Dupréty avait montré à Pouillet après lui que tous les gaz se comportent par la même façon. Dulong et Arago constatèrent la même chose par des expériences très précises, que le lois de Mariotte ne s'applique pas même à l'air. Mais ils attribuèrent les écarts à ce que l'air n'est pas pur et à la manière dont l'air recevait ses erreurs d'expérience et ils conclurent de ce qu'ils avaient fait jusqu'à une pression de 20 atmosphères la loi de Mariotte et même pour l'air (pression de Paris, ^{millimètres} 760 mercures à zéro à 65° au-dessus de la mer).

L'appareil de Dulong et Arago se composait d'une tube en verre très épais d'un mètre de diamètre et d'un mètre de hauteur fermé à sa partie supérieure et ouverte à sa partie inférieure par un bouchon horizontal. A l'autre extrémité de la tige se trouvait une montgolfière la colonne de tube destinée à contenir du mercure. Entre les deux se trouvait une pompe foulante, qui servait d'injecter du mercure dans le tube. En injectant du mercure dans l'appareil, ils ^{ont} fait varier la pression et la volume, ils ont constaté qu'ils se rapprochent.

$$VH = V'H'$$

Le principal inconvénient de cet appareil, c'est que si que la pression varie, le volume de la colonne gazeuse varie aussi et ses variations sont la fonction nécessairement petite de sa volume même. En outre, la sensibilité de l'appareil diminue à mesure que l'on veut ^{un grand} plus de sensibilité jusqu'à ce qu'il soit impossible de faire des grande pressions.

Expérience de M. Regnault.

M. Regnault, dans son appareil, a cherché à éviter l'erreur principale en remplaçant le tube à air fermé à sa partie supérieure par un tube ouvert et rempli de mercure. Le petit tube se communique par un siphon à une pompe à compression de gaz à ce que, si l'on manœuvre le piston, l'air peut arriver du gaz jusqu'à la partie A à toute la pression possible. L'air V le volume jusqu'à la partie A et V' le volume jusqu'à la partie B ainsi fixé. M. Regnault a introduit le gaz sous une pression quelconque H jusqu'à

jet & fumeau & columnes supérieures qui feroient
monter la pompe jusqu'à amener l'air
au point B. La pompe étoit ab. H'. Il feroit
la pression VH ou VH' et il a ainsi constaté que
général ils ne sont pas égaux.

De toutes ces expériences il résulte que :

- 1^o Pour la pression par élévation, l'air peut être regardé
comme sous la loi de Mariotte, mais que l'effet
est de plus en plus à mesure que la densité ^{l'altitude} l'altitude.
- 2^o Que les autres gaz ne se comportent pas comme
l'air. Ils peuvent se diviser en deux catégories,
les uns se comportent moins que l'air et les autres
plus que l'air. La première catégorie ne comprend qu'un
seul gaz c'est l'hydrogène. La seconde catégorie comprend
tous les autres gaz.

Il a remarqué que les gaz s'élèvent d'autant plus
de la loi de Mariotte qu'ils sont plus près de leur point
de liquéfaction.

L'expérience a montré qu'en élévation suffisante
la température d'un gaz, le gaz s'approche de plus en
plus de la loi de Mariotte, et ce

non applicable à un corps qui sera à l'état gazeux
idéalement sans tenir compte de la liquéfaction.
Quoi qu'il en soit de la physique, la pression qui
s'introduit dans les expériences est toujours assez
faible et la loi de Mariotte est toujours applicable
à nos gaz, ce qui est la confirmation.

Des Manomètres

Les Manomètres sont des appareils destinés à
mesurer la pression d'un gaz confiné dans un
réceptacle, il y en a de plusieurs sortes. Parmi les
principaux sont : 1^o les manomètres à air libre,
2^o les manomètres à air comprimé, 3^o les mano-
mètres métalliques.

1^o Manomètres à air libre. Le manomètre à
air libre se compose de deux tubes verticaux ou obliques à la
partie supérieure, ^{les deux tubes} communiquant à la partie in-
férieure. Le plus petit tube peut être mis en
communication avec le réceptacle contenant le gaz
dont on veut mesurer la pression. Il y a

mesure de la branche de
 l'appareil. Si le gaz était à la
 pression atmosphérique la mesure
 de la 2^e branche ne serait pas
 horizontale, mais il n'est pas ainsi.
 Le niveau est en C, par exemple, par
 la petite branche en D de la grande.
 Le système est en équilibre la
 pression en C est la même qu'en C' elle est donc égale
 à C'D plus une hauteur égale à la hauteur barométrique
 ou s'entend comme suit. Si l'on a à faire que les deux
 niveaux approchés se rapprochent avec une fin pour tout
 l'appareil en prenant un point D au-dessus de la hauteur
 C'D mais la hauteur augmente de la hauteur barométrique
 moyenne. Si l'on est en vibration précise, l'on
 mesure la cathédrale de distance de niveau C
 or l'on gage la hauteur même qu'on observe à
 baromètre à l'instant de l'expérience fin ou au milieu
 de la colonne mercurelle à ce qu'elle vient à voir à
 la latitude 45° ou au niveau de la mer.

2^e Manomètres à air comprimé. — Le manomètre à
 air comprimé se différencie essentiellement de précédent par
 ce que la grande branche est plus petite elle est fermée
 à sa partie supérieure et qu'elle est en C' et
 la petite branche que la mesure de niveau soit en
 ou même plus horizontale en AB de sorte que la pression
 qui s'exerce en A est égale à une atmosphère.

Supposons qu'on ait un force vainc la pression, et l'augmente
 par exemple. Alors le premier niveau vient en C et la
 seconde monte en D. La pression en C est la
 même qu'en C' ou égale à la
 hauteur mercurelle C'D plus la
 hauteur D'E colonne de niveau
 qui fait équilibre à la pression de
 l'air comprimé à la partie D'E.

On peut graduer cet appareil de
 2 à 3 façons différentes.

1^o. On peut le comparer à un
 manomètre à air libre et marqué sur différents
 points de l'échelle on s'arrête le niveau D de
 manomètre à air comprimé le nombre trouvé sur

le manomètre à air libre.

2^e Je pose le quadrat sur le cylindre. Supposons
effort, les deux tubes d'égal diamètre et de même cylindrique,
signe, on aura alors: $AC = BD = BC'$. La pression
c est donc égale à $2BD +$ la pression atmosphérique.
Soit l la longueur de BD laquelle l'air occupe
le volume il était à la pression H , il occupe
maintenant à la pression

$$H. l = (l - BD) x$$

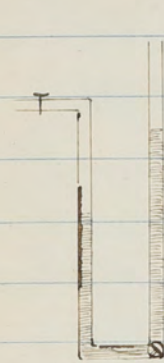
$$2^{\text{e}} \quad x = \frac{H. l}{l - BD}$$

Donc on sait marquer sur le D le nombre
 $2BD + \frac{H. l}{l - BD}$.

Il arrive souvent que ces appareils ont une forme
différente; le petit tube est rempli
par une courbe dans laquelle plonge
le grand tube.

Manomètre de M. Regault. M. Regault s'est
servi de manomètres de plusieurs formes mais présente
toujours une grande précision. Voici les principales formes
qu'il aura données. La première diffère assez peu de la
manomètre à air libre ordinaire. Dans le manomètre

de M. Regault il y a un réservoir à 3 vases.



le réservoir est traversé par un canal
et un demi-canal perpendiculaire.
Les réservoirs sont le réservoir de
la même forme permet de mettre
en communication ^{avec} les deux tubes de
avec l'extérieur ⁽¹⁾, soit la grande branche
avec l'extérieur ⁽²⁾, soit la petite branche
avec l'extérieur ⁽³⁾, soit enfin fermer tous.

flottent à l'air. Le petit tube peut être réservoir
permets de le mettre en communication avec un récipient
contenant un gaz. On règle la quantité de mercure dans
on a besoin de le tube à usage de réservoir à 3
vases et l'on mesure la différence de niveau
dans les deux vases de l'appareil ne permet pas de s'élever
que jusqu'à 2 ou 3 atmosphères. On peut l'utiliser aussi
pour mesurer les pressions inférieures à l'atmosphère
ou s'en servir plutôt de manomètre simple.

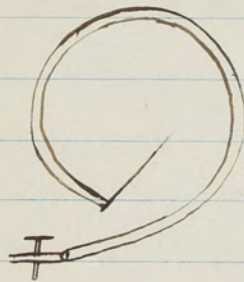
Dans le même vase se trouvent deux tubes
verticaux dont l'un est un baromètre et dont l'autre
est en communication par un petit réservoir avec

et on entre fait fixe & on s'arrête. On commence par
 enlever le bulle et la rose & ensuite de la grande
 branche jusqu'à ce que le mercure arrive à la cote
 just de telle, le point A par exemple, & replace de la bulle
 continuant de peser. Si j'appelle V le volume jusqu'à
 A et le volume de l'air $V - x$ c'est le volume $V - x$ d'air
 à la pression H g. Comme alors le volume à 3 vais de l'air
 à la même cote de mercure jusqu'à ce que le mercure soit
 à B, le volume de la grande branche sera alors C.
 par exemple, Si j'appelle x le volume de l'air B, sans
 avoir la même rose d'air ayant le volume $V - x$
 à la pression $H - h$, ce qui donne le même quotient que
 précédemment. On recommence le même expé. et après
 avoir obtenu la grande, à la fin, le volume et dans
 par la formule que précédemment. Ceci est approuvé
 et beaucoup plus précis car la hauteur des tubes se mesure
 au baromètre et que le fluide est le même & se fait très-
 exactement.

Manomètres métalliques

Les manomètres métalliques reprennent le même fait
 expérimental que les baromètres métalliques; ils se composent

par conséquent d'un tube creux et replié dont on a
 fixé l'une des extrémités, c'est à l'extrémité de la tube



que l'on fait agir le fluide. Le
 gaz. Ce tube se replie et on
 l'encasture dans le mur de la
 cheminée avec un manchon et une
 aguille & obture avec son extrémité
 et se déplace par un cadran.

Cet appareil est gradué séparément

par comparaison avec un autre manomètre.

Mélange des Gaz

1^{re} avec des gaz.

Tous les gaz sont susceptibles de se mélanger entre eux
 c'est à dire de donner un gaz homogène jusqu'à la réunion.
 Les gaz qui ont la même ou les mêmes actions chimiques
 c'est à dire qui se combinent entre eux sans se décomposer
 font le mélange au lois de la chimie, ^{non usé par la pression} ~~si on les coupe~~
 que le rapport des volumes de deux gaz dans la même
 pression se conserve entre eux et toujours le rapport

simple $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ etc. etc. mais, on ne nous occupera
 ici que des gaz qui n'ont pas d'actions chimiques les uns
 sur les autres. Berthollet a démontré que deux gaz étants
 mis en présence se mélangent, et qu'ils se mélangent se
 mélangent si intimement, il n'y a d'actions de la gaze
 chimique. Il a fait des ballons d'air et de l'autre
 le col de l'un pourvu de bouchon de la collée d'autre,
 ces 2 ballons étants réunis & combinés. Il a rempli l'un
 d'air avec de l'acide carbonique & l'autre ordinaire
 l'autre avec de l'hydrogène aussi & l'autre ordinaire.
 Il les apportait dans les caves de l'Observatoire de Paris,
 pour que l'air soit toujours stable, & l'air de végétation
 exterieur. Il a placé au dessus l'acide carbonique qui
 est en une fois et demi plus lourd que l'air.
 Or, dans il a placé l'hydrogène qui est en une fois
 plus léger que l'air, puis il a ouvert les robinets
 lesquels ont été bien à l'usage. Le lendemain il a constaté
 que le mélange était homogène. Voici la loi de mélange:

Loi. Lorsqu'on mélange plusieurs gaz, la pression
 du mélange est égale à la somme des pressions qu'exerceraient
 les différents gaz si chacun d'eux occupait à lui seul

le volume du mélange.

Soient donc un certain nombre de gaz, l'un de
 volume v et de pression p , l'autre de volume v' et de
 pression p' etc. etc. & introduits tous ces gaz dans un ballon
 de volume V et la demande la pression P du mélange. Pour trouver
 la pression P , il suffit d'appliquer la loi. Quelle sera
 la pression qu'exercera le premier gaz s'il occupait seul le volume
 V ? $\frac{pV}{v}$ la loi. $\frac{pV}{v} = P_1$ d'où $x = \frac{pV}{v}$

Dans ce cas d'après la loi précédente:

$$P = p \frac{V}{v} + p' \frac{V}{v'} + p'' \frac{V}{v''} + \dots + p_n \frac{V}{v_n}$$

C'est la loi d'exposition mathématique de la loi énoncée
 qu'il est facile de vérifier. On écrit sous cette loi sa
 forme:

$$PV = pV + p'V + \dots + p_n V$$

C'est-à-dire le produit de volume du mélange par sa
 pression est égal à la somme des produits des volumes
 initiaux des gaz
 composés par la pression initiale.

On peut encore écrire l'exposition précédente:

$$V = v \frac{P}{p} + v' \frac{P}{p'} + \dots + v_n \frac{P}{p_n}$$

On remarque que $\frac{v}{p}$ est le volume qu'occupent le
 premier gaz sous la pression P , donc le volume total

J' mélange de gât à la racine de rosmarin qui occupent
chaque d'oreille la pression d' mélange.

2^e avec les liquides.

on

De la Solubilité des Gaz dans les Liquides.

Lorsqu'on met, un gaz en présence d'un liquide, une partie de ce gaz se mélange avec le liquide et l'on a ce que l'on appelle une dissolution de gaz dans le liquide. Pour étudier la solubilité d'un gaz dans le liquide, on peut employer deux procédés. 1° L'analyse chimique du liquide ou dosage que nous allons faire ici. 2° La méthode d'absorption de Bunsen que nous allons décrire ci-après.

L'appareil de Bunsen se compose d'une tube gradué
faible par le bas et gradué à millimètres, et a l'intérieur
la capacité de l'effluve desirée et est que la graduation
peut servir à mesurer des volumes et de pesanteurs. Le
tube est muni d'une partie ouest d'une garniture
torche à l'intérieur et peut se voir de l'air
garni au fond d'une plaque de montre destinée à
le fermer hermétiquement. Cet air peut se voir



On y introduit & même une certaine quantité d'air liquide,
 & l'on pressurise, & on verse sur l'éclaircissage &
 la mercure; puis on porte le tube dans une machine à vapeur
 sur le mercure jusqu'à ce qu'un certain niveau se soit
 établi & l'on pressurise maintenant la température constante, &
 verse le mercure, & agit et la dissolution ne finit pas
 à peu & d'insoluble le tube & la garniture, il reste
 & mercure & le tube, & le verre & noirci, & agit
 et l'on reconstruit la même expérience jusqu'à ce qu'il
 ne reste plus de mercure quand on divise le tube, &
 connaît le volume et la pression de gaz introduit
 de même que le volume de liquide introduit, & connaît

maintenant le volume de gaz resté à sa pression, & se déduit donc la quantité de gaz absorbé. On a reconnu ainsi que la quantité de gaz absorbé varie avec la température mais pas de la même façon. La solubilité diminue, la température augmente. On a pu établir la loi suivante.

Loi. A une même température le volume d'un gaz dissous dans une même quantité de liquide est proportionnel à la pression finale de ce gaz lorsque la dissolution est effectuée.

On appelle le **coefficient de solubilité** d'un gaz le volume de ce gaz mesuré à la pression 760 que l'on obtient à volume d'eau dans la pression 760.

Il y a pour chaque gaz, un coefficient de solubilité spécial pour chaque espèce de liquide.

Proposons nous de chercher quel sera le volume d'un gaz dissous dans une pression finale quelconque et appelons α le coefficient de solubilité & le volume de l'eau, et H la pression finale en millimètres de mercure.

On obtient d'eau lorsque la pression finale est à 760, soit le volume α de gaz mesuré à la pression 760.

Le volume α sera la pression finale 760. Si on le fait passer à la pression H , le volume de gaz resté sera $\frac{\alpha H}{760}$. La pression H , le volume dissous sera donc égal à $\frac{\alpha H}{760}$. — $\frac{\alpha H}{760}$, c'est donc le volume de gaz dissous même dans la pression 760, la pression finale étant H . Ceci va nous donner une nouvelle définition de coefficient de solubilité. Supposons un effet, qu'à la même température ce gaz dissous dans la pression 760, avec le même volume de la pression finale quel sera son volume? On a d'après la loi de Mariotte.

$$\frac{\alpha H}{760} \times 760 = H \times \alpha \quad \text{d'où} \quad \alpha = \frac{x}{v}$$

Donc le coefficient de solubilité c'est le rapport entre le volume de gaz dissous même dans la pression finale et le volume de liquide dissolvant.

Remarquons que nous pourrions énoncer la loi d'une autre manière: Le volume de gaz dissous dans la pression finale H , même à la pression 760, si l'on multiplie le volume par le coefficient α est rapport à l'eau, ou au volume de gaz. On a donc:

$$P = \frac{\alpha H}{760} \times \alpha$$

Donc le poids de gaz dissous par le volume V de liquide est proportionnel à la pression finale.

2^{de} loi. — Lorsqu'un mélange de plusieurs gaz se trouve en contact avec un liquide, chacun d'eux se dissout avec son coefficient de solubilité propre comme s'il occupait lui seul le volume du mélange.

Problème I. On donne le volume V d'un liquide en contact avec le volume V d'un gaz à la pression H et le coefficient de solubilité α ; si l'on agit, la dissolution se fait effectivement quelle sera la quantité de gaz dissoute et le poids de gaz dissous ?

Soit x la pression de gaz dissous que l'on dissout. On a une dissolution effective, non réelle, que, si la même pression de 760 mm. de gaz dissous, son volume est $\frac{V\alpha x}{760}$. Quant au gaz restant il occupe le volume V à la pression αx et son volume sera la pression 760 mm. soit à :

En appliquant la loi de Dalton $\frac{Vx}{760}$. La somme de ces deux volumes n'est autre chose que le volume total de gaz même sous 760 mm. c'est à dire :

$$\frac{V\alpha x}{760} + \frac{Vx}{760} = \frac{VH}{760}$$

Cette équation détermine la pression finale.

$$(V + V\alpha)x = VH$$

Donc le volume de gaz dissous sera pression normale

$$\frac{V\alpha VH}{760(V + V\alpha)}$$

Le volume de gaz restant sera

$$\frac{V^2 H}{760(V + V\alpha)}$$

Problème II. Pour deux volumes V de liquide en contact avec un espace fermé V contenant un gaz à la pression H et le coefficient de solubilité α et le 2^{de} gaz à la pression H' et le coefficient de solubilité α' ; on agit on demande quelle sera la pression finale totale et la pression de chacun d'eux.

Soient x la pression finale pour le 1^{er} et x' la pression finale pour le 2^{de}. D'après la même loi, nous aurons que chaque d'eux se dissout comme s'il était seul, nous pouvons donc appliquer à chacun la même méthode de problème précédent, et nous aurons donc :

$$\frac{V\alpha x}{760} + \frac{Vx}{760} = \frac{VH}{760} \quad \text{D'où} \quad x = \frac{VH}{V + V\alpha}$$

$$\text{ou} \quad \frac{V\alpha' x'}{760} + \frac{Vx'}{760} = \frac{VH'}{760} \quad \text{D'où} \quad x' = \frac{VH'}{V + V\alpha'}$$

La pression finale totale est donc :

$$x + x' = V \left(\frac{H}{V + V\alpha} + \frac{H'}{V + V\alpha'} \right)$$

Le volume total de gaz dissous sera par conséquent :

$$\frac{V\alpha}{760} \left(\frac{\alpha H}{V + V\alpha} + \frac{\alpha' H'}{V + V\alpha'} \right)$$

Le volume de gaz restant sera la pression normale sera

$$\frac{V}{760} \left(\frac{H}{V+Vx} + \frac{H'}{V+Vx'} \right)$$

Problème III

Supposons un volume V de liquide dans lequel se trouvent des gaz à coefficients de solubilité α et α' sous la pression H totale. On met cette solution en contact avec un espace vide V' . C'est la pression finale.

Soit x la pression de gaz qui se dégagent lorsqu'il y aura équilibre, et la quantité de gaz qui restera dans l'eau $\frac{Vx}{760}$ à la même pression. Le volume de gaz dégagé sera aussi la pression normale sera $\frac{Vx}{760}$. La somme de ces 2 volumes est égal au volume total de gaz mesuré sous la pression 760 mm. On a donc

$$\frac{Vx}{760} + \frac{Vx'}{760} = \frac{V\alpha H}{760}$$

ou bien $x = \frac{V\alpha H}{V+Vx'}$

Problème IV

Un volume V de gaz de pression H et coefficients de solubilité α se trouve en contact avec un volume V' de liquide saturé d'un gaz de pression H' , le coefficient de solubilité étant α' . On suppose que le 1^{er} gaz va se dissoudre une partie et un autre se dégager. On demande les conditions d'équilibre.

Il s'agit de la pression qui amène le gaz

ne diminue que d'équilibre et obtenu et de la pression de gaz dégagé. D'après ce que nous venons de dire

$$\frac{Vx}{760} + \frac{Vx'}{760} = \frac{V\alpha H}{760} \quad \text{D'où} \quad x = \frac{V\alpha H}{V+Vx'}$$

$$\frac{Vx'}{760} + \frac{Vx}{760} = \frac{V\alpha' H'}{760} \quad \text{D'où} \quad x' = \frac{V\alpha' H'}{V+Vx}$$

La pression totale sera égale à la somme de ces 2 pressions. On peut connaître le volume dissous et le volume dégagé de chacun des 2 gaz.

Problème V

Supposons une atmosphère limitée en contact avec un volume V d'un liquide; supposons cette atmosphère composée de 2 gaz dont les coefficients de solubilité sont α et α' ; et connaissant aussi le rapport de pression des 2 gaz $\frac{m}{m'}$, $m+m'=100$ et sachant H la pression totale; quelle sera la composition du mélange dissous?

Si $\frac{m}{m'}$ est le rapport de pression, et que H est la pression totale, c'est que la pression de 1^{er} est égale à $\frac{mH}{100}$ et celle de 2^d à $\frac{m'H}{100}$. Comme nous avons à faire à une atmosphère indéfinie de pression, après la dissolution, on la mesure qui se parait. Soit x le volume de 1^{er} gaz dissous sous (sa pression 760) $\frac{V\alpha mH}{760 \times 100}$

Le volume venant du 2^e gaz, égal à $\frac{v\alpha'm'H}{760 \times 100}$

Donc la composition du mélange résultant vient de la première le rapport:

$$\frac{\frac{v\alpha'm'H}{760 \times 100}}{\frac{v\alpha'm'H}{760 \times 100} + \frac{v\alpha'm'H}{760 \times 100}} = \frac{\alpha'm}{m\alpha + m'\alpha'}$$

Appliquons ceci à l'air. On a

Pour l'oxygène $m = 21$ $\alpha = 2,041$

Pour l'azote $m' = 79$ $\alpha' = 2,020$

On a donc:

$$\frac{m\alpha}{m\alpha + m'\alpha'} = \frac{0,861}{2,441} \quad \frac{m'\alpha'}{m\alpha + m'\alpha'} = \frac{1,580}{2,441}$$

$$\frac{m\alpha}{m\alpha + m'\alpha'} = 35 \quad \frac{m'\alpha'}{m\alpha + m'\alpha'} =$$

Problème VI. On a un mélange de deux

gaz dont on connaît la nature et même dans la proportion et la composition, Soient α et α' les coefficients de solubilité des gaz relatifs à un liquide. On prend un volume V de ce mélange et l'on agit avec un volume v de ce liquide, il reste alors un volume V' de mélange non dissous à la pression H' . On demande la proportion de mélange.

Appelons x et y la première de deux de gaz de mélange et x' et y' la première qu'ils acquiescent après la

résolution. On a l'équation

$$x + y = H \quad x' + y' = H'$$

Pour évaluer que, si la pression est à la pression normale, le volume du 1^{er} gaz augmenté de volume ne dissout et gal au volume total.

$$\frac{V\alpha x'}{760} + \frac{V'\alpha x'}{760} = \frac{V\alpha}{760} \quad (V + v\alpha)x' = V\alpha$$

On aura la même pour le second gaz

$$\frac{V\alpha' y'}{760} + \frac{V'\alpha' y'}{760} = \frac{V\alpha'}{760} \quad (V + v\alpha')y' = V\alpha'$$

4 équations à 4 inconnues et la pression et volume. En ajoutant les 2 premières, il vient:

$$V'H' + v(\alpha x' + \alpha' y') = VH$$

$$\alpha x' + \alpha' y' = \frac{V}{v}H + \frac{V'}{v}H'$$

$$x + y = H \quad x' + y' = H'$$

$$(x - x')x' = \frac{V}{v}H + \left(\frac{V'}{v} - \alpha'\right)H'$$

$$(x' - x)y' = \frac{V}{v}H + \left(\frac{V'}{v} - \alpha\right)H'$$

Machines à raréfier ou à comprimer de l'Air.

Machines Pneumatiques.

La machine pneumatique se compose essentiellement d'un corps de pompe piston ou souffleur à sa partie inférieure d'un récipient ou réservoir de bas en haut. Le piston est aussi muni d'un ^{l'anneau} rasoir de bas en haut. L'anneau inférieur du corps de pompe pousse le biseau qui est en communication avec le récipient inférieur de l'air ou d'un gaz quelconque. Les récipients se voient généralement d'une platine c'est à dire d'une ligne en verre transparent et fin épais ou léger et appliqué en couche mince sur la base et les côtés de l'anneau et le piston.

Supposons le piston au bas de sa course, le récipient et le corps de pompe contiennent de l'air atmosphérique à la pression H . Soit R le volume du récipient et C le volume du corps de pompe. On va maintenant à l'air abaisser le piston le rasoir inférieur se ferme, le rasoir de piston s'ouvre et l'air du corps de pompe s'échappe par le conduit. L'opération continue de ce volume R à la pression H .

Si on ramène le piston à la partie supérieure, le même même gaz se prendra le volume $R+C$ et on pressurera H . C'est la ^{chaque} opération qui s'appelle un coup de piston. On recommence la même opération. Soit donc H_{n-1} la pression de l'air après le $(n-1)$ ème coup et soit H_n la pression après le n ème, d'après la loi de Mariotte, on aura :

$$R H_{n-1} = (R+C) H_n$$

D'où

$$H_n = \frac{R}{R+C} H_{n-1}$$

C'est la formule qui donne la pression après le n ème coup et permet de la pression après le $(n+1)$ ème dans la théorie si nous nous sommes placés à une pression H :

$$H_{n-1} = \frac{R}{R+C} H_{n-2}$$

$$H_2 = \frac{R}{R+C} H_1$$

$$H_1 = \frac{R}{R+C} H$$

En multipliant membre à membre toutes ces égalités les pressions intermédiaires disparaissent et il vient :

$$H_n = \left(\frac{R}{R+C} \right)^n H$$

$\frac{R}{R+C}$ est une fraction plus petite que 1, cette fraction

$\left(\frac{R}{R+C}\right)^n$ le $n^{\text{ème}}$ membre de la série H_n devient indéfiniment
 lorsque n augmente indéfiniment. D'après cette formule
 la première pression devient plus petite que toute quantité
 donnée à l'avance. Mais c'est la méthode
 La piston ne descend jamais jusqu'à la fin du cylindre
 de pompe; quelque petit que soit l'effort, il reste toujours
 entre le piston et le fond un espace où l'air ne peut
 entrer l'air est qu'on appelle espace résiduel. On remarquera
 que le volume de piston ne s'annule que lorsque l'air
 dans le cylindre de pompe a été réduit à un volume assez petit
 pour que sa pression soit plus grande qu'une atmosphère. Donc
 l'air comprime entre l'espace résiduel et toujours à la pres-
 sion atmosphérique quand le piston est au fond du cylindre. Il
 arrivera un moment où cet espace ne s'annule
 plus et lorsque l'air du cylindre de pompe, lorsqu'il
 pousse et se lève, a une pression telle
 que, comprimé et réduit à l'espace résiduel, il acquerra
 la première atmosphérique; cette pression se met
 donc la première limite. On a

$$(x = uH \quad \text{ou} \quad x = \frac{u}{C} H$$

Mais il va de soi que l'on ne pourra atteindre

cette première limite, car si l'on veut l'atteindre
 on ne l'atteindrait jamais. En effet, soit H_{n-1} la
 pression de l'air dans le cylindre de pompe et après la $n^{\text{ème}}$
 course de piston, et soit H_n la pression lorsque le
 piston est au fond du cylindre, c'est-à-dire quand le volume de
 l'air dans $R+C$. La pression absolue est égale à la
 somme $x+y$ de pressions que posséderait chaque des 2
 gaz si occupant seul l'espace résiduel, si donc
 remplait seul le volume $R+C$. On a d'après la
 loi de Mariotte:

$$x = \frac{R}{R+C} H_{n-1} \quad y = \frac{u}{R+C} H$$

donc on a:

$$H_n = \frac{R}{R+C} H_{n-1} + \frac{u}{R+C} H$$

$$\text{On a somme: } H_{n-1} = \frac{R}{R+C} H_{n-2} + \frac{u}{R+C} H$$

$$H_{n-2} = \frac{R}{R+C} H_{n-3} + \frac{u}{R+C} H$$

...

$$H_2 = \frac{R}{R+C} H_1 + \frac{u}{R+C} H$$

$$H_1 = \frac{R}{R+C} H + \frac{u}{R+C} H$$

Proposons-nous de trouver la pression après la $n^{\text{ème}}$
 course de piston en fonction de n des constantes de la
 machine. Pour ce faire multiplions la seconde équation

par $\frac{R}{R+C}$ la 3^{ie} par $(\frac{R}{R+C})^2$... la n -ième
 par $(\frac{R}{R+C})^{n-2}$ la dernière par $(\frac{R}{R+C})^{n-1}$, et faisons
 le somme. Il vient alors:

$$H_n = (\frac{R}{R+C})^n H + \frac{u}{R+C} \left(1 + \frac{R}{R+C} + (\frac{R}{R+C})^2 + \dots + (\frac{R}{R+C})^{n-1} \right) H$$

La parenthèse est la somme des termes d'une progression
 géométrique décroissante et par suite on a:

$$H_n = (\frac{R}{R+C})^n H + \frac{u}{R+C} \cdot \frac{1 - (\frac{R}{R+C})^n}{1 - \frac{R}{R+C}}$$

$$H_n = (\frac{R}{R+C})^n H + \frac{u}{C} \left(1 - (\frac{R}{R+C})^n \right) H$$

si l'on veut:

$$H_n = \left[\frac{u}{C} + (\frac{R}{R+C})^n \left(1 - \frac{u}{C} \right) \right] H$$

Ainsi, voyez sur cette formule que la formule entre
 H et $H \cdot \frac{u}{C}$ fait deux puissances que tout
 quantités données à l'avance, quand n augmente indéfiniment.

Forqu'ici nous n'avons considéré qu'une
 machine à un seul corps de pompe. Il est évident qu'une
 machine à deux corps de pompe est ^{moins} difficile à ^{manier}. Que l'on observe le
 piston et qu'on le fait monter, si l'on ne tient pas compte
 de la force qui agit par le poids. L'effort à faire
 est toujours égal à la différence de pression aux deux
 faces du piston dont on ne néglige pas le poids.

Quand on observe le piston dans le corps de pompe, il agit
 à un effort à faire sur le piston et plus qu'il
 a de force qu'il a de poids. L'effort à faire sur le piston est
 le même qu'il a d'autre effort à faire, et si l'on observe
 la suite de l'air, ^{qui est par le piston} mais pour le monter, la différence
 de pression devient immédiatement très considérable.
 L'effort à faire pour faire monter le piston est assez considérable.

Surajouté à cela, toutes les machines pneumatiques ont
 à leur corps de pompe, le piston s'engageant avec
 une sorte de dent mobile entre d'une boîte et
 qui, vidée alternativement à droite et à gauche
 a un mouvement de va-et-vient, fait monter
 les pistons simultanément, les pistons montent et
 les pistons descendent. De sorte que l'air à faire
 des efforts nécessaires pour ^{la différence de} la force exercée
 sur les faces inférieures des deux pistons plus que sur
 les faces supérieures du piston inférieur et la même force.

L'usage de ces deux pistons a une autre
 autre avantage c'est de produire un même effet
 en moitié de temps que la machine à un seul
 corps de pompe.

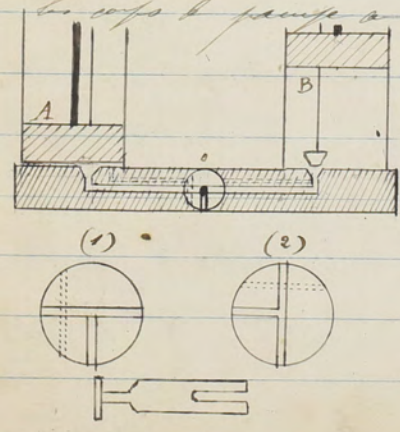
La machine est généralement fournie de manœuvre
 même de son axe. Cette est de la machine
 faite comme à sept qui est placée sous une
 épave et une qui est vissée au tige de
 communication de la machine pneumatique.

Malgré tout le soin qu'on apporte à la construction de
 piston et de soupapes, il reste souvent des fuites
 d'air. Pour le débiter on a placé un robinet qu'on
 appelle la **clef** de la machine. Ce robinet est percé
 de plusieurs trous, qui sont ^{perpendiculaires} à l'axe
 de la machine, qui permet de mettre le corps de
 pompe avec le récipient. Il peut y avoir un ou plusieurs
 à la même hauteur, communication avec l'atmosphère
 par la manœuvre de robinet. Cette clef
 permet de mettre communication le
 récipient et le corps de pompe,
 ou bien de mettre le corps de pompe
 en communication avec l'atmosphère
 ou bien en fermant bien le récipient
 en communication avec l'atmosphère. Lorsque l'on veut
 maintenir le piston à l'état où il est à l'arrêt
 donné, il suffit de mettre la clef la position
 indiquée par la figure

Je ne parle de piston ni de manœuvre à usage
 de piston de Bourdon mais les soupapes de fond
 de corps de piston ne servent à rien. C'est la tige
 qui traverse le corps de pompe à piston et se
 fait contre les soupapes ^{après} inférieures. De cette
 façon, elle s'ouvre et se ferme à l'air commence
 à relâcher le piston et se ferme à l'air, qu'on le
 commence à abaisser.

Perfectionnement de Babinet.

Babinet a adapté à la machine pneumatique un
 piston perfectionné qui permet de faire plus long qu'on
 faisait le corps de collection de l'air. Il consiste en
 piston avec communication qu'on établit entre le
 corps de pompe indépendamment du tige qui unissait
 le corps de pompe à récipient. Ce piston tube de communication
 est construit de la façon suivante.



On introduit le piston à l'air
 vers son point où il y a un petit canal
 qui se relie au corps de
 pompe au bout de l'autre corps de pompe.
 Il traverse le piston à 3 voies.

un piston ou un autre de piston de la figure. Quand on
 donne au robinet le piston (1), le piston central ne sert
 à rien et c'est le cas de la machine ordinaire. Mais
 en tournant le robinet d'un quart de la circonférence, on
 met en communication les deux pistons ^{de} et le canal et en
 même temps on ferme la communication de l'un des corps
 de pompe avec le récipient, l'autre y étant maintenant.

Supposons le piston A au bas de sa course et le piston
 B au haut de sa course. Dans l'espace mesurable au
 piston A se trouve de l'air à la pression atmosphérique H.
 Dans le corps de pompe B se trouve de l'air à la pression
 $\frac{u}{c}H$. Si donc on tourne le robinet de Babinet de façon
 à mettre en communication les deux corps de pompe c'est
 à dire de la 2^e piston que nous avons. Ensuite, il
 pressera de l'air de l'espace mesurable au piston A vers le
 piston B. Abaissons maintenant le piston B, quand
 le piston sera au bas de sa course il aura chassé tout
 l'air qui est venu de l'espace mesurable de A. Mais en
 même temps que le piston B est descendu, le piston
 A s'est relevé, et quand il a été au haut de sa course
 une partie de l'air du récipient est venue de la pompe

de pompe A. Abaissons encore le piston A il pressera
 encore de l'air de la pompe A dans le corps de pompe
 B et ainsi de suite; pendant ce temps marche le
 corps de piston de la pompe B vers le récipient
 l'air de la pompe A qui est en communication avec
 le récipient à chaque coup de piston.

Quelle est la limite de perfection que l'on peut obtenir
 ainsi? Il ne faut pas d'air. Sur corps de pompe
 A dans le corps de pompe B lorsque le piston A agit il
 chasse, le piston de l'air comprimé l'air qui se trouve
 au piston à la pression de l'air qui remplit alors le corps de
 pompe B est donc à $\frac{u}{c}H$, quelle sera la pression de l'air
 de la pompe? C'est vers la même que celle qui est
 avant qu'on abaisse le piston, (l'air qui a $\frac{u}{c}H$ quand on a vidé
 le volume u de la pompe).

$$Cx = \frac{u}{c}H, u \quad \text{D'où} \quad x = \frac{u^2}{c^2}H$$

Si l'on veut compter le volume de la petite capsule
 de Babinet la véritable limite de la pression sera C.

$$x = \frac{u(u+x)}{c(c+x)}H.$$

un petit gobelet contenant du mercure. On fait
l'insertion de ces deux tubes se trouve ouvert
à trois vases ^R et se le tube de communication de
gobelet se trouve entre vases R' . Les vases A et B
contenant ~~du~~ ^{du} mercure. S'ouvre le tube C et communi-
cation sera le récipient contenant de l'air ou d'autres
gaz à la pression atmosphérique ^{ou vaine} et se place au vase R
et gaze à faire la communication entre le récipient et la machine
où l'air ou d'autres gaz est de la machine; puis on retire
le vase B et on voit le vase R' . En vertu de principe
de non communication, le mercure au tube se trouve
niveau de la partie fixe et donc la partie mobile, et
retire le vase B suffisamment pour que le mercure se retire
à vase R ; et se place au vase R' puis on
place le vase R dans la position (2), qui intercepte la commu-
nication de gobelet ^{avec la machine}. Si l'on abaisse le vase B le mercure
descend du vase B et l'air passe abaissement suffisant
B pour faire descendre le mercure du vase A aussi lorsque
l'air vaudra, l'air se recueille et se trouve un vase
à vase A. On retire le vase R de la position
(1) et l'air retire le vase B jusqu'à ce que le vase

Se merame rot pt. directia lui h sau A e arce de la
valinet R' cu la rotire la varc e suficient de mare
ca merame sau R cu la arca putina continut la
mame opertor. arce e fca pt. a randa la vici
pt. fca pt. a randa e opertor sau pt. a randa.

Machine de compression

La construction de la machine de compression se différencie de la machine pneumatique à un seul corps de pompe que force que les va-pours sont placés intérieurement. On construit quelques fois les machines de compression à deux corps de pompe mais elle sont intérieures et diffère à machine, à un seul temps. Voyez quelle est la loi

Tant C la volume de l'air de page
 et R est le cinquième. Comme le pite est à l'autre de sa
 course, elle est toujours rempli de l'air à la première atmosphère
 Longue et obtuse le pite est à la fin de la cinquième avec
 une pression x , et on a donc $xR = HC$ d'où $x = \frac{C}{R}H$
 Si donc j'appelle H_{n-1} la première de la cinquième après
 n-1 les pite de pite, j'aurai d'après la loi de mélange des gaz,

$$H_n = H_{n-1} + \frac{C}{R}H$$

O une même

$$H_{n+1} = H_{n-1} + \frac{C}{R} H$$

Le rapport est égal, même à nombre, il n'est

$$H_n = H + n \frac{C}{R} H = H \left(1 + n \frac{C}{R}\right)$$

Dans la théorie si nous nous sommes placés nous voyons
que l'augmentation de pression est proportionnelle au nombre de
de piston, la pression donc augmente indéfiniment la pression
dans les cylindres. Or, c'est que les forces de résistance ne sont
supposées une pression illimitée, la présence de l'espace universel
s'oppose à ce que la pression augmente indéfiniment. En effet, la force
des molécules de gaz tend à contracter le volume de la pression
H tend à l'équilibre, il y a une pression égale et non supérieure
à la pression x des cylindres. O une même

$$xH = CH \text{ d'où } x = \frac{C}{R} H$$

La force ne fonctionne plus quand la pression dans les cylindres
sera devenue égale à $\frac{C}{R} H$. Nous pourrions, dans la machine
pneumatique, nous proposer de calculer la pression après la
même compression. Soit H_{n+1} la pression dans les cylindres
après $n+1$ compression, la même donc le volume C d'air
à la pression H qui va être identique au volume $R+u$, la pression
augmentée de la pression H_{n+1} donnera la pression après la
même compression. O une même $CH = (R+u)x$ d'où $x = \frac{C}{R+u} H$.

$$H_n = H_{n-1} + \frac{C}{R+u} H$$

$$H_n = \frac{R}{R+u} H_{n-1} + \frac{C}{R+u} H$$

O une même

$$H_{n+1} = \frac{R}{R+u} H_n + \frac{C}{R+u} H \quad H_1 = \frac{R}{R+u} H_0 + \frac{C}{R+u} H$$

Si nous voulons avoir la pression après la même compression
la force de la pression universelle de la machine
nous donne les mêmes $H_{n+1}, H_{n+2}, \dots, H_n$. Par ab, multiplication de
par $\frac{R}{R+u}$, d'où $\left(\frac{R}{R+u}\right)^2$, et ajoutons, il vient alors

$$H_n = \left(\frac{R}{R+u}\right)^n H + \frac{C}{R+u} H \left(1 + \frac{R}{R+u} + \left(\frac{R}{R+u}\right)^2 + \dots + \left(\frac{R}{R+u}\right)^{n-1}\right)$$

ou bien en remplaçant

$$H_n = \left(\frac{R}{R+u}\right)^n H + \frac{C}{R+u} H \frac{1 - \left(\frac{R}{R+u}\right)^n}{1 - \frac{R}{R+u}} = \left(\frac{R}{R+u}\right)^n H + \frac{C}{R+u} H \left(1 - \left(\frac{R}{R+u}\right)^n\right)$$

Si l'on veut mettre la même instance à l'équilibre

$$H_n - \frac{C}{u} H = \left(1 - \frac{C}{u}\right) \left(\frac{R}{R+u}\right)^n H$$

Supposons que n augmente indéfiniment, alors $\left(\frac{R}{R+u}\right)^n$ tend
vers zéro, par conséquent H_n tend vers $\frac{C}{u} H$

Application. — Fontaine de Compression. La fontaine de
compression se compose d'un cylindre à bords fixes et
ouvert à sa partie supérieure, ouifice du lequel on peut placer
un tube muni d'un robinet à sa partie inférieure.

Supposons qu'on mette de l'eau dans cet appareil et qu'on
ferme le robinet au-dessous du liquide, si l'on veut à l'air

le volume de l'eau & l'écoulement de l'air
dans l'intérieur de l'appareil par petites
de l'eau qui l'aspire.

Des Pompes à liquides.

Les pompes à liquides sont des appareils destinés à
transporter de l'eau ou de liquides quelconques d'un réservoir
inférieur à un réservoir supérieur. Il y en a de plusieurs sortes:
la pompe aspirante, quel que soit sa forme particulière, la
pompe éleveuse ou aspirante, la pompe foulante, et la
pompe aspirante et foulante.

Pompe aspirante. La pompe aspirante ne peut
lever l'eau qu'à une certaine hauteur, c'est-à-dire que le
niveau de l'eau dans le tuyau inférieur est resté au-dessous
du point à lequel l'eau est élevée. Il y a de ce
temps différents pour le fonctionnement de la
machine. La première est celle dans laquelle la
pompe fonctionne comme une machine foulante,
c'est-à-dire qu'elle aspire l'eau dans le tuyau

aspirant jusqu'à ce que l'eau arrive dans le vase de pompe. A
ce moment, la pompe est **amorcée**. Le second temps, pendant lequel
l'effet utile à chaque coup. L'effet, si il y a de l'eau
dans le vase de pompe, grand ou petit, la pompe A se
ferme et la colonne d'eau se lève et l'eau passe au-dessus du point.
Si on laisse ouvrir le point, la pompe se ferme et
partir l'eau jusqu'à hauteur d'eau dans le vase, et même temps
l'eau du point inférieur le point jusqu'à hauteur du point inférieur
et point inférieur et point inférieur à la hauteur du
point inférieur à la pression atmosphérique.

On peut se représenter par ce schéma la manière
dont la pompe se comporte après le premier coup de
pompe, pour qu'il y ait de l'eau dans le vase, et la pompe se
comporte comme une pompe à l'eau et l'eau d'aspersion
dans le premier réservoir ^{manière à} moins qu'elle ne passe à la
pression atmosphérique. Diminution de la hauteur de la colonne d'eau d'une
hauteur quel que soit la hauteur d'aspersion.
Effets C, B la section de l'eau d'aspersion et la
longueur; effet H la pression atmosphérique évaluée à
colonne d'eau. On doit avoir:

$$C H = B L (H - l)$$

$$D'où \quad \frac{C H}{L (H - l)} = \frac{B}{l}$$

obtain en général il n'en est pas ainsi. Il faut en conséquence
 se faire une idée de la pompe qui amène l'eau à la hauteur
 à laquelle l'eau arrive après le n^o u^o de la pompe.

Soit x_{n-1} la hauteur après le n^o u^o de la pompe et x_n celle
 après le n^o u^o. On a donc le volume $b(l-x_{n-1})$ d'eau à la pression $H-x_{n-1}$
 jusqu'à la valve de la pompe. On suppose ce volume

$BL + b(l-x_n)$ et a une pression $H-x_n$. On a donc, d'après le théorème de Bernoulli:

$$b(l-x_{n-1})(H-x_{n-1}) = (BL + b(l-x_n))(H-x_n)$$

équation de 2^d degré en x_n . On donne, en

$$bx_n^2 - (bH + BL + bl)x_n + (BL + bl)H - b(l-x_{n-1})(H-x_{n-1}) = 0$$

Pour se débarrasser de $\frac{B}{b} = a$, l'équation devient:

$$x_n^2 - (H + l + al)x_n + (l + al)H - (l-x_{n-1})(H-x_{n-1}) = 0$$

D'où l'on tire:

$$x_n = \frac{1}{2} \left\{ H + l + al \pm \sqrt{(H + l + al)^2 - 4(l + al)H + 4(l-x_{n-1})(H-x_{n-1})} \right\}$$

$$x_n = \frac{1}{2} \left\{ H + l + al \pm \sqrt{(H - l - al)^2 + 4(l-x_{n-1})(H-x_{n-1})} \right\}$$

Il est facile de voir qu'il faut prendre le signe - seulement.

Mais pour déterminer de cette formule générale la condition
 pour que la pompe soit amorcée après le n^o u^o de la pompe, il
 est suffisant qu'on ait $x_n > l$. Si $n=1$, on a:

$$x_1 = \frac{1}{2} \left\{ H + l + al + \sqrt{(H - l - al)^2 + 4lH} \right\}$$

La condition est donc:

$$H + l + al - \sqrt{(H - l - al)^2 + 4lH} > 2l$$

$$(H - l + al)^2 > (H + l + al)^2 + 4lH$$

$$4(H-l)al > 4lH.$$

$$\text{ou enfin: } BL(H-l) > blH.$$

Quel est maintenant l'effet à faire pour le fonctionnement
 d'une telle machine? Lorsque la pompe descend, le travail
 est nul, car la pression est égale à l'atmosphère. On a donc
 même lorsque la pompe est en marche, quelque que la
 course ascendante. Soit H et h' les hauteurs de la pompe
 par rapport au foyer de la tuyère d'écoulement.

La pression a donc une valeur $B(H+h')$ d.

La pression a donc une valeur $B(H-h)$ d. Donc

l'effet à faire est le travail des 2 poids, et égal à:

$$\text{le différentiel } B(H+h')d - B(H-h)d = B(h+h')d$$

cette quantité est un nombre constant.

Quel est le travail de la machine lorsque la pompe est en marche?

$$\text{et égal à: } BLd(h+h').$$

Remarquons que BLd c'est le poids d'eau soulevée
 lorsque la pompe est en marche, $h+h'$ c'est la distance de la tuyère
 d'écoulement au foyer d'aspiration. Donc le travail est
 le même que si on soulevait l'eau de la

o Tuya Dica laca - volu D'a

La fosse n'examine p d
juste, p q'de exige un travail q'il faut faire
par transports l'un de p d

D'après ce que vous m'avez dit, il semblerait que
tous les dépôts argileux de ce pays se pt aller
jusqu'à 10 mètres de hauteur. Mais la fouille me montre
qu'il ne faut pas descendre 70 à 80 mètres de la surface de
la terre à plus basse.

[illegible]

Depasser un angle de la ligne d'élévation
 par un tirage vertical appelé tirage d'écoulement
 on peut donner toute la longueur voulue. On peut aussi
 tirer plus ou moins à l'écoulement le tirage est
 dirigé vers le bas et la ligne d'élévation.

Pompe foulante. Dans la pompe foulante, le air se
pousse et s'élève d. l. v. et se retire d. la machine.

o rat de la prima istorie

Le up. d. p. p. at muni. D. e

no page 1' and it has a tail

Se tuiga d'ecampier ut reuani

I re-write it over the blank

Adesso. L'appena, le porte si chiuderanno.

de sa course et va l'aider, l'un va

entre les deux p. 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 8

carrière le plus, la misère d'ici va à l'encontre de

20 p. col' w as f h i d. a t u l l e t u l

La elle me se se retarda por los buques de posta

O colombo se comporta de maneira gregária à base

Puffia f. e p. chaque case d. p. t.

Pompe aspirante et foulante. La pompe aspi

vanite et felle n'ou que d' tige d' aspermette

See page opposite to Dec. copy of paper already

2. *Qua la pape aspekte*

und gedenkt die christliche Kirche

Pompes à incendie

Les pompes à incendie sont des pompes à eau qui sont mises en service à la fois pour éteindre les feux et pour élever l'eau jusqu'à une certaine hauteur. Elles sont composées d'un cylindre horizontal qui tourne sur un axe vertical. L'eau est aspirée par un tuyau qui se termine dans un réservoir. Le mouvement de rotation du cylindre est communiqué à un piston qui agit sur un autre piston, lequel agit à son tour sur un troisième piston, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'eau soit élevée à la hauteur désirée. Le mouvement de rotation est communiqué à un arbre qui tourne dans un réservoir d'eau. L'arbre est fixé à un piston qui agit sur un autre piston, lequel agit à son tour sur un troisième piston, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'eau soit élevée à la hauteur désirée. Le mouvement de rotation est communiqué à un arbre qui tourne dans un réservoir d'eau. L'arbre est fixé à un piston qui agit sur un autre piston, lequel agit à son tour sur un troisième piston, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'eau soit élevée à la hauteur désirée.

Hydrodynamique - Écoulement des Liquides.

Théorème de Torricelli

Lorsqu'un liquide s'écoule d'un réservoir à la surface libre, la vitesse d'écoulement est indépendante de la nature du liquide et est égale à celle qu'acquiert un corps tombant d'une hauteur égale à la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice d'écoulement: $v = \sqrt{2gh}$.

Ce théorème n'est vrai que si l'orifice est assez petit pour que la vitesse de l'eau soit négligeable par rapport à la vitesse de la surface libre. On suppose aussi que l'orifice est percé dans une paroi verticale et que le liquide est au repos. La démonstration de ce théorème repose sur le principe de Mécanique des fluides. Prenons un tube vertical dans lequel on a percé un orifice à la base. Soit MN une section transversale du liquide au-dessus de l'orifice AB. La pression est la même partout, et la densité est la même. La force qui agit sur la surface MN est la pression atmosphérique. La force qui agit sur la surface AB est la pression atmosphérique. La différence de ces deux forces est la force qui agit sur le liquide. Cette force est égale à la différence de la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice et de la hauteur du liquide au-dessous de l'orifice. Cette différence de hauteur est la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice. La vitesse d'écoulement est donc égale à la vitesse qu'acquiert un corps tombant d'une hauteur égale à la hauteur du liquide au-dessus de l'orifice.



Soit v la vitesse d'écoulement
 à l'issue combinée du piston
 le long duquel il y a un écoulement
 de liquide de longueur $v dt$. Il s'agit
 de la section du cylindre de section ω
 cylindre et de la vitesse v du piston
 spécifique, par $v dt$ c'est le poids de
 ce petit cylindre, sa masse sera $\frac{1}{2} \omega v^2 dt$, la moitié
 de cette masse multipliée par la courbe de la vitesse $\frac{1}{2} \omega v^2 dt$ sera
 la force vive. Or il est évident que le cylindre est égal à la vitesse v de la
 surface du vase. Cette vitesse v de la surface, non la
 néglige. D'après ce que nous avons dit. Quant à cette
 de la masse elle n'a pas d'effet. Or la force vive est la même
 que la pesanteur $\frac{1}{2} \frac{\rho}{g} \omega v^2 dt$ c'est-à-dire est égal à l'écoulement
 la pesanteur. Tout est fait comme si le volume de liquide
 coulait entre les deux surfaces MN et $M'N'$ et transportait à la
 surface; donc la force qui agit est $\rho \omega v dt$ et le travail est $\rho \omega v dt h$.
 Or a lieu $\frac{1}{2} \frac{\rho}{g} \omega v^2 dt = \rho \omega v dt h$
 d'où $\frac{1}{2} v^2 = gh$ ou $v^2 = 2gh$.
 ou est $v = \sqrt{2gh}$. C. q. f. d.
 Cette formule nous apprend que, si l'on a une conduite,

ou une conduite, la vitesse d'écoulement sera constante.
 Mais nous, dans la pratique les conduites ont une section
 constante de l'écoulement de la pesanteur.

Remarque. Si l'on suppose que la surface HI est la surface
 libre et que la surface HI' est la surface de la conduite, tout se
 passe évidemment comme si l'on avait une différence de
 surface $HI - HI'$ par une colonne de liquide placée sur la surface libre
 et de poids égal à la différence de surface $HI - HI'$. Si donc
 HI et HI' sont les surfaces de la conduite, la vitesse d'écoulement
 sera représentée par :

$$v = \sqrt{2g(h + HI - HI')}$$

Si HI et HI' sont les surfaces de la conduite de même de poids
 spécifique ρ et le liquide de poids spécifique ρ , la colonne
 de liquide équivalente à la colonne $HI - HI'$ de même de surface
 $\rho \omega (HI - HI') = \rho x$ d'où $x = \frac{\omega}{\rho} (HI - HI')$

et la formule précédente deviendra :

$$v = \sqrt{2g\left\{h + \frac{\omega}{\rho} (HI - HI')\right\}}$$

Si HI est plus petite que HI' , il faut donc que la
 condition $h + \frac{\omega}{\rho} (HI - HI') > 0$

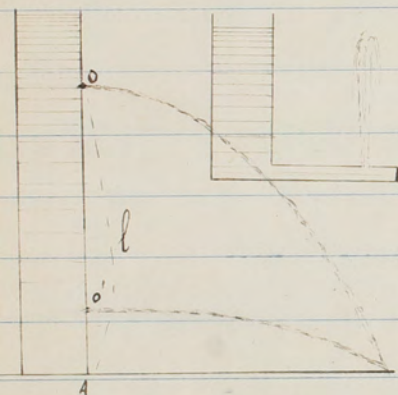
soit remplie pour qu'il y ait écoulement. Si l'on a
 $h + \frac{\omega}{\rho} (HI - HI') = 0$

le liquide reste en équilibre. Soit si l'on a

$$h + \frac{w}{p}(H - H') < 0$$

l'air est en équilibre par l'origine par le liquide.

Pour vérifier expérimentalement la théorie de Boussinesq on peut
en faire un liquide le liquide est plus homogène et plus
denses et plus. Si le liquide est en équilibre et qu'il a



l'air est en équilibre par l'origine par le liquide.
Si le liquide est en équilibre et qu'il a
l'air est en équilibre par l'origine par le liquide.
Si le liquide est en équilibre et qu'il a

descendant contre les molécules ascendantes.

Pratiquons un effet d'un peu vertical, le jet
devient une parabole; ce effet le vitesse de la molécule peut
à deux pour un d'un vecteur horizontal qui est constant.
une vitesse verticale due à l'action de la pesanteur.

$$\frac{dx}{dt} = a \quad \frac{dy}{dt} = gt$$

$$x = at + b \quad y = \frac{1}{2}gt^2 + c$$

$$y = \frac{1}{2}g\left(\frac{x-b}{a}\right)^2 + c$$

l'air est en équilibre par l'origine par le liquide. Soit si l'on a

l'air est en équilibre par l'origine par le liquide.

$$x=0 \quad y=-l \quad l = \frac{1}{2}g\frac{b^2}{a^2} + c$$

$$\frac{1}{2}g\frac{(x-b)^2}{a^2} + c = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{1}{2}g\frac{(x-b)^2}{a^2} - l - \frac{1}{2}g\frac{b^2}{a^2} = 0$$

$$\frac{1}{2}g\frac{x^2}{a^2} - \frac{2bx}{a^2} - l = 0$$

Equation d'un degré en x. Si on résout cette équation
on a, si l'on remarque que le constant b est nul, on a:

$$\frac{x^2}{a^2} = \frac{2l}{g} \quad x = a\sqrt{\frac{2l}{g}}$$

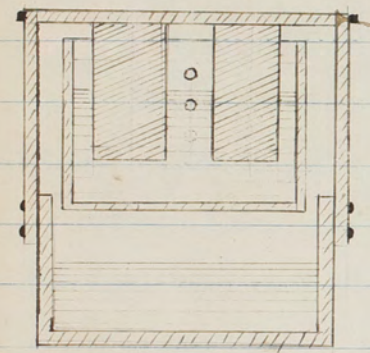
Si la théorie de Boussinesq est vraie on doit avoir

$$a = \sqrt{gh} \quad \text{ou} \quad x = \sqrt{2hl}$$

Remarquons que cette formule est symétrique si l'on suppose à
l'origine de la parabole x et constant si l'air est en équilibre
et si l'on suppose si l'on suppose si l'on suppose si l'on suppose

Flotteur de Troony.

Le flotteur de Troony est un appareil destiné à mesurer la viscosité d'un liquide.
Il est constitué par un flotteur qui est en équilibre dans le liquide.
On mesure la quantité de liquide qui s'écoule pendant un temps t.
Le flotteur se compose d'une grande cuvette contenant
le liquide à un certain niveau. Dans cette cuvette se trouve
un flotteur, et une valve qui ne laisse passer le liquide
qu'à un certain instant du mouvement vertical qui supporte



ou vases inférieurs. Je dis qu'une eau est apparente de
 vases de l'air, mais c'est. Et effe suppose par
 exemple qu'il y ait un vase
 autre d'un côté et d'autre côté
 de la même eau, au point de
 vases flottants de poids d'un côté d'un
 les vases flottants de poids d'un côté, d'un
 les vases d'un côté d'un côté de vases flottants
 en l'air de l'air d'un côté qu'il ne déplace
 p. m. t. d; il y a un vase qui est constant la même
 Si la théorie de Coricelli est vraie, on appuie sur la
 recte, il se trouve que le volume qui s'écoule pendant le
 temps t est: $wt = wt + \sqrt{2gh}t$. L'expérience montre que
 si on tire un vase 0,62 d'un vase, cela tient à ce
 que la recte de la même ligne est égale à la recte
 de l'orifice: on voit de voir la recte ligne est en se
 conique et rais de l'écoulement d'un côté que celui
 qui se trouve en l'air de l'orifice. Et tout au même instant
 permet de voir que le volume qui s'écoule pendant
 le temps t est proportionnel à la racine de h . Pour
 observer à ce moment et pour faire la recte ligne

à être cylindrique ou recte de voir, il suffit d'adapter
 petit ajutage à l'orifice, mais, als le fait et l'écoulement
 et la recte de l'air d'être représenté par la racine d'un
 une plus grande fraction de voir p. m. t. d. et

$$v = \sqrt{2gh}$$

Cela veut dire à faire cialo le liquide ne peut
 la recte de l'air de la recte ligne à p. m. t. d. et
 à ce que la recte est proportionnelle à la racine carrée de
 la recte.

Le théorème de Coricelli est applicable aux gaz, et la
 v. m. t. d. $v = \sqrt{2gh}$

la recte de l'air de la recte ligne à p. m. t. d. et
 la recte de l'orifice. Soit d le diamètre d'un gaz, la recte
 la recte de l'air de la recte ligne à p. m. t. d. et
 si H et H' représentent la même mesure la recte de
 l'air de l'orifice et la recte de l'orifice.

$$hd = (H - H')D$$

$$D' = h = (H - H') \frac{D}{d}$$

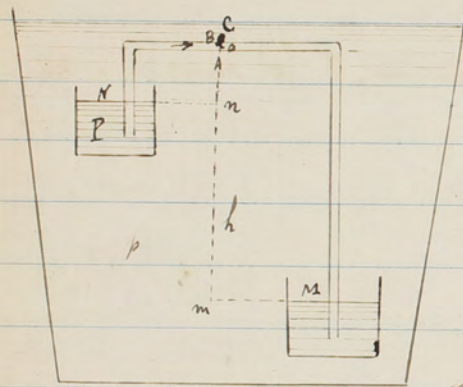
$$D' = v = \sqrt{2g(H - H')} \frac{D}{d}$$

Supposons maintenant un vase d'un gaz s'écoulant par la
 même orifice et la recte de l'air de la recte ligne à p. m. t. d. et

et le volume, l'eau jaillit immédiatement par l'orifice
à l'air intérieur.

2^e Siphon

On appelle siphon un appareil destiné à
transférer un liquide d'une vase à un autre. Soit un siphon



quelconque contenant un fluide
commun; dans un siphon, on a deux
vases qui ont une certaine
différence de niveau et contiennent
un liquide quelconque différent
de fluide de niveau. Soit p

le poids spécifique de liquide de
niveau considéré et soit P et p de liquide des 2 vases
dont nous supposons le tube de communication rempli.

Pour qu'il y ait équilibre dans le conduit, ? Considérons
une tranche AB de la partie de communication
cette tranche est la même qu'une tranche N dans
le vase de colonne de liquide N . Au niveau N , elle est
égale à la pression de niveau considéré augmentée de
poids de colonne de liquide de hauteur h (la hauteur de la tranche N est la même que la hauteur de la tranche AB).

Dans la partie du conduit de communication, la pression est la même dans les deux vases
la tranche AB est $H + nC \times p - nO \times P$

Pour la même raison la pression dans le vase inférieur est
et $H + nC \times p - nO \times P$

Dans la différence des pressions est:

$$H + nC \times p - nO \times P - (H + mC \times p - mO \times P)$$

(C est la différence de niveau des 2 vases.)

C'est à dire:

$$hP - hp = h(P - p)$$

Cette différence de pression est l'unité de surface ne
dépend pas, comme on le voit, de la position de la
tranche AB ; elle ne dépend que de la différence de niveau
et de la différence de densité de liquide.

1^o $P > p$. Le liquide s'écoule du vase supérieur
dans le vase inférieur avec une vitesse d'écoulement

$$v = \sqrt{2gh(P - p)}$$

2^o $P = p$ et il n'y a pas d'écoulement

3^o $P < p$ Si l'on ne réalise la condition $P < p$, le
mouvement se fait dans le sens contraire avec une vitesse

$$v = \sqrt{2gh(p - P)}$$

C'est le problème du siphon dans le cas général.

On pourrait se demander si on peut généraliser
c'est le cas des 2 vases qui sont aux extrémités d'un
siphon avec plus de 2 milieux différents; le

problème est à mi-temps. Et quand on
l'appelle H la pousse et l'unité de surface à l'apex
le plus élevé et H' la pousse et l'unité de surface à l'apex
le moins élevé et appelle t p la différence de niveau
D la pousse spécifique de liquide, la différence de pousse de la
de la flèche au temps. $hP + H - H'$

Si p' appelle t la pousse spécifique de liquide la pousse
H représente la pousse de la colonne de liquide d'ici
haut donnée et la pousse spécifique de. Donc la
différence ci-dessus sera, (en posant $h' = H' - H$,
 $hP - h'w^p$

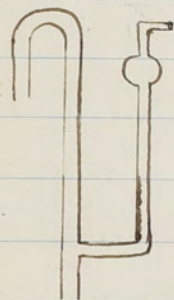
Si l'on a $hP > h'w$ ou $\frac{h}{h'} > \frac{w}{P}$, l'écoulement
se fera dans le sens de la flèche.

Si l'on a $hP - h'w = 0$ ou $\frac{h}{h'} = \frac{w}{P}$, il n'y aura
pas d'écoulement et on a si l'on a

$hP - h'w < 0$ ou $\frac{h}{h'} < \frac{w}{P}$, l'écoulement sera dans
le sens contraire.

Notons encore que le siphon ne fonctionnera qu'à la
condition d'être complètement rempli. Longtemps on a cru
qu'il y avait des liquides qui ne sont pas remplis, on peut
le remplir ou l'on a l'expérience avec l'amorçage.

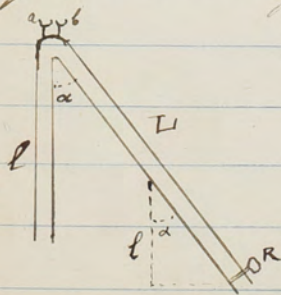
L'aspiration au moyen de la bouche. L'aspiration a lieu à l'aide
de liquides qui agissent soit par les mêmes, soit par les mêmes
la succion de la bouche, l'on emploie des siphons de forme spéciale,
qui ne diffèrent de siphons ordinaires qu'en ce qu'ils ont l'extrémité



de la grande branche tenue ramolli et telle
qu'il suffit à produire l'aspiration et maint.
telle la succion à l'extrémité de la grande branche.
On aspire au quel qu'un ou moyen de la
bouche quel qu'un ou moyen d'une pince à
manette et qu'on a d'abord rassemblé à

la main qui, on se débarrassant libéralement, aspire l'air de
toute la longueur et il est en communication.

Pour tarquer l'écoulement siphonique de l'écoulement
on se sert de siphons à platine de forme spéciale, il se compose
de 2 branches, l'une verticale ou petite, l'autre inclinée et
faible vers la première ou grande. L'extrémité de la grande



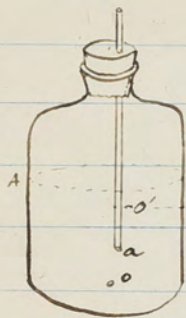
branche est maintenue d'un robinet. Le
niveau de l'angle fait de la pousse siphon
de la petite siphon, on maintient qu'on
peut fermer le moyen de la bouche.
Pour amorcer le siphon, on place le robinet

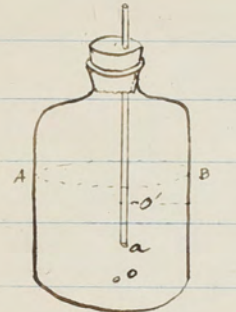
I faze à fumer le tube, par le verre b & continuons à b
 et le verre d l'acid sulfurique par l'entonnoir c, l'air
 qui est expulsé sort par l'entonnoir a. Lorsque le grand
 branch est plein, le verre b & continuons à b le verre b
 rebouché R. Si l'appareil est bien construit, le système est
 prêt à être employé. Tirez le piston et le bouchon restant
 en place le la bague et le branch incliné que nous supposons
 d'égale distance. Supposons que le D a a un volume R.
 L'acid sulfurique a d'abord diminué d'un volume R.
 par que l'acid de la cornue soit monté au sommet de H par
 la petite branche.
 c'est-à-dire, si on la fin de l'air introduit à l'intérieur de
 tube et on verra que le premier atmosphère diminue d'un
 volume R le volume de l'acid. Appel. H le premier atmosphère
 introduit le volume de l'acid sulfurique; et si on pressions
 le piston et suppose le section du tube, le volume qu'occupe
 l'air. Lorsque il est plein le petit branch et le C a un
 piston et H; lorsque l'acid est arrivé au sommet, le
 niveau de l'acid de la branche inclinée est à une hauteur
 C, la même est donc la - C. Le système ^{complet} se compose
 comme si P a a.

$$l_H \sqrt{(4 - \frac{l}{a_2})(H - l)}$$

C'est de ce système avec les continents & l'opinion, &
par le biais de la loi & de l'usage commercial
ont qu'ils

Vase de Mariotte. Le vase de Mariotte est gradué.





Puis l'écoulement s'arrête
et il ne recommence que quand le
niveau est revenu à son état
normal.

C'est pour la même raison que
s'explique le fait des fontaines
intermittentes et de sources vives.

Il suit que

les sources ne sont autre chose que des vases d'ouïfais
particuliers. appelle, nappes d'eau
et dans lesquels l'écoulement se produit d'après le principe de
Torricelli. Si l'ouïfais est rempli le canal se forme d'après
ce que cette eau est assez large, la source sera intermittente.

Supposons donc une source d'eau courante,
souterraine dans laquelle le fluide s'est
accumulé. Cette source peut être
mise en communication avec l'air
atmosphérique par un canal de la
forme telle qu'il est devenu. Nous
supposons alors tout à fait dans la

cas précédemment traité de

Si l'eau

1° élève assez haut pour que la surface intérieure s'élève
la source se vide complètement jusqu'à la petite branche de
niveau.

2° l'écoulement est

C'est ce qu'on appelle source à double

le fait est tel. Il y a une source
qui est elle-même à sa petite source
pour la branche basse, l'eau s'écoule à sa petite
source et pour une plaque métallique en terre
qui est elle-même à sa source. L'écoulement
est supporté par un liquide rempli d'eau
dans cette source, l'écoulement de l'eau

A savoir tout ce qui se fait dans le vase. Au lieu d'une source
ou source à double ouïfais, on peut se faire une source à double
pour exemple, les ouïfais et la source ou commencent par une
de l'eau qui est jusqu'à un certain point
de l'eau B, et source de la source d'eau courante et si la
source des ouïfais, "b" l'écoulement se produit avec une vitesse
variable. Enfin, le fait de la source de ces ouïfais est une
dans le vase. Mais si l'ouïfais a une certaine source
d'eau que la source des ouïfais a, b, l'eau s'écoule
pour à la source de la source, de sorte que, la source est

franche le tube il a vuider que le premier de
l'espace c diminuer, par suite il montre de l'air
sur l'extremite A. quand on aura $H^1 - H^2 = h$ l'écoulement
cessera c'est-à-dire le que le sein de l'air de la table
sera au niveau de l'air de tel que $AD = h$ et l'écoulement
ne recommencera que le que il sera au niveau de l'air de la table
ou que l'extremite A de tube soit ouverte. Et cela
a etant exacte et a cas de l'écoulement, a etant au sein
a etant au sein de l'écoulement, qui a etant a l'écoulement.
Fontaine de Héra

La fontaine de Héra a
compresse au sein de 2 vases de l'air et a etant a l'écoulement et
les autres fontaines de l'air a etant a l'écoulement. Les vases
sont mis en communication.

La fontaine
et mis en communication avec le
deuxieme vase tube qui plonge jusqu'au
fond, le second et mis en communication
avec le 3e vase tube qui va jusqu'a
la partie superieure de l'air. Et si le
premier et second sont reunis par
un tube qui plonge de la partie inf.

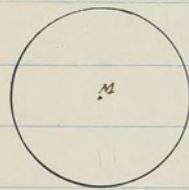
Supposons que a et mis de l'air de la 2e jusqu'a une
certaine hauteur, ce qui a etant le col de R et qui a etant
de l'air de la vase. Il y a introduction de l'air de la vase
(3) et ce augmentant le premier de l'air contenu dans la vase
et la compression de l'air (3) et l'equilibre sera bien lorsque la
pression de l'air de la vase a etant la pression de l'air de la vase
de la vase. Le vase et de l'air de la vase
a une fontaine de compression, l'air jaillira a une hauteur
determinee par la formule de Torricelli.

De la Capillarité

Traits généraux.

Nous nous bornons à dire que la nature tend à se former comme
s'il existait entre les différents corps qui composent le monde
matériel une force attractive s'exerçant les uns vers les
autres. Et c'est de même, lorsque par la fusion, on réunit
les corps qui sont à l'état de solides et de molécules, caustiques,
cristallins, tout se passe comme si comme s'il existait entre les différents
molécules d'un même corps une force attractive. En premier lieu,
les molécules des corps solides s'attirent les uns vers les autres et c'est
ce qui les rend si difficiles à rompre la plupart des corps solides. Mais,
puisque cette attraction existe entre deux molécules de même, il
faut que la distance de ces deux molécules soit nécessairement petite, car c'est
un fait que l'attraction s'affaiblit à mesure que la distance des molécules s'accroît.
généralement qu'on ne sent pas la moindre adhérence; cependant,
deux lames de verre bien planes et bien polies, que l'on applique l'une
contre l'autre on les fait adhérer et on les presse pour les enlever
adhérents. De même deux surfaces planes et polies s'adhèrent
lorsqu'on les presse l'une contre l'autre. Quant à ces deux lames de verre, on les fait adhérer en les pressant l'une contre l'autre.

que l'on voit, ils adhèrent toujours. Quoi qu'il en soit donc,
la force attractive qui agit entre les molécules d'un même corps



composés d'un même corps et d'un même état, est
variable, et il y a une certaine limite à la distance des molécules.
sphère d'activité
sphère d'attractions moléculaires. Les molécules
liquides s'attirent aussi entre elles, une goutte
d'eau, une goutte d'huile, une goutte d'huile, si elle est isolée, se
forme en sphère, elle se maintient sous cette forme, et si on la presse, elle
se déforme, mais elle revient à sa forme primitive, car elle a une force
attractive, force qui oblige la goutte à prendre cette forme.
Il existe de même entre les solides et les liquides une adhérence
bien manifeste. Si on plonge une tige de verre dans l'eau, on voit
la tige, il y a une goutte d'eau sur la tige à l'extrémité. On fait
contact on se rapproche de la tige, que l'on adhère au liquide, on
sépare les deux corps, on voit qu'il y a une adhérence, et si on les
sépare, on voit qu'il y a une adhérence, et si on les sépare, on voit
qu'il y a une adhérence, et si on les sépare, on voit qu'il y a une adhérence.
On fait contact on se rapproche de la tige, que l'on adhère au liquide, on
sépare les deux corps, on voit qu'il y a une adhérence, et si on les
sépare, on voit qu'il y a une adhérence, et si on les sépare, on voit
qu'il y a une adhérence, et si on les sépare, on voit qu'il y a une adhérence.

Longs & fins & tubes fins de la lignée comme les fils
ou plus & constat que le suc de la tige est sucré & en
même temps brisé. Si on coupe & le frotte un liquide qui
ne le mouille pas le suc est inf. de la tige & est de l'eau.
Le même phénomène se reproduit avec le ^{tr.} Soliste, avec la lignée,
les tubes assez fins & les points sont appelés tubes capillaires.

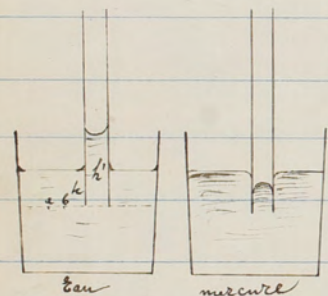
L'andria. une surface liquide quadrangulaire xy , le liquide
 tenu par cette surface n'est pas seulement
 soumis à la pesanteur & à son poids, c'est-à-dire
 encore soumis à une force résultant de l'ac-
 tion attractive de ses molécules, ce qui

Centre est nul; il entre dans la portion ab' action qui est
 normale à la surface; cette portion agissante ab' va et diminue
 à mesure que le point M s'éloigne de la surface libre, j. qu'il se
 que la portion ab' va et diminue à mesure que $x'y'$ se déplace à la surface
 libre et que la distance à la surface libre soit égale à la surface d'attraction
 Il résulte donc de tout cela, une première qui va et diminue
 de la surface $x'y'$ à la surface $x'y'$ à partir de laquelle elle est constante;
 cette première se termine de la surface d'attraction d'hydrostatique
 La forme de la surface libre a une importance au point de vue
 de la grande et de cette première. Considérons un liquide quelconque
 et la surface d'attraction moléculaire; si la surface libre est plane
 comme AB par exemple, la portion agissante
 sera la portion ABC' ; mais une même surface
 à la surface, soit la surface première ou concave ou
 comme la surface moléculaire A . Mais sup.
 pour que la surface libre soit concave, DPE , la surface DPE
 sera et la portion agissante et la surface moléculaire sera
 $A-B$ plus petite que A . Si la surface libre est convexe comme
 GPH , la portion agissante sera $G'H'P'$ et la surface sera plus
 grande que A $A+B'$. Comme conclusion, si la surface est
 concave, la surface moléculaire sera plus grande que si la surface

état plane et si la surface libre est concave elle sera plus grande.

Relation entre la forme de la surface libre et l'élévation ou la dépression du niveau dans le tube capillaire.

D'après ce que nous venons de voir, il est facile de prévoir si il y aura élévation ou dépression. D'après la forme de la surface libre. Soient deux capillaires ^{à tube} capillaires plongés dans une vase d'eau. L'un exprime une surface d'eau maintenue de niveau c'est à dire qu'elle s'élève à la hauteur de la surface libre de la tube et donc concave. Appliquons le théorème d'hydrostatique. Soient une



touche horizontale pour se faire l'entente inférieure de tube, la surface libre est à la même hauteur. Soit h' la hauteur de la tube, la première nous donne la hauteur de la colonne d'eau égale à h' . Mais nous ne pouvons pas dire que la surface libre est à la même hauteur, nous devons ajouter une force motrice qui s'élève est égal à A pour la surface plane et si l'acte est égal à $A - B$ pour la surface concave. A et B étant évalés, la colonne de l'eau est donc :

$$A + h = A - B + h'$$

D'où $B = h' - h$
soit B est essentiellement positif, donc $h' > h$.

Je répète un raisonnement analogue pour la surface concave avec tube de verre, l'expérience montre que la surface libre de la tube est concave, et donc :

$$A + h = A + B' + h'$$

D'où $B' = h - h'$ donc $h > h'$

Donc, si la surface est concave, il y a élévation, si elle est convexe il y a dépression, si elle est plane, il y a évidemment égalité de niveau.

Explication théorique de la forme de la surface libre.

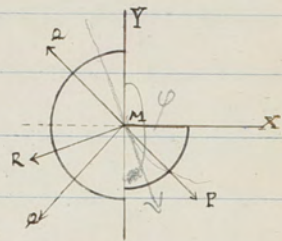
Soient deux molécules ^{liquides} en contact avec une surface solide ^{verticale}. Supposons la plane à la surface libre de l'eau. Elle est soumise à deux actions de forces, l'une l'attraction de molécules liquides, l'autre l'attraction d'une demi-sphère solide. Le résultat de l'action de cette demi-sphère est normale à la surface solide c'est à dire horizontale. Appliquons l'action de gravité de l'effort liquide à la molécule considérée et l'action de la gravité de la sphère solide, le résultat des ces deux forces ^{par composition} donne l'angle $H = 2Q \cos 45^\circ - P \cos 45^\circ = (2Q - P) \cos 45^\circ$

Donc le vers de X vers Y . Elle a pour composante verticale :

$$V = P \cos 45^\circ$$

La direction de la résultante pour l'effort est plus horizontale d'après le signe de $2Q - P$.

1^{re} $2R - P > 0$ La résultante est donc $\neq 0$ et l'axe de la force qui, combinée avec la pesanteur donne une force R , Si la résultante R est normale à la surface libre; donc dans le cas actuel, le liquide s'élève le long de la paroi et il y a concavité comme on le voit.



2^{de} $2R - P = 0$ La résultante n'est ab. solvée que par une force verticale; et la surface libre est évidemment plane.

3^{de} $2R - P < 0$ Ab. la résultante est dirigée vers le liquide, il y aura donc une concavité de la surface libre du liquide.

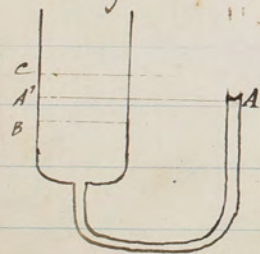
On appelle **angle de raccordement** l'angle que fait la pt tangente à la surface du liquide au point de pt avec la perpendiculaire à la paroi. Si j'appelle φ cet angle, on voit que :

Si $2R - P > 0$ on a $\varphi > \frac{\pi}{2}$

Si $2R - P = 0$ " $\varphi = \frac{\pi}{2}$

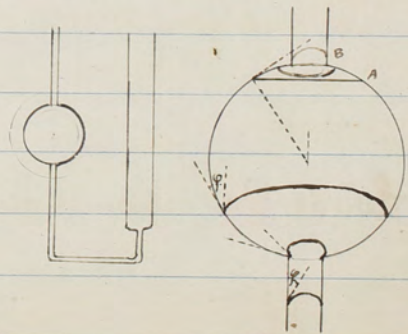
Si $2R - P < 0$ " $\varphi < \frac{\pi}{2}$

Vérification expérimentale



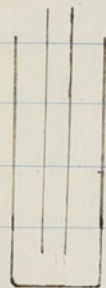
Si l'on prend 2 tubes parallèles verticaux, l'un capillaire et l'autre large, qu'on les plonge verticalement et qu'on verse de l'eau dans le grand tube, le niveau arrivera à l'intérieur A du petit tube, pourvu qu'il ne soit arrivé au même

niveau dans le grand tube et la force de la surface libre du petit sera la forme concave, on dit alors que le **ménisque** est concave. On appelle **ménisque** de tout le en la pt d'un liquide l'empêchement de la capillarité entre la pt tangent à la surface libre et la pt perpendiculaire à la surface libre. Si le liquide touche le tube, il y a concavité aussi que, lorsque la forme du ménisque est convexe, il y a déviation de l'axe. Si l'on continue à verser de l'eau dans le tube, on constate que le ménisque s'aplatit et pt et pt et devient convexe et arrive à A de la grande tube, le ménisque devient horizontal. Enfin, en continuant à verser de l'eau jusqu'à C, il se forme une petite fontaine qui s'élève au-dessus de la pt et est un ménisque convexe, et cela se poursuit jusqu'à une certaine limite à partir de laquelle le premier de l'eau dans le grand tube triomphe de la force moléculaire et l'eau se répand. On vérifie dans ce cas la relation qui existe entre la forme du ménisque et la hauteur h d'appel au niveau dans le grand tube. 3^{de} On prend un tube capillaire vertical, fermé à une extrémité et qu'on y souffle un peu d'air, on le plonge dans un autre tube, les 2 tubes sont soutenus à la même hauteur. Cet appareil permet d'obtenir des ménisques



Loi de l'élévation et de la dépression dans le tube capillaire.

Laminaria - tube capitate & forme globuleuses.



verticalité de la surface qui le maintient en équilibre, par la pression
de la surface. Mais elle cherche à élever la force
qui tend à rendre le liquide le long de la paroi de
toute. Il y a donc à chaque molécule une attraction avec
la tube à l'intérieur de la colonne une constante verticale
qui lui est appliquée. La somme de toutes ces forces con-
stantes est proportionnelle au périmètre de tube, par l'opposé par nous
pour une unité le même raisonnement par l'attraction des molécules liquides,
par la même raison c'est encore une force dirigée de bas en haut
Mais ne s'agit-elle d'attraction de solide qui est maintenue par le liquide,
il est évidemment nul, mais il y a une force dirigée de bas en bas
c'est l'attraction des molécules liquides par les molécules liquides, la résultante
de toutes ces forces est donc proportionnelle à p , au sens $p \propto d$; et a
donc en somme $\propto d$ une force verticale $p(2x - d')$ dirigée de
bas en haut résistante à la pesanteur qui tend à le faire. cette
force est proportionnelle au périmètre de tube, cette force doit donc
faire équilibre au poids de la colonne de liquide renversée; la co-
stante générale, le poids de liquide renversé sera proportionnel à la
section par un même liquide et une même hauteur de tube.
P^r remarque. Soit un tube cylindrique, et sa section, et la hauteur de
la colonne renversée, et soit le poids spécifique du liquide, la

pour cette colonne et $\pi r^2 h = 2\pi r(2a - a')$ d'où $h = \frac{a^2}{r}$

La hauteur de la colonne saillante a donc une valeur inverse du rayon du tube. — Supposons un tube rectiligne de côté AB, le poids de la colonne saillante sera: $AB h \rho$, ou d'où d'ac. sera:

$$A.B h \rho = 2(A+B)(2a - a') \text{ d'où } h = \frac{2(A+B)}{A.B} a^2$$

Si nous supposons que l'un des côtés du rectangle est inf., c'est-à-dire que le tube se rétrécit à deux lames parallèles, la formule prendra la forme:

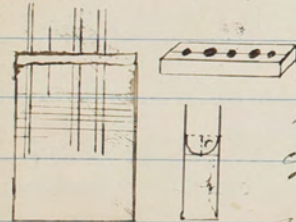
$$h = a^2 \frac{\frac{A}{B} + 1}{A} \text{ ou } h = \frac{a^2}{A}$$

La hauteur est donc, dans ce cas, inverse de la distance des deux lames. Si on compare cette formule à celle de l'eylindrique on voit qu'elle ne diffère que par la substitution de A à r.

Dans la hauteur de la colonne saillante dans un tube cylindrique est la double de la hauteur de la colonne entre deux lames parallèles distantes d'une quantité égale au diamètre du cylindre.

C'est Gay-Lussac qui est le premier à étudier le phénomène capillaire. L'air ou vase contenant de l'eau à la température ordinaire, et bien bouché.

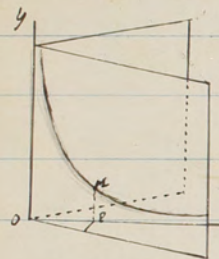
Gay-Lussac plaçait à la base du vase une pluchette formée de deux parties cylindriques, des bords de laquelle se tenaient des tubes cylindriques. Il plaçait dans ces ouvertures cylindriques des tubes faits avec la même verre, mais de rayons différents. Puis il mesurait la hauteur de



différentes colonnes saillantes, qu'il se rapportent à une pluchette une petite tige de longueur connue; au moyen d'un cathéte-mètre, il mesurait la hauteur de la colonne saillante, et par conséquent la distance de menisque à menisque. Les résultats de l'expérience de Gay-Lussac, et de ce qu'il y avait une ligne droite avec la théorie. Il n'a pas trouvé que la pression atmosphérique quel-
^{le soit et constant} que la hauteur de la colonne saillante soit proportionnelle au rayon du tube, mais qu'elle est inversement proportionnelle au rayon du tube. Par conséquent, la hauteur de la colonne saillante est inversement proportionnelle au rayon du tube. On doit avoir: $\pi r^2 h + \frac{2}{3} \pi r^3 = 2\pi r(2a - a')$

D'où l'on tire: $h + \frac{2}{3} r = \frac{a^2}{r}$; donc la hauteur qui est inversement proportionnelle à r, mais c'est $h + \frac{2}{3} r$. Or, l'expérience de Gay-Lussac a prouvé que $(h + \frac{2}{3} r) r = a^2$. Il est facile de voir que la colonne saillante dans le cylindre est la double de celle de la colonne saillante entre deux lames parallèles distantes d'une quantité égale au diamètre du cylindre. Les deux masses fluides ont le même diamètre, et la même hauteur. On peut donc dire que la hauteur de la colonne saillante est la même dans les deux cas. C'est comme un fait général, et pour les lames d'une

formant un dièdre très aigu, l'axe est virtuel; & la phase



est la ligne qui les manille, le liquide s'élève entre ces 2 lames sous de hautes, & s'écoule

Prenons la direction de l'angle plan de l'axe virtuel

la ligne de liquide est perpendiculaire à l'axe de

dièdre. Considérons un élément M situé sur la manille

la distance MP est proportionnelle à la distance de M au plan, laquelle

distance est proportionnelle à la longueur $OP = x$.

D'où $y = \frac{K^2}{x}$ d'où $xy = K^2$. Le lieu des points

de même que qui se trouvent dans le plan considéré est une hyperbole dont

les asymptotes sont les droites ox & oy . On le vérifie expérimentalement.

Phénomènes de mouvement dus à la Capillarité.

Supposons un tube capillaire conique et introduisons une goutte de liquide de manière que cette goutte touche la paroi dans tout le contour, il y a alors deux cas à considérer.

1^{er} Cas Le liquide mouille le tube, mais nous verrons aussi



que la pression dans le tube est la même et plus

grande au menisque A que la pression dans le

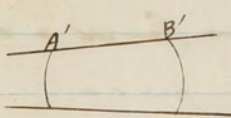
tube continu au menisque B; ce qui est évident

que le liquide s'élève d'autant plus que le menisque est plus petit;

il y a en outre un mouvement de la goutte liquide dans le sens

de la flèche.

2^e Cas. - Le liquide ne mouille pas le tube, alors les deux



lames menisques sont concaves. Les

lois de la dépression capillaire étant

les mêmes que celles de l'élévation,

(ou le déviant au moyen de deux tubes capillaires joint

l'un capillaire et l'autre gros) la dépression en A'

est due à une force plus considérable que la dépression

en B'; la goutte liquide s'éloignera donc vers la

partie la plus large.

Supposons deux lames parallèles et verticales, placées

dans le liquide qui le mouille; et supposons ces lames

mobiles perpendiculairement à leur plan, la pression

entre les deux lames est plus grande que la pression à

l'extérieur; par conséquent, il semblerait que les deux

lames devraient s'éloigner l'une de l'autre; mais il

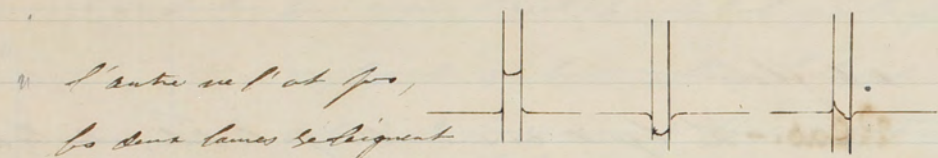
n'y a rien de tel: elles se rapprochent, à cause de la

force qui tend à soulever le liquide entre les lames.

Si les lames ne sont pas mouillées par le liquide,

les deux lames se rapprochent encore; ainsi

l'eff. si, de deux lames, l'une est mouillée et



L'autre se l'est par,
les deux lames se rejoignent

Théorème de Laplace. Laplace et Poisson ont cherché à évaluer la pression métrique que nous avons appelée B et B' , c'est-à-dire la pression sur la surface plane et une surface libre courbe. Ils ont trouvé pour B et B' une formule unique qui est :

$$B = K^2 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$$

R et R' étant les rayons de courbure principaux et K étant une constante qui ne dépend que de la nature des deux corps.

Appliquons cette formule au cas que nous avons considéré.

1^o Supposons un tube cylindrique, alors il y a écartement ou dépression mais sur toute la surface, la méninge est à l'écartement ; à ses deux extrémités, les rayons de courbure sont égaux, on a donc : $B = \frac{2K^2}{R}$

Si nous supposons la méninge soit une calotte sphérique, on aura : $r = R \cos \varphi$, $\varphi = \text{ang. d'arc}$ et par suite : $B = \frac{2K^2 \cos \varphi}{r}$ K et φ étant deux constantes, on voit que B est en raison inverse du sinus de l'arc.

de l'arc. Or, nous avons remarqué que B est proportionnel à l'écartement ou à la dépression ; donc ces dernières sont proportionnelles au rayon de l'arc. Nous retomber ainsi sur la première loi de Poisson.

Dans le cas de deux lames parallèles, la méninge est un cylindre dont l'axe est horizontale, et

$$\text{donc } R' = \infty \text{ et } \frac{1}{R'} = 0$$

et l'on a : $B = \frac{K^2}{R}$ et K admettant une valeur que la section de méninge est semblable à un cercle et en appelant D la distance des deux lames, on aura $\frac{D}{2} = R \cos \varphi$ d'où $B = \frac{2K^2 \cos \varphi}{D}$

Donc l'écartement ou la dépression entre les lames est en raison inverse de la distance des lames.

Remarquons que l'expression de B pour les cas de 2 lames ne diffère de celle de la surface cylindrique que par ce que D est remplacé par r :

Donc, l'écartement ou la dépression des cylindres est la même que l'écartement ou la dépression

L'équilibre, le qu'on
 étudie l'action de la force capillaire sur le liquide, les
 conditions de l'équilibre de liquide, dans des circonstances
 tenant compte de la pesanteur; M. Plateau s'est proposé
 de maintenir le liquide de l'action de la pesanteur,
 afin d'étudier l'équilibre de liquide sans l'action des
 forces capillaires; Pour cela, il a fait un mélange d'eau
 et d'alcool, de même densité que l'huile d'olive qu'il
 employait, puis il introduisait ce vin dans un mélange
 de gouttes d'huile; D'après le principe d'Archimède,
 la pression de bas en haut, est égale au poids de cette
 huile; elle se mettra ^{à l'équilibre} de l'action de la capillarité
 seule. Or, en chaque point, la pression que nous
 avons appelée B est représentée par: $B = K^2 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$
 Les surfaces spheriques qui limitent la goutte d'huile
 doivent donc satisfaire à l'équation:

$$(1) \quad \frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = C^{\text{te}} \quad \text{ce sont les surfaces (1)}$$

sont de figures de l'équilibre stable ou instable.
 La sphère est une de ces surfaces (1); l'expérience
 a montré que c'est la sphère qui est la figure de
 l'équilibre le plus stable, car c'est cette forme que
 prend une goutte d'huile.

Mais M. Plateau a obtenu beaucoup d'autres
 en amoncelant à point par des courbes

Si l'on mène par le centre de la goutte qui est sphérique
 une tige métallique verticale et qu'on tourne cette tige
 on constate que la sphère s'aplatit peu à peu qu'elle
 se courbe à ses pôles, et qu'à la fin, elle se réduit
 à un disque qui se déforme et qui continue à tourner
 autour de la tige.

