

XXXII. Photographie.

Le miroitage du plaqué a fait abandonner depuis longtemps le système de Daguerre; voici en quelques mots comment on obtient aujourd'hui les épreuves photographiques.

L'opération est double. Il faut d'abord obtenir ce que l'on appelle un cliché, c'est-à-dire une première épreuve dite *negative*, à l'aide de laquelle on reproduira ensuite en nombre indéfini les épreuves *positives*.

Le négatif s'obtient généralement sur une plaque de verre ou de gélatine, sur l'une des faces de laquelle on a étendu une couche sensible à l'action de la lumière. Cette couche est faite d'une solution de gélatine dans laquelle on a fait dissoudre à chaud une certaine quantité de bromure d'argent.

Ces plaques se trouvent toutes préparées dans le commerce.

L'opérateur, ayant placé d'avance sa plaque dans un châssis spécial, s'assure que l'image se projette bien nettement sur la glace dépolie, qu'il enlève et remplace par son châssis, où la glace sensible prend exactement la place de la plaque de verre dépoli. Puis il découvre son objectif pendant un temps très limité, une ou deux secondes. La lumière, sur tous les points où elle agit, et avec une énergie proportionnelle à son intensité, décompose le sel d'argent; l'image n'est cependant pas encore apparente. On la développe en plongeant la plaque dans un mélange de sulfate de fer et d'oxalate de potasse, dissous dans l'eau, qui continue et complète l'action réductrice des rayons lumineux. Cette opération se fait dans un cabinet absolument noir, éclairé par une lanterne à verre rouge foncé, la lumière rouge n'ayant pas d'action sur la couche sensible. Lorsque l'image est suffisamment venue, on lave la plaque et on la fait tremper dans une solution d'hyposulfite de soude qui enlève l'excès de bromure d'argent resté dans les parties non attaquées par la lumière. L'image obtenue ainsi est une image négative. Tous les points frappés par la lumière sont devenus noirs; tous les points sur lesquels elle

n'a pas agi ont conservé la transparence du verre. Ainsi les noirs et les blancs sont renversés.

Les épreuves positives se tirent sur papier. On se sert de papier albuminé et imprégné à l'avance de sel marin. On le plonge dans un bain de sel d'argent, et on le fait sécher dans l'obscurité. Pour tirer une épreuve, on applique cette feuille sur le cliché renversé, et on expose à la lumière. Les rayons traversent les parties blanches du cliché, et vont noircir le papier en dessous; au contraire, les parties noires du cliché arrêtent les rayons, et le papier reste blanc en dessous. On remet ainsi les noirs et les blancs à leur place. On fixe l'image dans une solution d'hyposulfite de soude. Le même cliché peut fournir autant d'épreuves positives que l'on veut. Au moyen du cliché négatif on peut également obtenir des planches métalliques gravées servant à reproduire les images par impression à l'encre grasse.

§ XXXII. Quel est l'inconvénient des plaques daguerriennes? — Qu'est-ce que le cliché? — Pourquoi l'appelle-t-on négatif? — Comment prépare-t-on la plaque de verre pour le cliché. — Comment fait-on apparaître l'image? — Comment les noirs et les blancs y sont-ils distribués? — Comment obtient-on l'épreuve positive?

XXXIII. Réflexion et réfraction de la lumière; les lentilles et les lunettes.

Quand la lumière rencontre les corps polis, elle est renvoyée, *réfléchie* par la surface de ces corps.

Lorsque les rayons partis d'un objet sont réfléchis par un miroir plan, l'image que l'œil aperçoit est semblable à l'objet et paraît située derrière le miroir, à une distance égale à la distance réelle de l'objet au miroir.

Si le miroir est courbe, l'image n'est plus égale à l'objet; elle est tantôt plus grande, tantôt plus petite pour les miroirs concaves, et, de plus, renversée par rapport à l'objet lui-même. Si l'objet est très près du miroir, l'image produite par la réflexion paraît droite et plus grande que l'objet. Avec les miroirs bombés, l'image est toujours droite et plus petite que l'objet.

Lorsque dans un vase on place une pièce de monnaie, de manière à n'apercevoir que le bord, si l'on verse de l'eau dans le vase, on apercevra du même point la pièce tout entière : c'est parce que les rayons lumineux qui partent de la pièce de monnaie se brisent en passant de l'eau dans l'air. C'est aussi pour la même raison que, lorsque l'on plonge obliquement un bâton dans une eau tranquille, le bâton paraît brisé au point où il pénètre dans l'eau.

Cette déviation de la lumière en passant de l'eau dans l'air, comme dans les deux cas précédents, ou d'une substance transparente quelconque dans une autre, est ce qu'on nomme *réfraction*.

Les lentilles, ou verres concaves et convexes, donnent, par la déviation qu'ils impriment aux rayons lumineux, le moyen de corriger deux défauts très fréquents de la vue, qu'on nomme le *myopisme* et le *presbytisme*. Les myopes ont la vue courte, c'est-à-dire qu'ils sont obligés de placer très près de leurs yeux les petits objets, pour pouvoir les distinguer nettement. On corrige ce défaut par l'emploi de lunettes à verres concaves, c'est-à-dire moins épais au centre que vers les bords. Les presbytes, au contraire, ne distinguent pas nettement les objets situés près d'eux, tandis qu'ils voient mieux les objets éloignés ; ils emploient des lunettes à verres doublement convexes, c'est-à-dire plus épais au milieu que vers les bords. Les lunettes ont été inventées par Alexandre Spina, de Pise, à la fin du treizième siècle.

Les différentes espèces de lentilles sont employées dans la construction des lunettes astronomiques, des lunettes d'approche, des télescopes, des microscopes, des lanternes magiques, etc. On en adapte aussi aux chambres obscures pour rendre les images plus nettes.

§ XXXIII. Comment la lumière se comporte-t-elle quand elle tombe sur un corps poli? — Comment voit-on les images formées par la réflexion sur un miroir plan? — L'image est-elle aussi égale à l'objet quand le miroir est courbe? — Quand le miroir est creux, comment l'image est-elle par rapport à l'objet? — Quand le miroir est bombé, qu'est l'image par rapport à l'objet? — Comment se

comporte la lumière quand elle passe d'un milieu transparent dans un autre milieu transparent? — Comment s'appelle le phénomène de déviation? — Quelle est la cause de l'apparence brisée d'un bâton plongé dans l'eau? — Qu'appelle-t-on myopie? — Comment corrige-t-on ce défaut? — Qu'est-ce que le presbytisme? — Comment y porte-t-on remède? — A quoi servent encore les lentilles?

XXXIV. Couleurs des corps.

Lorsqu'on fait passer à travers un *prisme de verre*, dont la base est un triangle, le rayon de lumière introduit dans la chambre obscure, ce rayon présente en sortant les particularités suivantes : il se dilate et forme sur le mur une image allongée et colorée, qu'on appelle le *spectre solaire*; cette image est formée d'une infinité de nuances, parmi lesquelles on distingue *sept couleurs principales* qui se succèdent, par des traditions insensibles, dans l'ordre qui suit :

violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

On peut recomposer la lumière décomposée par le prisme, en recevant sur un miroir concave en métal tous les rayons colorés sortis du prisme; ces rayons, se réfléchissant et se réunissant sur un carton blanc placé en avant du miroir à distance convenable, y forment une image circulaire blanche.

Le phénomène merveilleux de l'arc-en-ciel est dû à la décomposition qu'éprouve la lumière venue du soleil en se réfléchissant à l'intérieur des gouttes d'eau d'un nuage qui se résout en pluie.

Les couleurs qu'on y observe sont celles du spectre solaire, et elles sont disposées dans le même ordre, mais s'enveloppant l'une l'autre, le violet en dedans et le rouge en dehors.

Pour pouvoir l'observer, il faut être placé entre le soleil et le nuage, et tourner le dos au soleil.

Les gouttes d'eau d'un jet d'eau ou d'une cascade, éclairées par les rayons du soleil, peuvent aussi produire des arcs-en-ciel.

Les couleurs que l'on voit quelquefois entourer le soleil ou la lune sont produites par une cause analogue.

Les couleurs diverses des corps sont dues à ce que ces corps ne réfléchissent pas dans la même proportion tous les rayons colorés dont se compose la lumière blanche, ou bien encore à ce qu'ils ne se laissent pas traverser avec la même facilité par tous ces rayons. Un corps qui réfléchit ou qui

transmet les rayons colorés dans la même proportion paraîtra toujours blanc, s'il est éclairé par la lumière blanche; mais s'il ne réfléchit que les rayons bleus, et s'il éteint par conséquent tous les autres, il paraîtra bleu. S'il ne réfléchit ou s'il ne transmet que les rayons bleus et jaunes, il paraîtra d'une nuance verte, car on sait que le bleu et le jaune donnent du vert.

Un corps qui ne réfléchirait que les rayons rouges, et que l'on éclairerait avec de la lumière bleue, paraîtrait noir; mais s'il n'y a pas une seule des couleurs qu'il ne puisse réfléchir, il paraîtra toujours de la couleur des rayons du spectre solaire avec lesquels on l'éclairera.

§ XXXIV. Quelle particularité présente un rayon de lumière qui traverse un prisme de verre? — Comment appelle-t-on l'image formée ainsi? — Comment y sont distribuées les couleurs? — Peut-on reformer de la lumière blanche avec les rayons colorés? — Qu'est-ce qui produit l'arc-en-ciel? — Comment faut-il être placé pour l'observer? — Quels sont les phénomènes lumineux produits dans l'atmosphère dus à la même cause? — Qu'est-ce qui produit les couleurs des corps par réflexion ou par transparence?

XXXV. Le son; l'écho; le cornet acoustique et le porte-voix.

Le son est produit par un corps qui vibre rapidement dans l'air; il est d'autant plus aigu que le corps vibre plus vite. Un corps qui vibrerait dans le vide ne produirait pas de son. Voici comment on s'en assure. On place sous la cloche d'une machine pneumatique un mouvement d'horlogerie, qui repose sur un coussin de laine; on fait le vide, et, au moyen d'une tige qui traverse la cloche, on lâche une détente qui retenait le rouage; on voit alors, sans l'entendre, le marteau frapper le timbre. A mesure qu'on introduit de l'air, le son devient de plus en plus fort, jusqu'à ce que la totalité de l'air soit rentrée. Le son peut d'ailleurs aussi se produire dans les liquides. Ainsi le plongeur qui, sous l'eau, frappe un timbre avec un marteau, entend le son aussi bien que dans l'air.

Le son se réfléchit contre les obstacles, à la façon de la

lumière et suivant les mêmes lois : c'est ce qui produit les échos. On connaît des échos qui peuvent répéter jusqu'à douze fois le même son.

Les *cornets acoustiques* et les *porte-voix* sont des instruments construits d'après les lois de cette réflexion et qui servent, les premiers, à rassembler les sons qui arrivent à la grande base du cornet, et à les concentrer vers le sommet où l'on applique l'oreille; les seconds, au contraire, à porter à de grandes distances et dans une direction donnée les sons prononcés à l'embouchure, au lieu de les laisser se répandre dans toutes les directions.

Le son parcourt dans l'air environ 337 mètres par seconde; que le son soit grave ou aigu, faible ou fort, sa vitesse est la même. Cette vitesse est un peu plus faible que celle d'un boulet au sortir du canon; mais elle est surtout incomparablement plus faible que celle de la lumière, qui parcourt environ 300 000 kilomètres par seconde.

La différence des vitesses du son et de la lumière explique pourquoi, quand on est éloigné d'un chasseur, on voit la fumée sortir du fusil avant d'entendre le bruit. Le boulet de canon allant aussi plus vite que le son, le soldat est frappé avant d'avoir entendu la détonation s'il n'est pas très loin de la pièce. Par la même raison, quand on entend le bruit du tonnerre, on n'a plus à en craindre les effets.

§ XXXV. Qu'est-ce qui produit le son? — Quelle influence la rapidité de la vibration a-t-elle sur le son produit? — Quel rôle joue l'air? — Le son se produirait-il dans le vide? — Comment se produisent les échos? — Qu'est-ce que le cornet acoustique? — Comment est fait un porte-voix? — Quelle est la vitesse de la transmission du son dans l'air? — Quelle est celle de la lumière? — Pourquoi voit-on l'éclair avant d'entendre le tonnerre?

XXXVI. Le téléphone.

Par le télégraphe, l'électricité transmet la pensée traduite par l'écriture; par le téléphone, c'est le son, c'est la parole elle-même que l'électricité se charge de transmettre.

Dans les premiers téléphones, et nous choisirons comme type de ce genre le téléphone de Graham Bell, on ne faisait

point usage du courant de la pile. Dans les téléphones actuels, le circuit de transmission comprend une pile d'un petit nombre d'éléments.

Le téléphone de Graham Bell se compose d'un petit barreau aimanté long d'environ 6 centimètres, logé dans un fourreau cylindrique en bois. L'une de ses extrémités est engagée dans une petite bobine en bois autour de laquelle est enroulé un fil fin de cuivre enveloppé de soie. Les extré-



Fig. 143.

mités de ce fil descendent le long du fourreau et ressortent par l'autre bout. Devant le pôle de l'aimant entouré par la bobine se trouve une mince lame de fer-blanc fixée par son bord circulaire au fond d'une sorte d'entonnoir évasé qui fait corps avec le fourreau. Un second instrument pareil est lié au premier par un double fil enveloppé de soie, de telle sorte que les deux téléphones et les deux fils de cuivre qui les relient forment un circuit complet. Que l'on suppose maintenant les deux appareils à 200 mètres l'un de l'autre, une personne parlant dans l'un des entonnoirs, une autre personne plaçant son oreille près du second entonnoir ; celle-

ci entend très distinctement les paroles prononcées, reproduites avec la plus grande fidélité; un air chanté ou joué par un instrument est transmis avec la même exactitude. Chaque personne peut même avoir deux téléphones en main, engagés dans le circuit, l'un qu'elle tient à portée de la

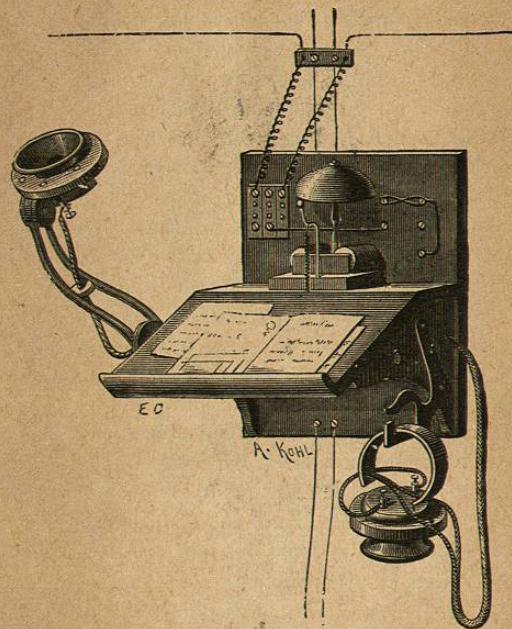


Fig. 144.

bouche, l'autre qu'elle applique à son oreille, et la conversation peut s'engager d'une manière suivie (fig. 143).

Les vibrations de la lame devant laquelle on parle déterminent des variations d'intensité dans la force du barreau, par suite des courants qui, passant d'une bobine à l'autre par l'intermédiaire du fil conducteur, vont par cela même faire varier de la même façon la force de l'autre barreau. De là des vibrations de la seconde lame de fer qui reproduit

tous les mouvements de la première lame, et fait entendre alors des sons identiques aux sons excitateurs.

Dans sa forme la plus actuelle, le téléphone, comme le télégraphe électrique, se compose de deux appareils distincts, un transmetteur et un récepteur, reliés par un double fil de ligne isolé, dans le circuit duquel se trouvent comprises une pile d'un petit nombre d'éléments et une bobine d'induction formée d'un fil fin de cuivre, enveloppé de soie et faisant un grand nombre de tours sur un cylindre en bois.

Le récepteur est un téléphone d'Ader, moins volumineux que celui de G. Bell. L'aimant est contourné en forme d'anneau, et les deux pôles sont garnis chacun d'une armature en fer doux avec sa bobine. Les fils des deux bobines se relient entre eux et au fil de ligne (fig. 144).

Le transmetteur est une sorte de boîte disposée en pupitre. La face supérieure est formée d'une lame de sapin très mince devant laquelle on parle. Les vibrations communiquées à cette lame par la parole se transmettent à un système de charbons placés sur le trajet du fil de ligne, dans l'intérieur de la boîte, et qui n'ont entre eux qu'un contact imparfait. De ces vibrations résultent précisément des variations dans l'intimité du contact, par suite dans l'intensité du courant, dans la force de l'aimant du récepteur, et dans son action sur la lame de fer-blanc. Cette lame exécute alors les mêmes vibrations que la lame de sapin, de là la reproduction des sons et des articulations.

Tout d'abord les relations téléphoniques n'ont été établies qu'entre les diverses pièces d'une même habitation, elles se font maintenant entre les maisons d'une même ville par l'intermédiaire d'un poste central; et l'on vient enfin de les établir de ville à ville, entre Paris d'une part et Bruxelles, Londres, Marseille, Bordeaux, etc.

lié à

sorte qu'il décrit le téléphone de distances peut s'établir la communication téléphonique? — Dé-
ment s'en sert-on? — Dé-
les relient, une actuel. — A quelles

maintenant les

une personne p.

personne plaçant so.

MÉCANIQUE

I. Définition de la mécanique; notions sur le mouvement et l'équilibre.

La *mécanique* est une science qui a pour but l'étude du mouvement et des forces qui le produisent : elle fait connaître les divers moyens de les employer. C'est par elle qu'on est arrivé à l'invention de ces merveilleuses machines qui suppléent à la faiblesse de l'homme et lui permettent d'accomplir ces gigantesques travaux, la gloire de notre siècle.

Un corps ne se met jamais en mouvement de lui-même; son mouvement est toujours dû à l'action d'une *force*, telle qu'une pression, un choc, qui oblige le corps à changer de place. Quand notre bras se meut, il obéit à l'action des muscles qui l'attachent au corps, et ces muscles eux-mêmes se meuvent par l'effet d'une force dont nous ignorons la nature, mais qui est soumise aux ordres de notre volonté.

Les corps ne peuvent pas non plus modifier le mouvement qu'ils ont reçu; et, si nous voyons une bille qui roule à terre rester immobile au bout de quelques instants, c'est uniquement parce que les obstacles que lui opposent les irrégularités du sol ralentissent sa marche, et finissent même par l'arrêter complètement.

Toute force qui agit dans le sens du mouvement et qui contribue pour une certaine part à le produire ou à le rendre plus rapide, est une force *motrice*. Toute force qui agit en sens inverse du mouvement et qui contribue à le ralentir ou à l'arrêter, s'appelle une force *résistante* ou une *résistance*.

Ainsi, qu'on lance une pierre de haut en bas vers la terre, l'impulsion que donne la main, et l'action de la pesanteur