

place le robinet dans la position 2. On descend le réservoir; lorsqu'il est au bas de sa course l'appareil forme un baromètre à siphon, le mercure descend dans le tube vertical jusqu'à être seulement à 76 centimètres au-dessus du niveau dans l'entonnoir. Le renflement qui constitue alors la chambre barométrique est vide absolument. On tourne le robinet dans la position 3 : une partie du gaz du réservoir passe dans le renflement et la pression diminue dans le réservoir. On ramène le robinet à la position 1 et on remonte l'entonnoir jusqu'à ce que le mercure remplisse le tube vertical. L'appareil est donc ramené matériellement dans la même position qu'au début, seulement une partie du gaz a passé du réservoir dans le renflement et de celui-ci à l'air libre, et la pression est diminuée dans le réservoir. On comprend qu'on pourra recommencer l'opération autant de fois qu'on le voudra, chaque double mouvement de l'entonnoir amenant une nouvelle raréfaction.

On comprend que si on veut recueillir les gaz sortant du réservoir pour les mesurer ou les analyser, on remplira de mercure la cuvette supérieure et l'on y introduira une éprouvette; le gaz refoulé par l'ascension du mercure dans le tube vertical, au lieu de s'échapper dans l'atmosphère, sera recueilli dans l'éprouvette.

84. **Des aérostats.** — Il résulte de ce que nous avons dit plus haut (74) que lorsque dans une masse gazeuse, dans l'atmosphère par exemple, se trouve un corps dont le poids est moindre que celui du volume d'air déplacé, ce corps est soumis à une force ascensionnelle qui le fait s'élever. On voit donc, comme nous l'avons indiqué, que le mouvement ascendant de certains corps ne prouve pas qu'ils ne sont pas pesants, mais seulement qu'ils sont plongés dans une masse fluide pesante.

C'est sur ce principe que sont basés les aérostats, globes en étoffe imperméable, remplis d'un gaz d'un poids spécifique moindre que celui de l'air, hydrogène ou gaz d'éclairage. Si le poids du gaz, augmenté de celui de l'enveloppe et des agrès qui y sont fixés, filet, nacelle, est moindre que le poids du volume d'air déplacé, cet aérostat possédera une certaine force ascensionnelle. Si l'aérostat a des dimensions suffisantes, la force ascensionnelle pourra être assez grande pour produire l'élévation de l'ensemble alors qu'un ou plusieurs observateurs auront pris place dans la nacelle.

La rapidité de l'ascension au départ dépend de la force ascensionnelle disponible; pour être dans de bonnes conditions, il faut que celle-ci ait une valeur voisine de 5 kilogrammes.

Supposons que, au départ, l'aérostat ait été complètement rempli de gaz et fermé : en s'élevant il rencontre des couches où la pression et, par suite, le poids spécifique de l'air décroissent. La poussée diminue donc et la force ascensionnelle également. L'aérostat pourra donc arriver

à une couche où son poids sera précisément égal au poids de l'air déplacé : il restera alors en équilibre; en réalité cette condition ne se réalise presque jamais, parce que les moindres variations de température amènent des changements dans la valeur de la poussée.

L'observateur entraîné par l'aérostat, dès qu'il est parvenu à une certaine hauteur, ne peut se rendre compte des mouvements suivant la verticale. Ce n'est que par l'observation de la hauteur barométrique qu'il peut savoir s'il monte, s'il reste à un niveau invariable, ou s'il descend.

La variation de la pression atmosphérique aux diverses altitudes a un autre effet important : au départ le gaz qui remplissait l'aérostat était, au moins très sensiblement, à la pression atmosphérique et l'enveloppe n'était soumise à aucun effort. Mais pendant l'ascension, la pression intérieure du gaz ne changeant pas, puisque le volume est invariable, et la pression extérieure diminuant, l'enveloppe se trouve soumise à une tension dangereuse, car elle peut amener une rupture de l'étoffe et, par suite, la chute de l'aérostat.

Pour éviter cet inconvénient grave, l'aérostat n'est pas absolument fermé : il se termine inférieurement par une *manche*, long appendice tubulaire en étoffe : tant que la pression est la même à l'intérieur et à l'extérieur, il ne s'échappe que peu ou point de gaz par la manche. Le dégagement se produit, au contraire, dès que la pression intérieure devient plus grande que l'extérieure, et continue jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. On évite ainsi toute possibilité de rupture par différence de pression.

Ajoutons, sans insister, que cette disposition rend moins rapide la diminution de la force ascensionnelle.

CHAPITRE II

ACTIONS MOLÉCULAIRES RÉCIPROQUES

85. **Des actions moléculaires réciproques des corps.** — Les actions dont nous avons parlé dans le chapitre précédent sont, à proprement parler, mécaniques, non pas seulement par la nature des effets étudiés, mais surtout parce que la nature du corps qui produit l'effet n'intervient pas : par exemple, l'élasticité d'un corps se manifeste lorsqu'il est déformé aussi bien par l'action d'un corps pesant, que par l'action d'un piston poussé par la force élastique d'un gaz, que par l'action d'un être vivant, etc. Quelle que soit la nature de la cause, l'effet est resté le même, et c'est précisément ce qui permet de remplacer les causes diverses par une cause hypothétique unique, la force.

Il n'en est plus de même dans les questions dont nous allons nous occuper : les effets produits sur un corps sont bien encore des effets mécaniques ou des changements d'état ; mais ils dépendent de la nature des corps en présence : le mouvement d'un corps A sur un corps B produit bien un effet qu'on peut attribuer à une force, le frottement, mais la grandeur de l'effet dépend de la nature du corps B ; — l'action d'un liquide sur un gaz qu'il dissout amène bien la liquéfaction de celui-ci, comme peut le faire une augmentation de pression ; mais la grandeur de l'effet dépend, pour un même gaz, de la nature du liquide.

Ce sont ces actions qui dépendent à tous égards de la nature des corps en présence qui sont appelées souvent *actions moléculaires*, mais que nous désignerons plus complètement sous le nom d'*actions moléculaires réciproques* des corps.

En réalité, ces actions ne peuvent prendre naissance que lorsque les corps qui agissent l'un sur l'autre, sont au contact, leurs molécules étant à des distances sinon nulles au moins excessivement petites. Mais deux cas peuvent se présenter suivant que le contact a lieu dès le début de l'expérience, ou que les corps, étant d'abord séparés par un troisième corps interposé, le contact se produit seulement plus tard. Dans le premier cas on a les actions moléculaires réciproques *immédiates* ; dans le second, ces actions sont dites *médiates*. Nous étudierons d'abord les premières.

Parmi celles-ci, il y a à étudier successivement des cas différents suivant l'état des corps ; on aura ainsi :

- Actions réciproques des solides ;
- Actions réciproques d'un solide et d'un liquide ;
- Actions réciproques d'un solide et d'un gaz ;
- Actions réciproques des liquides ;
- Actions réciproques d'un liquide et d'un gaz ;
- Actions réciproques des gaz.

Ces actions peuvent, d'ailleurs, être subdivisées comme nous le dirons.

§ I. — ACTIONS RÉCIPROQUES IMMÉDIATES

ART. I. — ACTIONS RÉCIPROQUES DES SOLIDES

86. **Adhérence, adhésion.** — D'après la définition même que nous en avons donnée, les solides sont constitués par des molécules entre lesquelles existent des liaisons, dont nous ignorons la nature, et qui les rendent solidaires : on désigne cette propriété sous le nom de *cohésion* et, lorsqu'on admet que, pour un corps donné, cette liaison est due à des forces attractives qui s'exercent entre ses molécules, le même nom s'applique à ces forces.

Mais des actions d'un genre analogue s'exercent quelquefois entre des corps différents ; et l'on observe des phénomènes d'*adhérence* qui pourraient s'expliquer par l'existence de forces attractives entre les molécules de ces corps ; la résultante de ces forces a été désignée sous le nom d'*adhésion*, mot qui s'applique également, dans un sens plus général, à la propriété des corps de présenter le phénomène de l'adhérence.

Pour observer le phénomène de l'adhérence, il faut prendre deux corps terminés par deux surfaces, planes par exemple, absolument propres et polies ; on applique ces surfaces l'une sur l'autre en appuyant un peu, et, mieux encore, en les faisant glisser l'une sur l'autre en même temps qu'on les presse l'une contre l'autre. On reconnaît alors que pour séparer les corps en agissant normalement, il faut employer une force d'une certaine valeur, force destinée à vaincre la force d'adhésion qui existe entre ces corps.

L'expérience réussit très bien avec deux morceaux de verre ou mieux de glace, parfaitement rodés ; chacun de ces morceaux porte une garniture métallique munie d'un crochet. En appliquant ces plans de verre l'un sur l'autre comme nous venons de le dire, on reconnaît qu'on peut suspendre le système par l'un des crochets sans que la plaque inférieure se détache ; on peut même fixer au crochet de celle-ci un plateau dans lequel on ajoute progressivement des poids jusqu'à amener la séparation, ce qui donne une mesure de l'adhésion.

Bien que la manière dont on applique les glaces l'une sur l'autre ait pour effet de chasser l'air qui pourrait être emprisonné entre les lames, on peut démontrer que la force attractive observée n'est pas due à l'action de la pression atmosphérique, et que l'expérience dont il s'agit n'est pas analogue à celle des hémisphères de Magdebourg. Pour le prouver il suffit de placer l'appareil précédent, suspendu comme nous l'avons dit, sous une cloche placée sur la platine d'une machine pneumatique. On reconnaît que l'adhérence subsiste, malgré qu'on ait fait le vide, ce qui n'aurait pas lieu si l'attraction était due à la pression atmosphérique.

Une expérience analogue réussit également avec deux balles de plomb dans lesquelles on a pratiqué deux sections planes bien nettes ; en réunissant les fragments par ces surfaces et les pressant l'un contre l'autre, ils adhèrent assez pour que lorsqu'on tient l'une des balles, l'autre reste suspendue. L'expérience doit être faite rapidement après la section, sans quoi les surfaces s'altèrent, s'oxydent et se sulfurent par l'action de l'air, et le contact ne peut plus être établi assez intimement pour que le phénomène d'adhérence se produise.

L'adhérence peut se manifester entre des corps de nature différente : c'est ainsi que, en passant au laminoir, une lame d'or et une lame d'argent superposées on obtient une réunion intime.

C'est d'ailleurs par l'adhérence que des parcelles de craie restent fixées

sur le tableau noir, malgré l'action de la pesanteur; que des parcelles de crayon ou de pastel restent fixées sur du papier, lorsqu'on écrit ou qu'on dessine, etc. Ces divers phénomènes peuvent s'expliquer par une attraction qui existerait entre les molécules des solides que l'on rapproche; mais cette attraction ne se manifeste que lorsque les corps sont amenés à une distance excessivement petite, car aucune action ne peut être mise en évidence dès que les corps sur lesquels on opère sont séparés par un intervalle appréciable.

D'autre part, les mesures que l'on a prises de l'adhésion montrent que cette force est indépendante de l'épaisseur des corps en présence, de telle sorte qu'il faut admettre qu'elle se manifeste seulement dans des couches superficielles très minces des solides voisins, ce qui concourt, avec la remarque précédente, à faire admettre que les attractions entre les molécules de corps différents décroissent très rapidement dès que la distance augmente.

87. — En général, l'adhésion entre deux corps n'a pas une grande valeur et en exerçant une traction peu considérable sur ces corps, on arrive à les séparer facilement. Cependant il convient de remarquer qu'il n'en est ainsi que pour les solides proprement dits et que les choses se passent autrement pour les corps mous; ces corps se réunissent très facilement par adhérence, ce qui s'explique parce que, par suite de leur facile déformation, ils s'appliquent parfaitement les uns contre les autres. Mais de plus, la réunion est complète, c'est-à-dire que si, par un effort, on cherche à séparer les deux fragments qu'on a réunis, la séparation n'aura pas lieu nécessairement à la surface de réunion; en cette surface, la ténacité du corps sera la même que dans tout autre point. C'est cette propriété qu'on désigne quelquefois sous le nom de *soudabilité*; elle est très importante au point de vue des applications.

On appelle *corps plastique* un corps qui se laisse déformer assez aisément et qui possède la soudabilité: l'argile, la cire à modeler sont des corps plastiques. La plasticité est liée à l'état des corps mous et elle dépend par conséquent de la température: le fer et le verre, durs à la température ordinaire, deviennent plastiques au rouge.

88. — L'adhésion entre deux corps augmente avec la force avec laquelle ils sont pressés l'un contre l'autre, ce qui s'explique puisque, par cette action, les molécules des corps voisins sont rapprochées davantage. Par des pressions très énergiques, M. E. Spring est arrivé à réunir des matières pulvérulentes en masses aussi compactes que si elles avaient été obtenues par fusion: le bismuth s'agglomère ainsi à 6000 atmosphères, le zinc à 5000 (à la température de 130° où il est encore nettement solide), le graphite à 5500; mais le charbon de sucre reste pulvérulent à 10 000 atmosphères.

Même dans le cas des corps qui se soudent facilement, la pression

facilite la réunion; des chocs répétés produisent un effet du même genre, comme on le voit dans le travail de la forge. Par un procédé analogue, on peut réunir, souder deux pièces de caoutchouc: on produit des sections très nettes que l'on rapproche rapidement en ayant soin d'éviter l'interposition d'aucune matière étrangère, puis à l'aide d'un marteau on frappe à coups répétés sur les parties ainsi rapprochées; on obtient alors une soudure qui présente la même solidité que le reste du caoutchouc.

L'adhésion entre deux corps est facilitée par le passage de l'un d'eux à l'état liquide: c'est sur cette remarque qu'est basée la soudure des métaux, par exemple; entre les deux pièces à réunir, on introduit à l'état de fusion un alliage fondant à une température pour laquelle les métaux restent solides. Par le refroidissement, l'alliage se solidifie et devient adhérent à chacune des deux pièces qui se trouvent ainsi invariablement liées.

C'est également par suite du passage par l'état liquide qu'agissent les substances adhésives quelconques, soit que l'état liquide soit obtenu par élévation de température comme dans le cas de la colle forte, soit que cet état soit dû à la dissolution dans un liquide comme pour la gomme.

On comprend que, dans ces différents cas, l'existence de l'état liquide a pour effet de produire un contact plus intime, ce qui augmente l'adhésion. L'action d'un liquide se comprend moins bien lorsqu'il n'y a pas dissolution du solide, elle existe cependant nettement: c'est ainsi que si, par exemple, la peau est sèche, les poussières ne s'y fixent pas; elles s'y attachent au contraire lorsque la peau est couverte de sueur, et de plus, elles restent adhérentes lorsque, par suite de l'évaporation, le liquide a disparu.

Il est moins facile de se rendre compte d'un effet qui a été signalé dans quelques cas au moins: l'adhérence augmenterait avec le temps jusqu'à une certaine limite.

On donne aussi le nom d'adhérence à un phénomène d'un autre ordre dont nous parlerons plus loin.

89. **Du frottement.** — Lorsque deux corps solides sont mis en contact et pressés l'un contre l'autre, s'ils sont en mouvement relatif, c'est-à-dire si l'un d'eux se déplace par rapport à l'autre, il résulte de leur contact des effets particuliers. Si l'on connaît les forces qui agissent pour produire le mouvement, et qu'on étudie celui-ci, on observe que les variations de vitesse ne correspondent pas au travail mécanique développé, qu'elles sont moindres; — en même temps on voit naître des phénomènes calorifiques, élévation de température, des phénomènes électriques.

On trouve de ces faits une explication directe sur laquelle nous reviendrons plus tard (voir CHALEUR), en admettant que le travail mécanique

disparu sans avoir produit de variation de vitesse a été transformé, par exemple, en quantité de chaleur ayant amené l'élévation de température. C'est là l'explication qui paraît vraie au point de vue physique; à ce point de vue, l'étude rationnelle du phénomène consisterait à déterminer la quantité de chaleur produite, à en déduire la quantité de travail ayant subi cette transformation et, par suite, la modification de la vitesse.

On peut étudier la question autrement, comme on le fait en mécanique : on admet que, par suite du mouvement relatif naît une force, le *frottement*, agissant en sens contraire du mouvement : l'existence de cette force, opposée aux forces motrices, explique la diminution de vitesse, d'une part; d'autre part on admet que par suite de son existence même cette force produit de la chaleur. A ce point de vue, l'étude rationnelle du phénomène consisterait à déduire de la diminution de vitesse le travail mécanique n'ayant pas produit d'effet, et la force (frottement) dont l'action a pu annuler cette quantité de travail; on chercherait ensuite la relation qui existe entre la valeur de cette force et la quantité de chaleur dégagée.

Au fond, dans l'un et l'autre cas, il y a à considérer une perte de travail et une production de chaleur : la différence consiste en ce que, en mécanique on imagine l'existence d'un agent intermédiaire, d'une force, le frottement, qui n'est pas nécessaire si l'on examine la question au point de vue physique. Mais, comme nous l'avons déjà dit (XXXIII), l'emploi de cet intermédiaire peut être commode, et il est sans inconvénient si on se rend compte exactement du véritable rôle qu'il joue.

90. — Une des manières les plus simples d'étudier le frottement consiste à soumettre un corps, mobile sur un plan, à l'action d'une force dont on puisse faire varier l'intensité ou qu'on puisse maintenir constante, et à étudier le mouvement du corps. Lorsque ce mouvement est devenu uniforme, c'est que le corps se comporte comme s'il était libre (XXXIII), que par suite la force qui lui est effectivement appliquée est équilibrée par le frottement qui a dès lors la même valeur.

On peut, notamment, placer le corps sur un plan incliné dont on fait varier l'inclinaison, ce qui change la valeur de la force qui produit le mouvement. On trouve alors les lois suivantes pour la valeur du frottement dans le cas d'un corps en mouvement :

Le frottement est proportionnel à la force normale qui presse l'un contre l'autre les corps frottants; il est indépendant des surfaces en contact et de la vitesse relative.

La dernière partie de la loi, relative à l'indépendance du frottement et de la vitesse, n'est pas admise absolument d'une manière générale.

Lorsqu'un corps pesant est placé sur un plan horizontal et qu'on lui applique une force, horizontale également, on observe que, contrairement à ce qui résulterait de l'application du principe de l'inertie, le

corps ne se met en mouvement que si la force atteint une valeur déterminée. De même, un corps placé sur un plan incliné ne commence à glisser que si l'angle d'inclinaison atteint une certaine valeur. Dans ce cas, on dit qu'il y a *adhérence*; mais ce mot est pris dans un sens différent de celui où nous l'avons employé précédemment (86).

La force qui, dans ces cas, est nécessaire pour provoquer le mouvement est appelée *frottement au départ*; elle est toujours plus grande que celle que nous avons définie précédemment comme nécessaire pour entretenir un mouvement uniforme. D'ailleurs elle est également proportionnelle à la pression normale et indépendante de l'étendue des surfaces en contact.

La valeur du frottement varie avec la nature des corps en contact et, pour les mêmes substances, avec le poli des surfaces, augmentant quand les surfaces deviennent plus rugueuses. Cette remarque suffirait pour établir une différence absolue entre ce genre d'adhérence (frottement au départ) et l'adhérence étudiée précédemment.

91. — L'adhérence ou frottement au départ joue un rôle considérable dans la pratique : non seulement c'est elle qui assure la transmission du mouvement par courroie ou par cône de friction dans les machines, c'est elle qui permet aux locomotives de se mouvoir sur les rails en entraînant les wagons et les voitures, mais c'est elle qui permet aussi le déplacement des êtres vivants sur le sol : si l'adhérence n'existait pas, il ne pourrait y avoir de mouvement de totalité, tout déplacement en avant de la partie supérieure du corps étant nécessairement accompagné d'un déplacement en arrière de la partie inférieure, ou inversement. On se rend compte d'ailleurs de ce résultat par la difficulté qu'on éprouve à marcher sur un plancher ciré ou sur la glace, cas dans lesquels le frottement au départ est considérablement diminué, sans être nul cependant.

C'est encore à l'adhérence que nous devons de pouvoir saisir les corps, entre les doigts ou en fermant la main, et d'exercer sur eux des efforts de traction, par exemple.

L'adhérence permet aux corps pesants de rester au repos sur un plan qui n'est pas parfaitement horizontal, condition qui n'est presque jamais réalisée.

Il serait possible de multiplier les exemples; aussi n'est-il pas exagéré de dire que cet effet dont le mécanisme n'est pas encore bien déterminé est d'une importance capitale au point de vue des conditions de la vie.

92. — Le frottement dont nous nous sommes occupé est le frottement de *glissement*, dans lequel une même partie du corps mobile se trouve successivement en contact avec diverses parties du corps fixe. Dans le cas où le corps mobile est rond, il y a à considérer le mouvement de roulement, dans lequel les surfaces en contact changent à la fois sur le

corps mobile et sur le corps fixe : c'est le cas d'une sphère ou d'un cylindre roulant sur le sol.

Dans ce genre de mouvement, comme dans le glissement, il y a des frottements tant au départ que pendant le mouvement même. Mais la valeur de ces frottements, forces qui s'opposent au mouvement, est bien moindre que dans le cas du glissement. Aussi y a-t-il toujours avantage à substituer le roulement au glissement, dès que les forces en jeu ont une certaine valeur. D'où l'emploi des roues dans les véhicules, en général (dans les traîneaux, l'effet du glissement est sans grand inconvénient, à cause du poli des surfaces qui sont en contact); d'où aussi l'emploi des galets qui, dans un grand nombre de cas, sont usités pour guider le mouvement de certaines pièces et remplacer les glissières dans lesquelles, comme leur nom l'indique, il y a glissement des surfaces en contact.

Il importe de remarquer qu'il ne suffit pas qu'une pièce soit affectée d'un mouvement de rotation pour qu'il y ait roulement : il y a glissement dans le mouvement d'un axe dans un coussinet, parce que le contact a lieu toujours au même point de l'une des pièces, tandis que dans le roulement, le point de contact doit changer à la fois sur les deux pièces qui se touchent.

93. **Usure. Dureté.** — Lorsque deux corps solides glissent l'un sur l'autre il arrive presque toujours que la surface de l'un des corps au moins est entamée, que des fragments plus ou moins fins s'en détachent : il y a *usure* de ce corps.

L'usure a été étudiée à deux points de vue suivant l'étendue de la surface, suivant laquelle le contact a lieu : on a surtout examiné le cas où l'un des corps touche l'autre par une partie tranchante, aiguë; s'il se produit une action, elle se manifeste par l'apparition d'un sillon plus ou moins large, plus ou moins profond : on dit alors que le corps sur lequel apparaît ce sillon a été *rayé* par l'autre corps; d'autre part, celui-ci est dit plus *dur* que le premier.

Dans le langage courant, les mots *dur*, *dureté* ne sont pas nettement définis; tantôt on les emploie dans le sens que nous venons d'indiquer, tantôt on les confond avec *tenace*, *ténacité*, tantôt on les oppose aux mots *mou*, *plasticité*. En physique, en chimie et en minéralogie ces mots ont un sens précis : un corps A est plus *dur* qu'un corps B s'il est susceptible de rayer celui-ci.

A ce point de vue, le diamant est le plus dur de tous les corps et le corindon vient immédiatement après.

Pour les métaux, l'ordre de dureté est le suivant :

Acier trempé, fer, platine, cuivre, argent, or, antimoine, étain, plomb.

D'après Burdach, les principales matières organiques peuvent être rangées ainsi qu'il suit par ordre de dureté :

Émail, ongles, os, cartilages, tendons, muscles, glandes, membranes muqueuses, membranes séreuses, substance cérébrale, neurine, tissu cellulaire, tissu adipeux.

Nous devons dire que, seules, les quatre premières substances de cette liste peuvent être réellement considérées comme solides, et que ce n'est réellement qu'à elles que peut s'appliquer l'idée de dureté.

Dans le cas de corps cristallisés dans un système autre que le système cubique, la dureté peut n'être pas la même sur les diverses faces, ou, dans une même face, suivant des directions différentes, comme Huyghens l'a reconnu pour le spath d'Islande. Ces faits répondent bien à l'idée qu'on se fait de la constitution moléculaire dissymétrique des cristaux, de leur anisotropie.

Lorsqu'on frotte contre une surface un corps plus dur réduit en poudre, chaque particule de ce corps raje la surface, et si l'action est suffisamment prolongée la surface peut être entièrement renouvelée, une couche excessivement mince ayant été enlevée; si la poussière employée est très fine, la nouvelle surface peut présenter un beau poli.

Signalons la particularité qui se présente dans la taille du diamant : ce corps, qui est le plus dur, ne peut être rayé par aucun autre; il ne peut être usé que par sa propre poudre qui est connue sous le nom d'*égrisée*.

Si les corps frottent par des surfaces étendues, il y a usure de l'un des corps, quelquefois des deux : l'usure augmente avec la force qui presse les corps l'un contre l'autre. On étudie ce phénomène en maintenant les corps en mouvement pendant un temps déterminé et pesant les résidus provenant de l'usure.

Dans le cas des corps hétérogènes, il se produit quelquefois des effets particuliers dont chacun exige une explication spéciale.

Les effets que nous venons d'indiquer présentent de nombreuses applications; on les retrouve dans la gravure au burin sur métal, dans l'action des râpes, des limes; ils expliquent l'usage de certaines poudres pour nettoyer, pour polir, ils rendent compte de l'emploi des meules pour affûter les lames tranchantes, etc.

ART. II. — ACTIONS RÉCIPROQUES DES SOLIDES ET DES LIQUIDES

94. — Les actions réciproques des solides et des liquides doivent être étudiées dans des conditions variées :

Les deux corps en présence peuvent conserver l'un et l'autre leur état; mais on peut les considérer lorsqu'ils sont en repos l'un par rapport à l'autre ou lorsque l'un des deux est en mouvement par rapport à l'autre. Le premier cas correspond aux phénomènes que l'on désigne