



701/1175 DOCUMENTS

DOCUMENTS DE LA CHAMBRE

Resp A pl B0222

# NOUVELLES RECHERCHES

SUR LES

# MOUVEMENS DU CAMPHRE

ET DE

## QUELQUES AUTRES CORPS

PLACÉS A LA SURFACE DE L'EAU ET DU MERCURE;

MÉMOIRE

Présenté à l'Académie des Sciences de Paris le 19 Avril 1841,

PAR

*MM. N. JOLY ET BOISGIRAUD AINÉ,*

PROFESSEURS A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE.



**PARIS**

CHEZ RORET, LIBRAIRE, RUE HAUTEFEUILLE, 10 BIS.

**TOULOUSE**

CHEZ LEBON, LIBRAIRE, RUE SAINT-ROME.

Mars 1842



NOUVELLES RECHERCHES

SUR LES

MOUVEMENTS DU CAMPIRE

ET DE  
QUELQUES AUTRES CORPS

PLACÉS A LA SURFACE DE L'EAU ET DU MERCURE;

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS LE 14 JUILLET 1811.

PAR  
M. M. VOULT ET ROUSSEAU D'AVIGNON

Le mouvement de la surface des liquides est un sujet qui a occupé les philosophes et les physiciens. On a cherché à expliquer les phénomènes qui se passent à la surface de l'eau et du mercure, et l'on a proposé différentes hypothèses. Les expériences de M. de Saussure ont été les premières qui aient été faites sur ce sujet. Elles ont prouvé que la surface des liquides est courbée, et que la courbure est plus grande pour les liquides qui ont une plus grande tension superficielle. Les expériences de M. Laplace ont été les premières qui aient été faites sur ce sujet. Elles ont prouvé que la surface des liquides est courbée, et que la courbure est plus grande pour les liquides qui ont une plus grande tension superficielle.

CHEZ ROBERT, LIBRAIRE, RUE HAUTEFENILLE, N. 20.

PARIS, M. D. CC. XI.

CHEZ LAPORTE, LIBRAIRE, RUE SAINT-BENOÎT, N. 10.



IMPRIMERIE DE LA CITÉ, RUE DE LA HARPE, N. 22.

## AVERTISSEMENT.

L'objet principal des recherches consignées dans cet écrit est de réfuter les théories émises par M. Dutrochet, dans ses *Mémoires sur la cause des mouvemens que présente le Camphre placé à la surface de l'eau, et sur la cause de la circulation chez le Chara* (1). Envoyé à l'Institut le 4 avril 1841, notre travail lui a été communiqué par l'un de ses secrétaires perpétuels dans la séance du 19 du même mois ; les conclusions en ont été insé-

(1) Voir les *Comptes-rendus* de l'Institut, 4, 41 et 48 janvier 1841.

rées dans les *Comptes-rendus* de cette séance. Ce Mémoire devait être l'objet d'un rapport : jusqu'à présent la commission chargée de l'examiner a gardé le silence. Cependant, indépendamment de l'intérêt qu'elle offre par elle-même, la question dont nous nous sommes occupés a acquis une nouvelle importance, par suite des débats qu'elle a fait naître au sein de l'Académie. Nous avons donc cru devoir insister afin d'obtenir le rapport qui nous avait été formellement promis. A cette occasion (séance du 28 février 1842), M. Dutrochet a pris la parole pour informer ses illustres confrères qu'il

« avait sous presse un ouvrage dans lequel  
» il discutait nos expériences, et montrait  
» qu'elles ne détruisaient en rien les explica-  
» tions qu'il avait données des mouvemens du  
» camphre et d'autres phénomènes (1) qui se  
» rattachent (selon lui) à la même cause d'ac-

(1) Parmi ces phénomènes, M. Dutrochet comprend aujourd'hui, non seulement la circulation des globules renfermés dans les méristhalles tubuleux du *Chara fragilis*, mais encore la circulation du sang chez les animaux.

» tion » (1). Cet ouvrage vient de paraître (2), et l'auteur a bien voulu nous en adresser un exemplaire. Nous nous sommes empressés de le lire, espérant y trouver *la réponse à nos objections* (3), ou du moins la *discussion* sérieuse que les journaux scientifiques nous avaient annoncée. Notre attente a été déçue. Nous avons vu seulement que M. Dutrochet a complètement renoncé à celles de ses idées théoriques que nous avons combattues, et qu'il adopte assez souvent les nôtres, sans indiquer toutefois la source où il les puise. Afin de revendiquer nos droits et de réparer l'oubli de M. Dutrochet, nous tenons à rappeler ici que notre travail a précédé d'une année le dernier ouvrage du savant auteur de la découverte de *l'Endosmose*. C'est pour le même motif que nous livrons notre Mémoire à la publicité.

(1) Voir les *Comptes-rendus*, séance du 28 février 1842.

(2) *Recherches physiques sur la force éipolique*. Paris, 1842.

(3) Voir le journal *l'Institut*, N.º du 3 mars 1842.

Les recherches récentes de M. Dutrochet sont relatives à un ordre de faits en général trop différens de ceux que nous avons nous-mêmes étudiés, pour que nous nous croyions obligés de le suivre sur le terrain qu'il a choisi. Nous nous bornerons à dire que la plupart des phénomènes mentionnés dans son livre, nous paraissent dus à de simples attractions moléculaires. Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire de désigner par un nom nouveau la force qui les produit.

Toulouse, 24 mars 1842.

# MÉMOIRE

SUR

## LES MOUVEMENS DU CAMPHRE

PRÉSENTÉ

A L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS LE 19 AVRIL 1841.



Dans un mémoire présenté le 9 mars 1841 à l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, l'un de nous ( M. Joly ) s'était déjà occupé de rechercher la cause des mouvemens du camphre placé à la surface de l'eau, et ses observations l'avaient amené à rejeter la plupart des idées théoriques récemment émises à ce sujet par un membre distingué de l'Institut. De nouvelles expériences faites en commun sont venues confirmer de plus en plus l'exactitude des résultats qu'il avait annoncés, et c'est le fruit de ce travail que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

Nous avons soigneusement consulté les Mémoires publiés par les différens auteurs qui, à notre connaissance, ont traité de cette matière (1); nous avons répété presque toutes les expériences mentionnées par Romieu (2), Bénédicte Prévost (3), Venturi (4), Carradori (5), Sérullas (6), Matteucci (7) et M. Dutrochet (8). Or, nous nous sommes convaincus que, pour obtenir des résultats constans et invariables, il est indispensable de prendre des précautions minutieuses que nous croyons devoir indiquer tout d'abord, et dont B. Prévost avait déjà fait pressentir la nécessité (9).

La surface des vases et des différens objets qu'on emploie pour ces expériences, est généralement recou-

(1) Nous nous empressons de réparer une omission involontaire relative à un mémoire de M. Biot, inséré dans l'ancien Bulletin des sciences de la Société philomathique de Paris ( tom. III, pag. 42 ). Nous regrettons d'autant plus vivement de n'avoir pas eu connaissance de ce travail à l'époque où nous avons envoyé le nôtre à l'Institut, que les idées du savant académicien seraient venues plus d'une fois à l'appui de celles que nous avons émises.

(2) Mém. de l'Acad. des sciences, 1756.

(3) Annal. de Chimie, tom. XXI, XXIV et XL.

(4) Annal. de Chimie, tom. XXI.

(5) Annal. de Chimie, tom. XXXVII et XLVIII.

(6) Journal de Physique, tom. XCI, pag. 172.

(7) Annal. de Physique et de Chimie, tom. LIII.

(8) Comptes-rendus, 4, 11, 18 janvier 1841.

(9) Annal. de Chimie, tom. XXIV, pag. 31, et tom. XL, pag. 27.

verte d'une légère couche de substance étrangère, très probablement de nature grasse ou huileuse. Des lavages répétés à l'eau froide ou chaude ne suffisent pas pour les nettoyer entièrement ; il faut avoir recours à des moyens plus énergiques. Nous avons obtenu de très bons effets des acides sulfurique ou nitrique étendus ou concentrés, à l'emploi desquels nous faisons succéder le lavage à l'eau froide. Nous avons soin d'essuyer nos appareils avec un linge blanc de lessive, qui ne servait qu'à cet usage et que nous renouvelions souvent, parce que, imprégné des émanations des doigts, il salissait les vases, au lieu de les nettoyer. Quelquefois même, après avoir essuyé nos vases, nous étions obligés de les laver à grande eau, afin d'éviter, autant que possible, toutes les causes d'erreur. Nous apportons surtout l'attention la plus scrupuleuse à ne pas les toucher avec les doigts, dont les émanations, comme nous l'avons déjà fait observer pour le linge, auraient détruit l'effet du nettoyage. Toutes ces précautions étaient rigoureusement indispensables lorsque nous nous servions de vases ou de tubes de verre ; car il est extrêmement difficile de rendre ces vases entièrement propres. Ce n'était qu'au moment où l'eau en mouillait uniformément les parois, que nous nous décidions à commencer nos diverses expériences. Tel est, en effet, le signe auquel on reconnaît que le verre est à peu près entièrement débarrassé des matières grasses ou huileuses qui le salissaient. On peut encore nettoyer

les vases vitreux ou métalliques en les soumettant à une haute température, qu'il est quelquefois nécessaire de porter jusqu'au rouge.

Si l'on veut conserver propres les appareils que l'on vient de nettoyer avec tant de peine, il faut les tenir constamment remplis d'eau. La poussière et les émanations de toute espèce qui sont mêlées à l'air des appartemens, suffisent pour introduire dans les expériences des causes graves d'erreur.

On conçoit donc combien il est important de tenir compte, dans les manipulations délicates, des substances étrangères adhérentes à la surface des corps qu'on emploie. Les opérations photographiques en sont la preuve incontestable. Personne n'ignore les difficultés qu'on éprouve dans la préparation des plaques daguerriennes, qui, de même que nos vases, ne sont complètement nettoyées qu'au moment où l'eau en mouille uniformément la surface. Peut-être les phénomènes de passivité électrique observés par M. Schœnbein sont-ils influencés par la cause que nous venons de signaler; mais, n'ayant fait à cet égard aucune expérience, nous nous abstenons de prononcer.

Après avoir fait connaître tous les soins de propreté que nous avons été obligés d'apporter dans nos expériences, nous allons exposer :

1.° Les résultats que nous avons obtenus en plaçant successivement le camphre sur l'eau et sur le

mercure, et en agissant avec toutes les précautions indiquées.

2.<sup>o</sup> Nous parlerons ensuite des modifications que présentent les phénomènes soumis à notre étude, quand on néglige ces précautions.

3.<sup>o</sup> Nous rechercherons la cause de ces phénomènes, et nous tâcherons de prouver qu'ils sont *purement physiques*.

4.<sup>o</sup> Enfin, nous ferons connaître les résultats obtenus avec quelques substances différentes du camphre.

### § I.

#### MOUVEMENS DU CAMPHRE PLACÉ A LA SURFACE DE L'EAU OU DU MERCURE DANS DES CONDITIONS RIGOREUSES DE PROPRETÉ.

Nos premières expériences ont été faites dans des capsules de verre *plates, concaves et convexes*, et à moitié remplies d'eau. *Le camphre y a exécuté les mouvemens décrits par plusieurs observateurs, et il les a continués quand les vases ont été totalement remplis, soit que l'eau ajoutée eût été versée brusquement, soit qu'elle eût été introduite au moyen d'un entonnoir terminé par un tube effilé, ou avec une pipette à long bec, c'est-à-dire sans collision, pour nous servir de l'expression adoptée par M. Dutrochet. Nous avons obtenu des résultats identiques*

*en employant des soucoupes de porcelaine et des vases de platine, de plomb, etc., préalablement nettoyés avec le plus grand soin* (1).

Les mouvemens du camphre ont également eu lieu à toutes les profondeurs dans des éprouvettes de 0<sup>m</sup> 50 à 0<sup>m</sup> 17 de hauteur, sur un diamètre de 0<sup>m</sup> 10 à 0<sup>m</sup> 03. Cependant nous avons versé le liquide *sans la moindre collision*, car nous l'introduisons par les moyens précédemment cités. Dans l'une de ces expériences, afin d'éviter autant que possible l'agitation du liquide, nous nous sommes servis d'une éprouvette à dessécher les gaz (fig. 1), munie d'un tube latéral A, aboutissant à une tubulure inférieure horizontale B, au-dessus de laquelle se trouvait un étranglement C. C'est par le tube latéral que le liquide était versé pour élever le niveau à toutes les hauteurs. Pour abaisser ce même niveau, il suffisait d'incliner le tube en le faisant tourner dans le bouchon par lequel il s'adaptait à la tubulure.

Non seulement le camphre s'est agité à toutes les hauteurs dans les éprouvettes convenablement nettoyées; il a même continué ses mouvemens dans ces vases, lorsque nous y avons plongé des corps vitreux ou métalliques nettoyés avec un égal soin. Nous nous sommes

(1) Nous faisons imprimer en italique les passages relatifs aux points principaux sur lesquels nous étions en désaccord avec M. Dutrochet.

servis, pour ces expériences, de tubes de verre pleins ou creux, de boules de verre et de porcelaine, de lames de zinc, de platine, de fer, etc. *Les doigts eux-mêmes n'ont point interrompu le mouvement, lorsqu'ils venaient d'être lavés d'abord avec l'ammoniaque, et ensuite à grande eau.*

Quant à l'influence de la température, nous croyons pouvoir établir en principe que, dans tous les vases convenablement nettoyés, elle favorise la giration du camphre. Nous n'avons observé à cet égard aucune différence entre les effets produits par la chaleur artificielle et ceux qui sont dus à la chaleur solaire. Bien plus, l'élévation de la température du liquide au moyen de la flamme d'une lampe à alcool, a rétabli les mouvemens de la substance odorante, lorsqu'ils étaient arrêtés par des causes que nous examinerons bientôt.

Mais occupons-nous auparavant des mouvemens du camphre placé à la surface du mercure.

Il est extrêmement difficile de rendre ce métal assez propre pour éviter, d'une manière complète, l'influence des matières étrangères. Voici le procédé que nous avons suivi.

Nous avons pris du mercure distillé; nous l'avons laissé longtemps en contact avec de l'acide sulfurique concentré, en ayant soin de l'agiter de temps en temps; puis, nous avons enlevé la plus grande partie de l'acide sulfurique, et jeté le métal dans un vase contenant de la chaux vive en poudre; enfin, nous l'avons fait passer

à travers un filtre percé de quelques petits trous dans sa partie inférieure.

Nous insisterons encore ici sur les précautions minutieuses indispensables à la réussite complète de nos expériences. Ainsi, nous avons toujours évité de toucher avec les doigts l'entonnoir, le papier à filtrer, les vases destinés à recueillir le mercure, l'extrémité des pinces employées pour saisir le camphre; le plus souvent même, nous nous sommes servis, pour ce dernier objet, d'allumettes fréquemment appointées. Nous avons porté le scrupule jusqu'à plier nos filtres avec des couteaux de bois récemment râclés. Enfin, nous avons pris la précaution de nous laver souvent les mains avec une faible solution d'ammoniaque, et de faire succéder à ce premier lavage un autre lavage à grande eau.

Le mercure offre un avantage précieux sur les autres liquides, en ce qu'on peut s'assurer de l'état de sa surface au moyen de l'insufflation de l'haleine. La vapeur s'y condense instantanément et la ternit d'une manière uniforme s'il est d'une propreté parfaite; elle y forme des taches diversement nuancées et plus persistantes s'il est sali par des corps étrangers.

Dans le premier cas, la rotation du camphre se manifeste toujours, et le plus souvent, avec une grande vivacité; dans le second, elle est plus ou moins affaiblie, quelquefois même nulle. Lorsque la rotation a lieu, les petits fragmens de camphre décrivent à la

surface du métal des courbes multipliées, spiraloïdes, entrecroisées dans tous les sens. Leurs mouvemens ressemblent assez à ceux des animalcules spermatiques examinés au microscope. Ce qui rend la ressemblance plus complète encore, c'est que les émanations volatiles laissent autour des particules de camphre des espaces libres de vapeurs, dont la forme est tout à fait analogue à celle des zoospermes. Rien n'est plus curieux que de voir ces particules descendre et remonter successivement les courbures fortement prononcées que présente le mercure près des bords du vase qui le contient. Notons enfin qu'en élevant la température de ce métal, on accélère les mouvemens qui ont lieu à sa surface, comme nous l'avons déjà fait observer pour l'eau.

Quant à l'humidité de l'haleine, elle est absolument ici sans influence, bien que Bénédicte Prévost (1) ait avancé qu'elle suffit pour frapper le camphre d'une complète immobilité. L'eau elle-même, déposée goutte à goutte à la superficie du mercure, n'empêche pas cette essence concrète d'exécuter sur ce métal ses mouvemens accoutumés.

Bien plus, des fragmens de camphre placés sur l'eau que nous avons versée dans l'espace de sillon formé par les parois du vase et la convexité du métal, cir-

(1) Annal. de Chimie, tom. XL, pag. 18.

culaient rapidement sur l'anneau liquide dont nous venons de parler.

Nous reviendrons sur ces résultats dans la seconde et la troisième partie de ce mémoire.

## § II.

### MODIFICATIONS DES RÉSULTATS PRÉCÉDENS PAR LE DÉFAUT DE PROPRETÉ.

En indiquant les précautions minutieuses qu'il faut employer pour obtenir des résultats invariables dans les expériences dont nous venons d'avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, nous avons déjà fait pressentir que nous sommes disposés à admettre l'existence de matières de nature très probablement huileuse, qui salissent les parois des vases dont on se sert même pour la première fois. — Nous allons tâcher de mettre cette idée à l'abri de toute contestation.

Pour y parvenir, nous étudierons d'abord les phénomènes qui se produisent dans des vases propres, imprégnés à dessein de matières étrangères.

Une soucoupe de porcelaine présentait à toutes les hauteurs le mouvement du camphre sur le liquide qu'on y versait; en y portant une très petite goutte d'huile d'olives suspendue à la pointe d'une aiguille, nous avons vu la giration subitement arrêtée, et la surface

de l'eau se couvrir le plus souvent d'une mince pelli-  
cule irisée. — Du reste, cette expérience n'est pas  
nouvelle; elle a déjà été faite par MM. Bénédicte Pré-  
vost, Carradori et Dutrochet (1).

Nous avons répété cette expérience avec une éprou-  
vette de 20 ° de profondeur, sur un diamètre de 4 °,  
dans laquelle le camphre se mouvait également, quelle  
que fût la hauteur de la colonne liquide. La goutte  
d'huile y a produit les effets que nous venons de dé-  
crire pour la soucoupe de porcelaine. Lorsque nous  
soutirions une partie du liquide au moyen d'une pi-  
pette à long bec, le niveau se trouvant abaissé, le  
camphre reprenait peu à peu un mouvement, qui de-  
venait d'autant plus vif que le liquide s'abaissait da-  
vantage. Si nous ajoutions de nouvelle eau, la rotation  
ne tardait pas à s'arrêter, pour continuer de nouveau  
lorsqu'on enlevait encore une partie du liquide.

L'explication se présente d'elle-même: il est évident  
que l'abaissement de niveau de la colonne aqueuse dé-  
terminait le dépôt de la couche huileuse le long des  
parois du vase, et permettait conséquemment la gira-  
tion en nettoyant ainsi la surface liquide. L'addition  
d'une nouvelle quantité d'eau étendait l'huile sur cette  
même surface; *de là, la suspension des mouvemens.*

(1) Il nous arrivera quelquefois, dans le cours de ce Mé-  
moire, de rapporter à l'appui de nos idées des observations  
généralement connues, et dont nous nous dispenserons,  
pour ce motif, de citer les auteurs.

Si nous voulions rétablir la rotation du camphre dans une éprouvette où la goutte d'huile l'avait arrêtée, indépendamment du moyen que nous venons d'indiquer, nous en avons d'autres tout aussi simples qui ne manquaient jamais de réussir; ils consistaient à nettoyer la superficie de la masse aqueuse avec du papier sans colle, ou bien à remplir l'éprouvette *avec* ou *sans collision*, de manière à produire le déversement d'une plus ou moins grande quantité de liquide. Ce procédé nous était d'une grande utilité, toutes les fois que nous voulions obtenir le mouvement du camphre, sans avoir recours aux précautions minutieuses dont il a été précédemment question. Ajoutons cependant que les vases nettoyés avec le papier Joseph ou par déversement, sont loin de donner des résultats constans à toutes les hauteurs du liquide qu'on y verse. Aussi est-il indispensable de les soumettre de nouveau à l'action des agens chimiques dont nous avons conseillé l'emploi.

On vient de voir que l'huile d'olives, en quantité presque imperceptible, suffit pour arrêter la giration.

Toute substance liquide, de nature grasse ou huileuse, en quantité plus minime encore, produit absolument le même résultat, comme l'avait d'ailleurs observé Venturi (1). Ainsi, nous avons pu frapper le camphre d'immobilité en plongeant dans le liquide où

(1) Annal. de Chimie, tom. XXI, pag. 268.

il s'agitait l'extrémité d'un cheveu, des fils, des lames métalliques, des tubes de verre frottés ou simplement touchés avec les doigts, quelquefois seulement essuyés avec des linges propres, du moins en apparence. A plus forte raison, l'immersion du doigt produit-elle de semblables effets.

Dans tous ces cas, on rétablit les mouvemens suspendus par les procédés déjà employés pour enlever l'huile d'olives.

Nous avons dit que la surface des corps, et surtout celle des substances vitreuses, se trouve habituellement recouverte d'une légère couche de nature huileuse, et c'est dans cette conviction que nous avons employé les soins de propreté que nous avons si souvent indiqués.

Nous constaterons bientôt d'une manière irrécusable la présence de cette matière huileuse; mais auparavant portons notre attention sur quelques phénomènes, la plupart bien connus, qui, nous le pensons du moins, viendront à l'appui de nos assertions.

L'art du lithographe nous fournit un exemple frappant, qui prouve avec quelle persistance certaines matières étendues en couches minces adhèrent à la surface des corps. Ainsi, dans la préparation des pierres, l'action de l'acide nitrique affaibli détermine la formation d'un nitrate de chaux. Or, on sait que ce sel est très déliquescent, et cependant le lavage à grande eau ne parvient jamais à l'enlever complète-

ment; il reste comme un vernis qui empêche l'encre du rouleau de prendre sur la partie qu'il recouvre. Mais si l'on gratte quelques points de la pierre, et que l'on se contente de mouiller la partie grattée sans la soumettre de nouveau à l'action de l'acide, l'encre du rouleau prendra infailliblement sur cet endroit, qui n'est plus défendu par le vernis protecteur de nitrate de chaux, et formera une tache sur l'épreuve.

Les soins qu'il faut apporter à la construction des baromètres, nous fournissent un autre exemple non moins frappant que le premier.

Quelles que soient les précautions employées dans la construction de ces instrumens, il reste presque toujours sur les parois des tubes barométriques, préparés à la lampe d'émailleur, une petite quantité d'huile qui détermine l'extinction du mercure, comme l'a observé M. Gay-Lussac (1).

C'est probablement à une cause analogue, et non à l'oxidation, qu'il faut attribuer la ternissure de la surface du métal dans nos appartemens. En effet, dans les lieux habités, une foule d'émanations animales se mêlent à l'air qu'ils contiennent, et sont rendues très sensibles par les odeurs désagréables qu'on respire dans les lieux où un grand nombre de personnes se trouvent réunies.

(1) Annal. de Chimie et de Physique, tom. 1, pag. 114.

Les vitres, les glaces, les métaux polis, se couvrent, comme on sait, de vapeurs condensées qui les salissent; preuve évidente que ces vapeurs ne sont point de l'eau pure.

La main qui trace des caractères sur le papier y laisse, dans l'été surtout, une émanation grasse qui empêche l'encre de s'écouler de la plume.

Certaines matières odorantes adhèrent avec une si grande tenacité aux corps qui en sont une fois imprégnés, que souvent elles sont encore sensibles, malgré les moyens les plus actifs mis en usage pour les détruire. De ce nombre sont la plupart des essences végétales, le musc, les liqueurs que plusieurs insectes laissent échapper au moment où on les saisit, etc.

A l'appui de nos idées, nous citerons encore les expériences de M. Casbois, principal du collège de Metz (1). Ce physicien a cherché à démontrer que l'humidité est la seule cause qui s'oppose à l'ascension du mercure dans les espaces capillaires.

Pour déterminer cette ascension, il a été obligé de soumettre ses appareils et le mercure qu'ils contenaient à l'action de la chaleur; et ce n'est qu'après y avoir fait bouillir sept ou huit fois le métal, qu'il est parvenu au but qu'il se proposait.

Casbois pense qu'en agissant ainsi, il n'a fait que dessécher ses tubes; et cependant il a observé que

(1) Diction. Encyclop., supplément, tom. iv, pag. 941.

leurs parois intérieures étaient salies, ce qui semble indiquer la décomposition d'une matière différente de l'eau pure.

Enfin, dans son intéressant Mémoire sur les effets de la compression des gaz au moyen du briquet pneumatique (1), M. Thénard a prouvé, d'une manière incontestable, que les corps gras qui imprègnent le piston et les parois du tube, émettent des vapeurs dont la combustion est la seule cause de la lumière produite dans ces expériences.

Les résultats que nous avons obtenus sur le mercure, sont venus donner une éclatante confirmation à nos idées. La surface de ce métal se recouvre en effet, avec une grande facilité, des émanations des corps qu'on y dépose, et ces émanations huileuses y forment des couches excessivement minces, que nous avons pu rendre visibles à l'aide de l'haleine condensée.

Ainsi, un cheveu y répand à l'instant même une pellicule d'huile qui repousse vivement la couche de vapeurs, et en condense souvent une partie en gouttelettes argentées. Cette expansion de la matière grasse est immédiatement suivie de la suspension des mouvements de la substance odorante.

On concevra aisément qu'on obtient à plus forte raison les mêmes résultats, si l'on se sert d'un corps imprégné d'huile d'olives.

(1) *Annal. de Chimie et de Physique*, tom. XLIV, p. 181.

Les fils, les lames, les tubes vitreux ou métalliques imparfaitement nettoyés, qui arrêtent la rotation du camphre sur l'eau, produisent aussi des taches sur le mercure.

Ces effets sont encore plus marqués lorsqu'on pose le doigt à la superficie brillante de ce métal, comme on aurait pu d'ailleurs le prévoir, en se rappelant ce qui se passe quand on touche avec la main les substances polies. On observe alors sur le bain métallique une espèce de dessin représentant les intervalles des papilles nerveuses; ce dessin s'agrandit, et recouvre bientôt toute la surface du bain.

Les vases mal nettoyés, ou ceux qu'on a seulement touchés avec les doigts, laissent échapper de leurs parois une matière grasse, qui devient visible à la surface du mercure par les taches qu'elle forme sous l'action de la vapeur pulmonaire.

M. Dutrochet, dans ses Mémoires sur le sujet qui nous occupe, cite (1) une expérience curieuse que nous avons répétée, et qui offre quelque analogie avec celle que nous allons décrire.

Ayant placé sur le mercure bien nettoyé une grosse goutte d'eau qui s'y est maintenue convexe et arrondie, nous avons plongé dans cette goutte l'extrémité d'un cheveu. A l'instant même, la petite masse aqueuse

(1) Comptes-rendus, séance du 4 janvier 1841, pag. 8, art. 12.

s'est étendue et aplatie, et une matière grasse s'est répandue à la surface du bain métallique. Nous avons aussi observé, en faisant cette expérience, que les mouvemens du camphre qui tournait à la superficie du mercure, ont été suspendus par l'action du cheveu. L'inverse n'a pas lieu, c'est-à-dire que le cheveu placé sur le métal, tout en frappant d'immobilité le corps volatil qui s'y meut, ne produit pas ordinairement cet effet sur le camphre qui s'agite sur la goutte d'eau.

### § III.

#### CAUSES DES MOUVEMENS DU CAMPHRE A LA SURFACE DE L'EAU ET DU MERCURE.

Les causes des mouvemens que présentent le camphre et quelques autres substances placées à la surface de l'eau et du mercure, ont été l'objet de plusieurs travaux remarquables, au nombre desquels nous plaçons en première ligne les Mémoires récemment publiés par M. Dutrochet. Les résultats qu'annonce ce savant académicien ont excité si vivement notre intérêt, que nous nous sommes empressés de répéter toutes ses expériences. Nous les avons généralement trouvées d'une exactitude parfaite; mais, après une étude approfondie de ces curieux phénomènes, nous

avons été amenés à les interpréter d'une manière bien différente.

Nous allons exposer les faits les plus saillans sur lesquels se base notre manière de voir. Il nous paraît inutile de décrire ici les mouvemens du camphre placé à la surface de l'eau, mouvemens si bien décrits déjà par M. Dutrochet. Aussi nous occuperons-nous immédiatement des causes de ce phénomène. Nous l'étudierons d'abord en employant des substances qui offrent avec le camphre une grande analogie d'effets, et dont le mode d'action nous semble incontestable.

Jetons à la surface de l'eau du charbon de bois réduit en poudre; nous le verrons s'étendre en plaques très minces sur le liquide, avec lequel il tranche fortement par sa couleur foncée. Les parties les plus denses iront seules au fond du vase, et l'on pourra examiner plus facilement les effets que nous allons décrire. Que l'on présente à ces parcelles de charbon le bout d'une baguette de verre ou de bois portant une petite pelote de coton préalablement trempée dans la térébenthine, l'alcool, l'éther, et en général dans toute autre substance très volatile; si l'on opère avec l'éther sulfurique, on verra les corps légers dont nous parlons brusquement repoussés à distance, et, en faisant mouvoir la baguette, on obtiendra, même de très loin, des cercles qui s'entrecroiseront, pour ainsi dire, au gré de l'observateur. Que l'on plonge peu à peu la boule de coton dans l'eau où flottent les particules de charbon,

et si le vase est circulaire et qu'on fasse varier le lieu d'immersion, l'on apercevra des courans tout à fait semblables à ceux qui se produisent autour du camphre, lorsqu'il est fixé au bord ou vers le centre de ce vase. On obtiendrait des effets analogues avec les corps précédemment cités.

Pour imiter d'une manière parfaite les mouvemens que le camphre libre exécute, et ceux qu'il imprime aux corps légers qui flottent avec lui, il suffit d'entourer de coton une petite boule de liége, de la tremper dans l'éther, et de l'abandonner à elle-même sur la surface liquide. Alors on verra le liége ainsi préparé tourner sur lui-même, s'avancer çà et là, et faire décrire aux particules de charbon des courbes plus ou moins multipliées, jusqu'à ce qu'enfin l'évaporation du liquide qui imbibe le coton ait à peu près entièrement cessé.

Personne ne nous contestera, nous l'espérons du moins, que les effets que nous venons d'observer ne soient dus à l'évaporation des corps volatils employés.

Si nous reproduisons identiquement ces effets avec le camphre, pourra-t-on douter qu'ils ne soient dus à la même cause ?

Pour atteindre ce but, suspendons au bout d'un fil de soie un assez gros morceau de cette essence concrète, de manière que le fragment se trouve placé à un ou deux millimètres au-dessus des plaques charbonneuses disséminées à la surface de l'eau ; nous verrons

les particules qui les composent s'écarter tout à coup les unes des autres, et imiter ainsi le pointillé de la gravure; les plaques elles-mêmes s'éloigneront de la substance odorante, et formeront au-dessous d'elle une courbe fermée, dont la périphérie, toujours en rapport avec la forme du morceau du camphre, pourra être modifiée dans tous les sens, en agitant de côté ou d'autre le fragment suspendu.

Carradori a donc eu tort de prétendre que le camphre n'est susceptible d'aucun mouvement spontané, et qu'il n'en saurait imprimer non plus aux corps légers flottans sur l'eau, à moins qu'il ne touche immédiatement ce liquide (1).

L'assertion de Bénédicte Prévost n'est pas mieux fondée, quand il avance qu'on ne peut pas faire mouvoir des corps suspendus à des cheveux en leur présentant de l'éther ou du camphre (2).

Nous nous sommes convaincus du contraire, en plaçant au bout d'un cheveu ou d'un fil de soie une bande de papier très fin, qui offrait aux vapeurs une assez large surface pour que leur effet fût sensible à la vue.

Enfin, si l'opinion de M. Dutrochet à l'égard des courans qu'il a observés était exacte, ces courans devraient encore avoir lieu lorsque le camphre qui, selon lui, les produit en vertu d'une électricité particulière,

(1) Annal. de Chimie, tom. xxxvii, pag. 45.

(2) Annal. de Chimie, tom. xxiv, pag. 51.

serait entièrement plongé sous le liquide. *Or, l'expérience directe prouve qu'il n'en est rien.*

Les effets dont il vient d'être question *sont dus évidemment à la force répulsive des vapeurs émanées du camphre.* Ceux qui suivent doivent être aussi attribués à la même cause.

Que l'on verse dans une large soucoupe une faible quantité d'eau, et qu'on dépose à la surface du liquide quelques pincées de poussière de charbon : comme nous l'avons déjà dit, celle-ci reste en grande partie sur l'eau, où elle forme des taches plus ou moins étendues ; mais il y a toujours quelques parcelles qui gagnent le fond du vase. Or, si l'on approche des premières un fragment de camphre en le tenant vers le milieu de la soucoupe, on les voit s'écarter circulairement les unes des autres, tandis que les secondes vont se grouper vers le centre du vase. Si l'on immerge à moitié le fragment de camphre, en serrant avec de petites pinces la portion non immergée, à l'instant du contact de la substance odorante avec l'eau, les parcelles charbonneuses de sa surface sont repoussées avec énergie vers les bords de la soucoupe, celles du fond convergent vers le centre ; et si l'immersion continue, les ondes se succèdent plus rapides, plus multipliées que dans le cas où le camphre est simplement tenu à distance du liquide.

La raison de cette différence est facile à saisir. Au moment de l'immersion, l'évaporation du camphre,

ainsi que l'a déjà démontré Venturi (1), devient plus rapide à la surface d'affleurement; ce qui tient, sans aucun doute, à ce que la tension des vapeurs aqueuses s'ajoute à celle des vapeurs camphoriques, pour lutter plus efficacement contre la pression de l'atmosphère. De là, le mouvement de brusque propulsion imprimé aux corps légers flottant sur l'eau, et aux couches superficielles de l'eau elle-même; de là, les contre-courans qu'on observe dans les couches inférieures; de là aussi, l'espèce d'attraction simulée exercée sur les corps suspendus au sein du liquide; et comme les mêmes actions se renouvellent sans cesse, de là, enfin, les courans circulatoires si bien décrits par M. Dutrochet.

Peut-être, après avoir examiné ces courans si variés, sera-t-on disposé à croire que la force impulsive des vapeurs du camphre est insuffisante pour les produire. On pourrait, il est vrai, admettre au nombre des causes qui déterminent ce phénomène, un dégagement d'électricité dû à la volatilisation, et rendu assez probable par les mouvemens brusques d'attraction et de répulsion successives qu'exécutent parfois des parcelles charbonneuses isolées; mais cette cause est des plus secondaires, car il est impossible de concevoir que le camphre reste dans un état de tension électrique permanent, au milieu d'un liquide aussi conducteur que l'eau. D'ailleurs, nous avons pu reproduire, par un

(1) Annal. de Chimie, tom. XXI, pag. 263.

moyen tout mécanique, le phénomène qui vient d'être décrit; il suffit, pour y parvenir, de souffler avec un chalumeau, soit obliquement sur les bords du vase, soit perpendiculairement à la surface du liquide.

Lorsque le camphre s'agite librement sur l'eau, les mouvemens des corps flottans qui l'environnent sont toujours dus aux mêmes causes; mais ils sont modifiés par le déplacement continu de la substance odorante.

Quant à la progression du camphre et à sa rotation sur lui-même, aucune des explications données par les auteurs qui ont étudié ces phénomènes n'est complètement satisfaisante.

Celle que nous croyons devoir proposer est entièrement fondée sur le développement des vapeurs camphoriques. Au moment où elles se produisent, celles-ci exercent sur le corps d'où elles émanent une action de recul tout à fait semblable à celle qui se manifeste dans l'explosion d'une fusée, d'une arme à feu, ou d'un soleil pyrotechnique, comme le disent MM. B. Prévost et Dutrochet. Les effluves continuelles qui s'échappent du camphre, en s'appuyant sur lui, donnent lieu à des pressions diverses. Les composantes ou parties de ces pressions qui agissent verticalement, ne tendent qu'à enfoncer dans le liquide la substance odorante, tandis que celles qui agissent dans le sens horizontal peuvent, selon les circonstances, amener les résultats suivans :

1.<sup>o</sup> Si ces forces se font équilibre, cet équilibre est instable, et la cause la plus légère suffit pour le troubler.

2.<sup>o</sup> Si leur résultante passe par le centre de gravité du fragment de camphre, ce fragment prendra un mouvement de translation, susceptible d'être modifié par les actions capillaires des parois du vase et des corps qui se trouveront sur son passage.

3.<sup>o</sup> Le mouvement deviendra simplement giratoire, lorsque les composantes se réduiront à une force tangentielle ou à un couple unique.

4.<sup>o</sup> Enfin, il y aura tout à la fois translation et giration, quand ces forces auront une résultante qui ne passera pas par le centre de gravité du corps mobile. Aussi, remarque-t-on que le mouvement devient constamment giratoire, quand les parcelles de camphre se réunissent à de petits corps étrangers. — Il est inutile de dire que la résistance du liquide sur lequel les mouvemens ont lieu intervient dans tous ces résultats.

L'évaporation suffit donc pour expliquer les mouvemens du camphre; bien plus, ces deux phénomènes sont tellement dépendans l'un de l'autre, qu'ils ont toujours lieu simultanément. Voici quelques expériences qui le prouvent de la manière la plus incontestable.

La première, due à Venturi (1), a été répétée par plusieurs observateurs, et nous l'avons reproduite nous-mêmes avec succès. Elle consiste, comme on sait, à lester une colonne de camphre, et à la plonger dans une masse d'eau peu profonde, de manière à

(1) *Annal. de Chimie*, tom. XXI, pag. 263.

laisser sa partie supérieure libre au-dessus de la surface. Quand celle-ci est assez propre pour que le mouvement des parcelles odorantes y ait lieu, on voit, au bout d'un certain temps, la colonne s'étrangler dans ses points de contact avec la superficie du liquide, et finir par se couper entièrement.

L'expérience qui suit, et qui nous appartient, est, en quelque sorte, la contre-épreuve de la précédente. Tout étant disposé de la même manière, qu'on frappe d'immobilité, par un moyen quelconque, les petits fragmens de camphre qui se meuvent à la surface de l'eau, et la colonne ne se divisera plus.

Il est plus facile encore de constater la coïncidence de la cause et de l'effet précités, lorsqu'on expérimente avec le mercure. Quand le mouvement y a lieu, les vapeurs camphoriques repoussent au loin, ainsi que nous l'avons déjà dit, l'humidité de l'haleine condensée. Si, au contraire, le mouvement est suspendu, l'humidité reste visible et adhérente à la surface du métal, même dans les points les plus rapprochés du fragment volatil.

Une nouvelle preuve de la simultanéité de l'évaporation et des mouvemens du camphre, résulte de ce fait : que si l'on bouche un tube étroit en grande partie plein d'une eau où se meut cette essence concrète, on verra bientôt celle-ci s'arrêter par suite de la suspension du dégagement des vapeurs. Il est bien évident que, dans ce dernier cas, cette suspension est due à

l'état de saturation de l'espace très limité dans lequel se répandent les émanations camphoriques.

Mais on nous demandera, sans doute, comment agissent les substances huileuses pour arrêter l'évaporation du camphre. Voici une expérience propre à donner la solution de cette petite difficulté.

Que l'on dépose une gouttelette d'huile d'olives à la surface de l'eau où le camphre exécute ses mouvemens; cette huile s'étendra d'abord à la surface du liquide, emprisonnera le fragment volatil, montera par capillarité bien au-dessus de la ligne d'affleurement, et par conséquent empêchera l'évaporation dans la portion couverte d'huile. Or, cette portion est précisément celle qui émettait les vapeurs les plus efficaces. Ajoutez, à l'appui de cette considération, que l'huile, en raison de sa viscosité, formera un nouvel obstacle au mouvement du camphre. Il est d'ailleurs facile de s'assurer que le liquide huileux a réellement recouvert une partie de la surface du corps odorant, puisque ce liquide devient sensible sur le papier Joseph, dans lequel on presse légèrement le fragment qui en est imprégné. D'après ce qui précède, on conçoit que la rotation pourra être arrêtée par tout liquide qui mouillera la substance volatile placée à sa surface.

Rappelons en peu de mots les explications des principaux auteurs qui se sont occupés avant nous de la cause des mouvemens du camphre, et faisons voir en quoi elles diffèrent de la nôtre. Les idées de Bénédic

Prévost sont celles qui se rapprochent le plus de celles que nous avons émises (1). Mais, outre que les expressions de cet habile physicien ne sont point assez précises pour qu'on ait pu saisir entièrement le fond de sa pensée, il est à remarquer qu'il se contredit de la manière la plus formelle. En effet, dans l'extrait de son premier Mémoire, inséré aux Annales de Chimie, tom. XXI, nous lisons, pag. 255, le passage suivant :  
« Il se forme, autour des substances odorantes, une  
» atmosphère de fluide élastique qui les environne,  
» et à laquelle sont dus les mouvemens, les effets  
» indiqués.

» Un morceau de camphre plongé de trois ou quatre  
» lignes dans l'eau sans y flotter, excite autour de lui  
» un mouvement de trépidation dans l'eau, qui repousse  
» les petits corps voisins et les reporte vers le camphre  
» par secousses ». L'auteur en conclut « qu'il s'échappe  
» du corps odorant un fluide élastique à la manière du  
» feu d'une fusée ou de la décharge d'une arme à feu. »

Dans l'extrait d'un second Mémoire, par le même auteur ( Annales de Chimie, tom. XXIV, pag. 45 ), on lit : « Il ( Bénédicte Prévost ) continue de croire que  
» le mouvement des substances odorantes sur l'eau

(1) A en juger par la citation de M. Dutrochet ( Recherches sur la force épipolique, pag. 13 ), l'explication de M. Biot offre, avec la nôtre, beaucoup de ressemblance. Nous aimons à étayer nos paroles de l'autorité d'un pareil nom.

» doit être attribué, ainsi que celui des corps chauds,  
» à la réaction d'un fluide élastique qui se forme dans  
» ces substances et s'élançe au-dehors avec rapidité,  
» à peu près comme la vapeur d'un éolipyle monté  
» sur un réchaud à roulettes fait mouvoir en arrière  
» tout l'appareil. »

Après ces explications, en harmonie avec les nôtres, nous avons été surpris de trouver ces mots dans un troisième Mémoire ( Annales de Chimie, tom. LX, pag. 30 ) : « Enfin, j'avais cru jusqu'ici que la force  
» principale qui occasionne le mouvement du disque  
» chargé de camphre ou d'autres substances odorantes, provenait immédiatement de la réaction du  
» fluide qui en émane. Mais quoique cette réaction y  
» entre pour quelque chose ( et presque pour tout  
» lorsque ces substances se meuvent à nu sur les liquides ), il paraît, par mes nouvelles expériences,  
» que ce fluide, en se portant d'abord sur le liquide,  
» y occasionne un mouvement ou frémissémeut *qui est la principale cause du phénomène.* »

Sérullas (1), tout en disant qu'il admet les idées de Bénédicte Prévost, les modifie considérablement, puisqu'il regarde l'intervention de l'air comme indispensable pour la production du phénomène dont il s'agit, ce que nous n'avons trouvé nulle part dans les Mémoires du professeur de Montauban. D'ailleurs, nous

(1) Journ. de Physique, tom. xci, pag. 173.

nous sommes assurés, en répétant l'expérience de Matteucci (1), que les mouvemens du camphre ont lieu dans le vide aussi bien que dans l'air.

Quant aux idées énoncées à ce sujet par ce dernier physicien, elles nous paraissent peu précises; car, tout en donnant l'évaporation comme cause principale du phénomène, il ne fait nullement connaître le mode d'action des vapeurs. Du reste, nous ne pouvons admettre avec lui la nécessité de la dissolution de la substance odorante, quand nous voyons les mouvemens de cette substance être si vifs sur le mercure.

D'après ce qui vient d'être exposé, on conçoit que nous ne saurions partager non plus les opinions de Venturi et de Carradori, qui expliquent ces mouvemens par l'expansion de l'huile de camphre à la surface de l'eau.

De tous les physiciens qui se sont occupés du même sujet, M. Dutrochet est le seul qui l'ait envisagé sous un point de vue tout à fait nouveau, et qui ait cru trouver dans les mouvemens du camphre la cause de la circulation que présentent le liquide et les globules verts renfermés dans les mérithalles tubuleux du *Chara fragilis*. Les expériences que nous avons déjà citées, et celles que nous allons rapporter encore, ne nous permettent pas de nous ranger à l'avis de l'illustre académicien.

Et d'abord, l'intervention de l'électricité ne nous pa-

(2) Annal. de Chimie et de Physique, tom. LIII, p. 217.

rait nullement démontrée et nullement nécessaire pour expliquer les phénomènes que nous avons étudiés. Nous allons essayer de rendre compte de ceux qu'a observés M. Dutochet, sans avoir recours à des causes dont l'existence est tout au moins problématique. Si, comme nous croyons l'avoir prouvé, *l'évaporation suffit pour expliquer tous les mouvemens que présente le camphre, soit à la surface de l'eau, soit à la surface du mercure*, on ne saurait nier cependant que l'électricité résultant du dégagement des vapeurs ou de la faible solution du camphre dans l'eau, ne puisse aussi exercer sur ce phénomène quelque légère influence; mais *son rôle est évidemment tout à fait secondaire.*

Quant à *la solution du camphre considérée en elle-même*, plusieurs auteurs, et M. Dutochet avec eux, lui ont attribué une part importante dans la production des mouvemens de ce corps odorant. La vivacité de ces mouvemens sur le mercure prouve assez que, dans ce cas au moins, *l'action de cette cause est complètement nulle.* Ce n'est pas que la solution ne puisse produire du mouvement; mais il est d'une nature bien différente de ceux dont il s'agit ici.

Ce qui se passe lorsqu'on met du potassium ou du sodium à la surface du mercure, vient encore à l'appui de notre opinion. En effet, ainsi que l'a démontré Serullas (1), si le bain métallique est placé sous une clo-

(1) Annal. de Chimie et de Physique, tom. xl, pag. 327.

che renfermant de l'air sec, la dissolution du potassium s'opère tranquillement; tandis que si l'air est humide, le métal alcalin absorbe et décompose l'humidité, et donne ainsi lieu à des effluves d'hydrogène, qui lui impriment un mouvement giratoire très rapide.

Un dernier fait qui prouve encore mieux que la solution est ici sans influence, nous est fourni par les expériences de Bénédicte Prévost (1), expériences dont nous avons réussi à reproduire les résultats. Comme lui, nous avons placé à la surface de l'eau de petits disques de plomb à bords légèrement redressés, et nous y avons déposé des fragmens de camphre, en ayant soin d'éviter leur contact avec le liquide où ils flottaient. Ces disques ont pris un mouvement giratoire peu énergique, mais pourtant bien distinct. *Ici évidemment la solution immédiate était impossible, et cependant le mouvement avait lieu.*

Après avoir établi que l'évaporation est la *cause principale*, sinon la *cause unique*, des mouvemens du camphre à la surface de l'eau et du mercure, tâchons de rendre compte des effets qui nous ont offert un intérêt si vif à la lecture des Mémoires de M. Dutrochet.

*La profondeur des vases* a présenté à cet habile physiologiste des phénomènes dont il nous semble facile de rendre compte. Nous les avons observés nous-

(1) Annal. de Chimie, tom. XXI, pag. 256.

mêmes, mais seulement lorsque nos appareils n'avaient pas été *nettoyés avec tous les soins que nous avons prescrits*. On conçoit dès lors que si l'eau versée sans collision détache de leurs parois une matière propre à arrêter les mouvemens du camphre, l'action de celle-ci sera d'autant plus prononcée, que la hauteur de la colonne liquide deviendra plus considérable. En effet, s'il est vrai que dans les vases profonds l'étendue des parois baignées par l'eau, et la masse liquide sont dans un rapport proportionnel d'autant plus faible que cette masse est plus grande, il est également vrai que la surface de cette dernière reste toujours la même. Elle devra donc se couvrir d'une couche huileuse d'autant plus épaisse que le vase sera plus profond. La conséquence est facile à saisir. Au reste, *quelle que soit la forme* du vase, l'effet que produira la matière détachée de ses parois sera d'autant plus énergique que l'étendue de celles-ci sera plus grande, eu égard à la superficie de la masse liquide.

L'expérience suivante prouve invinciblement que *la forme et la profondeur des appareils n'ont, sur le phénomène en question, d'autre influence que celle que nous venons d'indiquer*. Dans une longue éprouvette de verre qui n'a pas été nettoyée, nous versons un peu d'eau, et nous y plaçons un tube propre et ouvert à ses deux bouts; nous le maintenons vertical, et en partie plongé dans le liquide, à l'aide d'un anneau de liège dans lequel il se trouve engagé. (Voy. fig. 2, A).

Cela fait, nous plaçons un fragment dans l'éprouvette et un autre dans le tube lui-même. D'abord le mouvement se manifeste et dans l'une et dans l'autre; mais à mesure que nous élevons le niveau du liquide, nous voyons l'agitation du premier fragment se ralentir et bientôt s'arrêter, tandis que celle du second est toujours aussi vive.

Si, par un moyen quelconque, nous frappons d'immobilité la parcelle de camphre qui se meut dans le tube, et que nous abaissions le niveau de l'eau contenue dans l'éprouvette en la soutirant *avec ou sans collision*, le mouvement se rétablit dans cette dernière et reste suspendu dans le tube flottant.

La différence des effets observés, suivant qu'on introduit l'eau doucement ou bien avec agitation, peut, ce nous semble, être expliquée de la manière suivante.

Dans le premier cas, l'eau, en s'élevant dans l'intérieur du vase, lèche, pour ainsi dire, les couches huileuses qui l'enduisent, et celles-ci s'étendent sur la surface liquide.

Dans le second cas, l'eau recouvre brusquement une partie de ces couches huileuses avant qu'elles aient le temps de se détacher des parois de l'éprouvette; celles qui gagnent la surface sont divisées ou submergées, ou bien, enfin, se fixent sur des points plus élevés du tube. — Un effet analogue a lieu lorsque, le mouvement du camphre étant suspendu, l'on imprime à la masse liquide une secousse quelconque.

Nous avons aussi répété les expériences relatives à l'influence de *l'usure des vases* par le frottement sur une plaque de grès saupoudrée d'émeri, *et nous nous sommes assurés qu'elle est entièrement nulle lorsque les vases restent propres, et qu'on s'abstient de les laver avec les doigts.*

*Les changemens de température*, brusques ou lents, auxquels nous avons soumis nos capsules, *ne nous ont pas offert d'effets particuliers, différens de ceux que nous avons déjà signalés.*

Disons un mot de l'influence qu'exercent *les corps plongés* dans le liquide où le camphre exécute ses mouvemens. *S'ils sont propres, cette influence est nulle ; s'ils ne le sont pas, ils agissent de trois manières à la fois : 1.° ils répandent à la surface de l'eau la substance étrangère adhérente à leur superficie ; 2.° en élevant le niveau de la masse liquide, ils obligent celle-ci à recueillir dans son ascension la matière huileuse qui enduit les parois du vase ; 3.° enfin, ils diminuent l'étendue de la surface où le camphre est placé, et concentrent l'huile qui peut déjà s'y trouver. Quand on retire ces mêmes corps, des effets inverses se produisent et le mouvement se rétablit. Par là s'expliquent les prétendus phénomènes d'habitude, transportés dans la physique par M. Dutrochet.*

Les différences que présentent les divers corps employés pour ces expériences (fer, or, argent, verre, etc., etc.), ne tiennent évidemment qu'à *leur degré de malpropreté ; les doigts eux-mêmes ne font pas exception.*

A la preuve qui se trouve rapportée au commencement de ce Mémoire, nous pouvons ajouter l'expérience suivante : *nous avons lavé d'abord avec de l'ammoniaque, ensuite avec de l'eau très pure notre doigt médius, et nous l'avons essuyé avec le plus grand soin, puis nous l'avons plongé dans une soucoupe où le camphre exécutait de très vifs mouvemens; ceux-ci n'ont point été interrompus; mais ils se sont brusquement arrêtés, dès que nous avons seulement touché la surface liquide du bout de l'index, auquel nous n'avions pas fait subir la même opération.*

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure, ce nous semble, que ni l'eau, ni les vases, ne possèdent une *activité propre*, et que par conséquent il n'existe pas de *corps sédatifs* de cette *activité*.

Jetons un coup-d'œil rapide sur l'action des agens chimiques.

Après des expériences multipliées, nous croyons devoir établir en principe : 1.<sup>o</sup> que ces corps arrêteront le mouvement du camphre, lorsqu'ils communiqueront à l'eau une viscosité que celui-ci ne pourra vaincre; 2.<sup>o</sup> qu'ils produiront le même effet quand ils donneront à ce liquide la propriété de mouiller la substance odorante et, à plus forte raison, de la dissoudre facilement, surtout s'il en résulte une huile qui se répand à la surface de l'eau, comme dans le cas de l'acide nitrique; 3.<sup>o</sup> que le mouvement suspendu pourra être rétabli, au moins temporairement, quand les agens chi-

miques employés détruiront l'obstacle qui s'opposait à l'évaporation.

L'eau de chaux, par exemple, présente des phénomènes sur lesquels nous arrêterons un instant notre attention.

Qu'on prenne un vase dans lequel l'eau pure ne permettra pas les mouvemens du camphre ; qu'on le remplisse d'eau de chaux , et ces mouvemens auront lieu jusqu'à ce que la croûte de carbonate calcaire qui se formera à la surface du liquide ait emprisonné la substance odorante. Si l'on dégage celle-ci, en enlevant autour d'elle une portion de la croûte calcaire, on la verra reprendre ses mouvemens accoutumés, et les continuer lors même qu'on déposera sur un autre point de la surface du liquide une gouttelette d'huile, ou bien qu'on y plongera le doigt.

L'eau de chaux et les autres moyens déjà indiqués, ne sont pas toujours indispensables pour faire renaître les mouvemens interrompus du camphre. Dans certains cas, comme le fait observer M. Dutochet, ces mouvemens se rétablissent d'eux-mêmes. Cet effet peut être dû à plusieurs causes : d'abord, les parois des vases sont susceptibles de réabsorber par capillarité la matière étrangère qui s'en est détachée ; il n'est pas impossible non plus que cette quantité minime de matière se dissolve dans l'eau ou disparaisse par évaporation.

A cette explication du rétablissement spontané des mouvemens du camphre, nous paraît se rattacher un

phénomène déjà connu de Carradori (1). Ce physicien jetait à la surface de l'eau où le camphre s'agitait une assez grande quantité de cette substance volatile réduite en petits fragmens, et la rotation était complètement arrêtée. Cet effet tient, suivant l'auteur, à ce que « la surface de l'eau reste saturée par l'huile du » camphre, laquelle, étant en trop grande quantité, » lui en fournit plus que n'en emporte l'évaporation ».

Nous avons plusieurs fois répété cette expérience avec un plein succès; mais il n'en a pas été de même de celle au moyen de laquelle le médecin de Prato (2) prétend avoir rendu l'huile de camphre visible à l'aide du suc d'*Euphorbia characias*, que nous avons été obligés, à cause de la saison, de remplacer par l'*Euphorbia caput Medusæ*.

Cependant nous nous sommes assurés que, dans quelques circonstances, le camphre s'arrête de lui-même avant de s'être entièrement volatilisé. Ce phénomène a lieu surtout sur des surfaces peu étendues par rapport au volume du fragment qu'on y place. La superficie du liquide a acquis alors toutes les propriétés qu'elle possède lorsqu'elle a été salie par une matière huileuse. Des expériences nombreuses et faites avec le plus grand soin, ne nous permettent pas de douter de ce fait. Nous citerons les plus saillantes.

(1) Annal. de Chimie, tom. XLVIII, pag. 215.

(2) Annal. de Chimie, tom. XI, pag. 213.

Si l'on dépose dans une faible quantité d'eau un morceau de camphre assez volumineux relativement à la capacité du vase, on verra les petits fragmens qu'on aura mis à la surface s'agiter d'abord avec vivacité, puis ralentir leurs mouvemens, et enfin demeurer complètement immobiles. Les moyens mis en usage pour rétablir la rotation suspendue par une huile quelconque ( déversement, abaissement de niveau du liquide, absorption de la couche superficielle par le papier Joseph, etc. ), auront ici la même efficacité. Bien plus, cette même couche superficielle, transportée sur un autre vase, y suspendra la rotation, tandis que le liquide des couches inférieures, aspiré à l'aide d'une pipette, ne produira pas le même effet.

Enfin, une petite colonne de camphre lestée à sa base ne sera plus coupée dans ce liquide. On se rappelle que la section n'a pas lieu non plus dans l'eau salée par une substance huileuse.

Y aurait-il donc alors à la surface de l'eau, ainsi que l'ont avancé Venturi, Carradori et M. Dutrochet lui-même (1), une *huile de camphre* (2), susceptible d'arrêter les mouvemens de ce corps volatil ?

(1) Comptes-rendus, 4 janvier 1841, n.° 13, pag. 9 et 10.

(2) Il est probable toutefois que cette huile ne provient pas du camphre lui-même, mais bien des substances dont il reste souillé, en raison du mode de préparation par lequel on l'obtient.

En restreignant cette opinion dans les limites où l'a renfermée le savant auteur de la découverte de l'*Endosmose*, nous sommes assez disposés à la croire fondée. Mais nous ne saurions nous ranger à son avis, lorsqu'il regarde l'expansion de cette huile comme une des causes des mouvemens du camphre; nous pensons, au contraire, que, dans certains cas, c'est à elle que l'on doit attribuer leur suspension.

Ce qui tendrait à nous confirmer dans l'opinion qu'il existe en effet une solution superficielle des vapeurs du camphre, c'est que si l'on place un assez gros fragment de cette essence concrète à 1 ou 2 millimètres au-dessus de la surface de l'eau contenue dans une cupule, au bout d'un temps plus ou moins long, on verra cette eau acquérir de nouvelles propriétés; les parcelles de charbon flottant à sa surface cesseront d'obéir à la répulsion des vapeurs camphoriques; le mouvement du camphre n'y aura plus lieu, et l'eau elle-même sera devenue fortement odorante.

Nous avons réussi à rendre visible, en le ramenant à l'état solide, le camphre provenant des vapeurs tenues en solution à la surface de l'eau. Il suffit, pour y parvenir, de porter au fond du vase, à l'aide d'une pipette, quelques gouttes d'éther. Ce liquide remonte à la surface, s'y évapore rapidement, et produit un froid suffisant pour concréter le camphre en une mince pellicule qui ne tarde pas à disparaître.

Les effets sont encore plus marqués, si l'on verse de l'éther dans de l'eau où l'on a laissé longtemps séjourner un gros morceau de camphre. Ce qui, dans ce dernier cas, démontre encore, indépendamment des preuves que nous en avons déjà données, que le camphre dissous se trouve surtout à la surface, c'est qu'en enlevant avec du papier Joseph la couche superficielle du liquide, on ne peut plus concréter la substance odorante au moyen de l'éther, du moins d'une manière aussi sensible.

#### § IV.

#### PHÉNOMÈNES QUE PRÉSENTENT DIVERS CORPS VOLATILS PLACÉS A LA SURFACE DE L'EAU OU DU MERCURE.

L'acide benzoïque odorant s'est comporté sur l'eau et le mercure absolument comme le camphre lui-même.

De minces tranches de clous de girofle déposées sur ces deux liquides y exécutent des mouvemens bien prononcés, quelquefois très rapides, mais toujours peu durables. De nouvelles tranches s'y agitent comme les premières, jusqu'à ce qu'enfin l'huile qui en émane recouvre la surface du liquide et s'oppose ainsi au mouvement de rotation. Il est presque inutile de dire que cette huile est rendue très visible sur le mer-

cure au moyen de l'haleine condensée. Le poivre, l'écorce d'orange, se conduisent de la même manière.

Quant à la naphthaline, elle nous a offert une anomalie curieuse, dont nous n'avons pu nous rendre un compte bien satisfaisant. Cette substance odorante se meut vivement sur le mercure très propre, et reste complètement immobile à la surface de l'eau. Cette anomalie tient peut-être à ce que ses vapeurs n'exercent qu'une action répulsive très faible, suffisante pour opérer le mouvement sur le mercure, mais incapable de le produire sur le fluide aqueux, où elle n'agite pas même les parcelles de charbon (1). D'ailleurs, la naphthaline, d'une densité supérieure à celle de l'eau, s'y enfonce plus que le camphre, et éprouve conséquemment plus de résistance de la part du fluide aqueux.

On conçoit que tel corps volatil pourra se mouvoir sur un liquide qui ne le mouille pas, tandis qu'il n'exécutera aucun mouvement sur un autre liquide jouissant de la propriété contraire. Mais tel ne paraît pas être le cas de la naphthaline, qui n'est mouillée ni par l'eau ni par le mercure.

(1) Peut-être l'immobilité de la naphthaline sur l'eau tient-elle aussi à ce que cette substance contient un corps huileux, dont on ne la débarrasse pas entièrement par le mode de préparation généralement suivi pour l'obtenir.

Nous ne croyons pas devoir suivre M. Dutrochet dans les rapprochemens qu'il établit entre la circulation du *Chara fragilis* et les mouvemens du camphre placé à la surface de l'eau. Cependant nous ferons remarquer en finissant, et contrairement à l'opinion de l'illustre académicien, que, bien loin d'y avoir identité, il n'y a pas même analogie entre ces deux phénomènes. En effet, les mérithalles du *Chara* sont des tubes fermés, très étroits, remplis d'un liquide au milieu duquel sont disséminés des globules qui ne sont nullement volatils, et qui ne sauraient s'évaporer lors même qu'ils le seraient. Or, les circonstances dans lesquelles le camphre se meut et imprime du mouvement aux corps qui l'environnent sont tellement différentes, que des parcelles de cette substance, mises à la place des globules du *Chara*, ne produiraient absolument aucun effet.

## CONCLUSIONS.

---

En résumé :

1.° Des substances étrangères, de nature probablement huileuse, adhèrent en couches très minces à la surface de presque tous les corps, et demandent, pour être entièrement enlevées, des soins minutieux et des précautions multipliées.

2.° *Moyennant ces précautions, le camphre se meut à la surface de l'eau et du mercure, quelles que soient la nature, la forme, la profondeur des vases, et la manière dont le liquide y est versé.*

3.° *Le frottement, les corps plongés, vitreux ou métalliques, n'exercent par eux-mêmes aucune influence sur le phénomène dont il s'agit.*

4.° *L'élévation de la température et toutes les causes qui favorisent l'évaporation, accélèrent les mouvemens du camphre.*

5.° Les corps visqueux, ceux qui sont susceptibles de former une couche huileuse à la superficie de l'eau ou du mercure (transpiration cutanée, cheveux, huiles, etc.), frappent instantanément le camphre d'une complète immobilité.

6.° Les agens chimiques qui augmentent la viscosité de l'eau, ceux qui mouillent ou attaquent le camphre, les émanations de cette substance odorante elle-même, produisent un effet analogue au bout d'un temps plus ou moins long.

7.° Les mouvemens du camphre et ceux des corps légers qui l'environnent, sont *principalement dus aux vapeurs qui s'échappent de cette essence concrète.*

8.° *Les phénomènes diluo-électriques de M. Dutrochet, sont de simples effets d'évaporation.*

9.° L'acide benzoïque odorant, les tranches minces de girofle, de poivre, d'écorce d'orange, offrent avec le camphre une grande analogie d'effets. La naphthaline reste immobile à la surface de l'eau, et se meut vivement sur le mercure.

10.° L'emploi de ce métal offre de précieux avantages dans l'étude de ces phénomènes, en ce qu'il rend visibles, à l'aide de l'haleine condensée, des effets que l'on ne peut voir lorsqu'on opère avec l'eau.

11.<sup>o</sup> Dans aucun cas, ni l'eau, ni les vases qui la contiennent, ni les corps qu'on y plonge, ne présentent de véritables phénomènes d'HABITUDE, et ne possèdent une ACTIVITÉ SPÉCIALE, dont le camphre serait le révélateur.

12.<sup>o</sup> Enfin, il n'y a pas identité entre les mouvemens du camphre à la surface de l'eau et la circulation du Chara fragilis.

Toulouse, 4 Avril 1844.

Fig. 2.

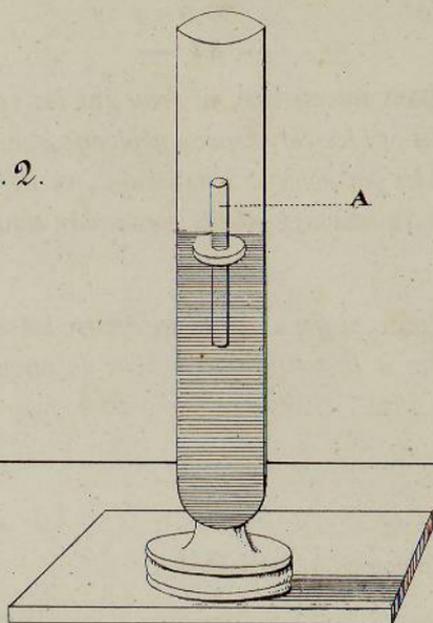


Fig. 1.

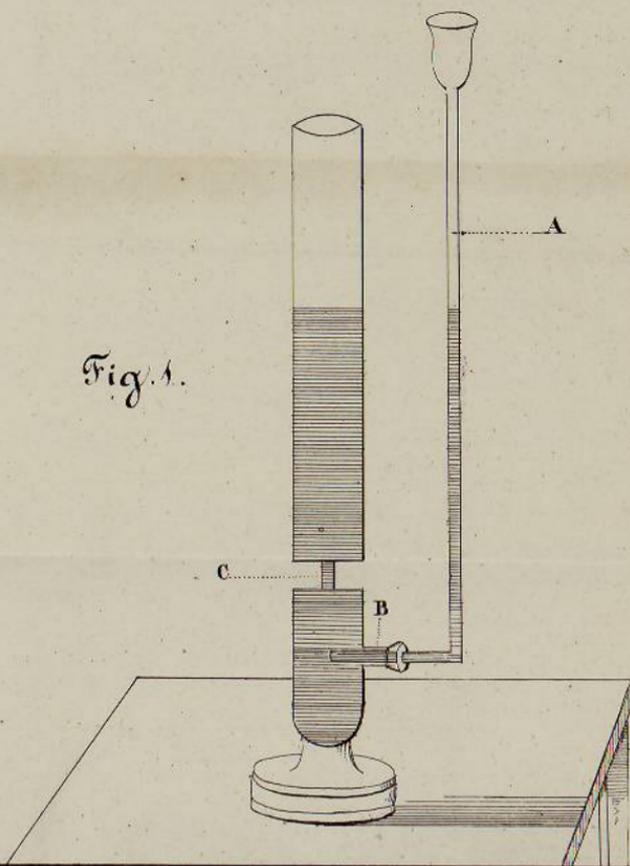


Fig. 1. This machine is used for the purpose of  
measuring the volume of gas evolved in a  
chemical reaction. It consists of a glass  
tube with a stopcock at the bottom, and a  
reservoir of water at the top.

The gas is collected in the inverted tube,  
and the volume is measured by the height  
of the liquid column.

