

re. Leur besogne, toute modeste, est cependant d'un bien grand intérêt moral et physique. Si humble que soit le problème, il présente cependant ses difficultés; la première de toutes, c'est la simplicité; le moteur domestique doit être conduit par la ménagère; on ne saurait mettre entre ses mains, habituées à l'aiguille et au pot-au-feu, un engin mécanique présentant le moindre danger ou capable de mutiler un enfant étourdi; il ne doit pas se déranger plus qu'une montre ou un tourne-broche; il doit être propre, un peu coquet même, et enfin coûter très-peu d'achat et d'entretien.

L'Exposition des États-Unis présente des machines à vapeur de faibles dimensions qui semblent assez bien faites pour mettre en mouvement de petits ateliers; mais elles ne peuvent évidemment être entretenues que par des ouvriers déjà habitués aux mécanismes; ce ne sont plus, à proprement parler, des moteurs de ménage.

Les petites machines à air chaud semblent mieux répondre aux conditions un peu étroites de ce programme: il y en a une, celle de Rider, qui fonctionne dans un pavillon du parc, vis-à-vis la section américaine, et qui sert à mettre en mouvement une pompe; la construction est des plus simples; un peu de coke, un peu d'eau, c'est tout ce qu'il faut pour la faire marcher; on la chauffe comme un poêle, avec deux ou trois seaux de coke par jour; on verse de temps à autre quelques gouttes d'huile dans les articulations; c'est à cela que se borne la conduite. On dit ce moteur très-répandu aux États-Unis, où on l'emploie fréquemment pour fournir, dans les fermes isolées, l'eau fraîche, dont les Américains font une si large et si utile consommation. Indépendamment de son intérêt pratique, cette machine mérite d'être étudiée comme une application très-heureuse de quelques-unes des données de la théorie mécanique de la chaleur.

En France, le problème a été abordé par une autre face: les petits ateliers sont surtout nombreux dans les grandes villes; dans les quartiers industriels de Paris, des maisons entières sont occupées par des ouvriers en chambre; le gaz est à tous les étages; de là l'idée des machines à gaz; on est arrivé peu à peu à les améliorer de manière à rendre leur marche sûre et silencieuse; ce sont encore, il est vrai, des appareils un peu délicats et qu'il serait dangereux de confier à des mains inexpérimentées. Le gaz est un combustible fort cher, qui, à égalité d'effet, coûte huit ou dix fois le prix de la houille, mais, pour de petites forces, on en consomme si peu que ces machines, telles qu'elles sont, rendent de sérieux services.

Il est curieux, au point de vue de l'utilisation de la chaleur, de les comparer aux machines à vapeur.

Une bonne machine à gaz d'un cheval de force consomme, par heure, environ 1 mètre cube de gaz, représentant 6000 calories. Les meilleures machines à vapeur consomment, par heure et par force de cheval, 1 kilogr. de houille représentant 8000 calories. Ainsi notre machine à gaz imparfaite, avec les pertes de puissance inhérentes à tout appareil de petite dimension, ne consomme, pour produire un même effet, que les trois quarts de la chaleur exigée par les machines à vapeur les plus puissantes et les plus perfectionnées.

Nous avons vu que nos machines à vapeur modernes sont des appareils déjà très-perfectionnés, qu'ils utilisent aussi bien que possible la chaleur, et qu'on ne saurait plus guère

leur demander des progrès très-importants, dans les conditions où ils sont placés.

Est-ce à dire qu'il n'y ait plus rien à faire? Et ces conditions elles-mêmes ne peuvent-elles être modifiées avantageusement? L'exemple des machines à gaz nous donne une première réponse.

De fait, les meilleurs appareils à vapeur ne transforment en travail que 8 à 10 pour 100 au maximum de la chaleur dégagée dans le foyer (1), et ce rapport descend souvent à 5 ou 2 pour 100.

D'où vient cet énorme déchet? Il ne s'explique que trop facilement.

Entre le foyer et l'arbre de couche, la chaleur a à parcourir un trajet long et compliqué: métal de la chaudière, eau, vapeur, cylindre, organes mécaniques; et ce trajet ne saurait s'accomplir sans qu'il y ait, à chaque pas, des pertes de chaleur, et surtout des chutes de température inutilisées, dont la plus importante est, sans contredit, celle qui se produit entre le foyer à 15 ou 1600°, et la chaudière à 150 ou 160°; on croirait voir un de ces vieux moulins qui prennent l'eau dans la montagne, et l'amènent par cascades et à grand fracas, au moyen de rigoles qui la perdent en route, sur une roue et font tourner à peine une paire de meules, quand la même eau, bien aménagée, pourrait donner la vie à de grandes manufactures.

Il est difficile de croire que ces conditions de fonctionnement de nos moteurs thermiques soient immuables et définitives, qu'on ne puisse raccourcir et simplifier cet énorme parcours de la chaleur, atténuer ces chutes, en un mot, aborder les hautes températures, car tel est le vrai secret du rendement élevé des machines à gaz.

Ces prévisions seront-elles réalisées? c'est ce que l'Exposition de 1888 nous montrera peut-être.

INSTITUT ANTHROPOLOGIQUE

DE LA GRANDE-BRETAGNE

M. FRANCIS GALTON

De la Société royale de Londres.

Les portraits composites.

Ce petit travail contient les premiers résultats que m'a donnés l'application d'un procédé proposé par moi, l'an dernier, au Congrès de l'Association britannique tenu à Plymouth. Voici en quels termes j'ai exposé cette idée devant la sous-section d'Anthropologie (2):

(1) Une calorie équivaut à 425 kilogrammètres. Un kilogramme de houille représente 8000 calories, soit $8000 \times 425 = 3\,400\,000$ kilogrammètres.

Un cheval-vapeur donne par heure $75 \times 3600 = 270\,000$ kilogrammètres.

Dans une machine à vapeur consommant un kilogramme de houille par heure et par cheval, le rapport entre le travail développé et l'équivalent mécanique de la chaleur dégagée sera donc :

$$\frac{270\,000}{3\,400\,000} = 0,08.$$

(2) Voyez ci-dessus, page 496, numéro du 24 novembre 1877.

« Quand on aurait des dessins ou des photographies représentant plusieurs personnes qui ont entre elles de grandes ressemblances, et ne diffèrent que par des détails accessoires, quelle serait la plus sûre méthode à suivre pour en tirer les caractères typiques de ces personnes? Je proposerai ici un plan dont M. Herbert Spencer et moi avons eu l'idée, et qui a pour principe la superposition optique des différents dessins, et l'étude de l'ensemble. M. Spencer me suggéra l'idée de tracer des dessins ramenés à la même échelle, sur des morceaux séparés de papier transparent, puis de les superposer et de les mettre entre les yeux et la lumière. J'ai essayé ce moyen avec quelque succès. Mon idée personnelle était de reproduire de légères épreuves de plusieurs portraits, les unes par dessus les autres, sur la même plaque photographique sensibilisée. Je puis ajouter qu'il est très-facile de superposer optiquement deux portraits au moyen du stéréoscope, et qu'une personne habituée à manier les instruments trouvera qu'un binocle ordinaire, muni des lentilles stéréoscopiques, produit presque le même effet, et est plus commode que les stéréoscopes du commerce. »

M. Spencer m'a dit avoir lui-même imaginé, il y a plusieurs années, un instrument pour tracer mécaniquement sur un papier transparent des sections longitudinales, transverses et horizontales de différentes têtes, qu'il se proposait de superposer les unes aux autres, afin d'obtenir par transmission de la lumière un résultat moyen.

Depuis la publication de mon discours de Plymouth, j'ai fait faire des essais, et j'ai constaté qu'en effet le procédé photographique que j'avais indiqué nous permet d'obtenir avec une précision mécanique une image généralisée, image qui représente, non tel ou tel individu, mais bien une figure imaginaire offrant les traits généraux et, pour ainsi dire, la moyenne d'un groupe donné d'individus. Ces visages imaginaires ont un air de réalité vraiment surprenant. Celui qui en voit un pour la première fois ne douterait pas que ce ne fût un portrait d'après nature. Et cependant il n'en est rien : je l'ai déjà dit, c'est le portrait d'un type et non d'un individu.

Je commence par réunir des photographies des personnes dont je veux m'occuper. L'attitude et les dimensions de ces portraits doivent être semblables, sans cependant que l'exactitude sous l'un ou l'autre de ces rapports soit nécessaire. Par un procédé bien simple je perce chaque photographie de



FIG. 1. — Plaque servant à marquer les points de repère.

deux trous d'épingle disposés de manière à me permettre de les suspendre toutes, avec les deux mêmes pointes, l'une devant l'autre comme un paquet de cartes, de façon que les yeux de tous les portraits soient, autant que possible, superposés : cela suffit pour que les autres traits du visage coïn-

cident également. Ces trous d'épingle nous servent de points de repère. Voici comment je les fais : je prends une plaque mince de cuivre ou de carton au milieu de laquelle j'ai découpé une ouverture rectangulaire, et entre les bords opposés de cette ouverture je tends deux fils qui se coupent à angle droit. La plaque est percée de deux petits trous, un de chaque côté de l'ouverture ; quand je veux m'en servir, je la pose sur le portrait qu'il s'agit de percer, en mettant l'ouverture au-dessus du visage. Je tourne alors la plaque jusqu'à ce qu'un des fils en croix vienne couper les pupilles des yeux, puis je la fais glisser jusqu'à ce que l'autre fil divise en deux parties égales l'intervalle qui sépare les pupilles. J'appuie ensuite sur la plaque pour la rendre immobile, et je perce la photographie à l'endroit qui correspond aux deux trous. Une fois les portraits ainsi préparés et suspendus l'un devant l'autre aux mêmes pointes, je braque sur eux l'objectif d'un appareil photographique.

Supposons, pour fixer les idées, que j'aie un paquet de huit portraits, et que les circonstances dans lesquelles j'opère exigent que l'action de la lumière dure quatre-vingts secondes pour me donner une reproduction photographique exacte de l'un quelconque d'entre eux. Voici la règle générale que l'opérateur doit suivre en pareil cas, sauf, dans la pratique, quelques légères variations de détail, selon le plus ou moins d'éclat des différents portraits : il faut projeter successivement pendant dix secondes sur la même partie de la plaque sensibilisée l'image des huit portraits. Appelons, par exemple, portrait n° 1 celui qui est au-dessus du paquet : nous découvrirons l'objectif photographique, puis au bout de dix secondes

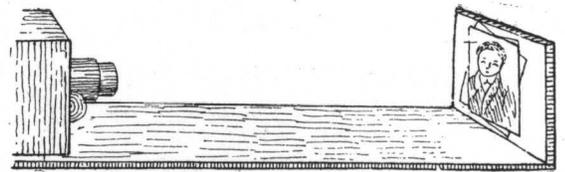


FIG. 2. — Appareil à photographies composites.

nous remettons le couvercle. Nous enlevons ensuite le n° 1 de dessus les pointes, et mettons ainsi à découvert le n° 2 ; nous faisons de nouveau agir l'objectif pendant dix secondes, puis nous le recouvrons. Nous enlevons le n° 2, et laissons le premier rang au n° 3 : même manœuvre que pour les portraits précédents, et ainsi de suite jusqu'au dernier. La plaque sensibilisée a alors subi l'action de la lumière pendant quatre-vingts secondes ; on développe l'image, qui donne le portrait généralisé dont j'ai parlé. C'est un portrait composite formé de huit autres portraits différents. Ses traits les plus nets et les plus foncés sont ceux qui sont communs au plus grand nombre de ses éléments ; les détails purement individuels ne laissent que peu ou point de traces visibles. Ces derniers se trouvant nécessairement reportés également des deux côtés de la ligne générale, les contours du portrait composé sont la moyenne de ceux de tous ses éléments. Ils forment une bande, et non une ligne fine, parce que les contours des portraits élémentaires se superposent rarement d'une façon exacte. Cette bande sera plus foncée en son milieu, toutes les fois que les portraits élémentaires auront le même type général de traits ; sa largeur donnera la mesure de la tendance qu'ont

les éléments à s'écarter du type commun. Cela s'explique par la même raison qui fait que les trous de balles sur une cible sont plus rapprochés entre eux dans le voisinage du centre qu'autre part, et cela d'autant plus que les tireurs sont plus adroits. Tout ce que nous venons de dire des contours est également vrai pour les ombres, de sorte qu'en définitive le portrait composite représente une figure moyenne dont les traits auraient été dessinés un peu mollement. Les yeux viennent bien nettement, grâce aux conditions mécaniques qui ont présidé au placement des portraits élémentaires.

Un portrait composite donne, pour ainsi dire, la figure que verrait dans son imagination un homme doué à un très-haut degré de la faculté de se représenter les images des objets ou des personnes. Mais la puissance imaginative, même des plus grands artistes, est loin d'être précise; elle est tellement sujette à subir l'influence des cas particuliers qui ont pu la frapper, qu'il n'y a pas deux artistes qui soient d'accord même sur une seule forme typique. Le mérite de la photographie composite consiste dans sa précision mécanique, car les seuls défauts qu'on puisse lui reprocher sont ceux inhérents à toute photographie.

Je possède plusieurs portraits composites faits pour moi par M. H. Reynolds. La première série se compose de portraits de criminels condamnés pour meurtre, assassinat ou vol accompagné de violences. On peut remarquer que les traits des portraits composites sont bien moins désagréables que ceux de leurs éléments. L'expression de telle ou telle tendance criminelle a disparu de ceux-ci, pour laisser reparaître les traits communs à l'humanité en général, que dissimulait cette expression. Les portraits composites représentent, non le criminel, mais bien l'homme porté au crime. Tous les portraits composites sont moins désagréables que leurs éléments, parce que la moyenne d'un grand nombre de portraits est exempte des irrégularités diverses qui déparent chacun d'eux en particulier. Ce qui m'a fait choisir cette série plutôt qu'une autre pour mes premiers essais, c'est que l'obligeance de Sir Edmond Du Cane, directeur général des prisons, a mis à ma disposition une collection considérable de photographies de criminels, dont je me suis servi dans mes recherches sur divers types de criminalité. Ces photographies sont fort commodes pour la méthode de superposition que je viens de décrire, parce que toutes sont à peu près de même grandeur, et presque toujours dans la même attitude. C'est en cherchant à obtenir les principaux types de criminalité par la superposition optique des portraits, comme je l'avais souvent fait pour des cartes et des tracés météorologiques (1), que j'ai conçu l'idée des portraits composites.

Une autre série de portraits composites a été obtenue en combinant les éléments deux à deux; elle peut servir à montrer la facilité extraordinaire avec laquelle il est possible de combiner deux visages quelconques, pour ainsi dire, pourvu qu'il y ait quelque analogie entre leurs proportions.

La figure 3 reproduit, autant que peut le faire une vignette ordinaire, un de mes portraits composites. Ce portrait a d'abord été reporté sur bois par un procédé photographique, puis le graveur s'est efforcé d'en reproduire exactement les

ombres. La photographie composite était la réunion de trois portraits élémentaires, et sa triple origine a laissé des traces distinctes dans les oreilles et dans les boutons du gilet. A mon avis, la photographie en question est une moyenne très-exacte de ces éléments: elle n'a pas un seul trait qui soit iden-



FIG. 3. — Gravure d'après une photographie composite.

tique à un des traits de ceux-ci, mais elle ressemble à tous, sans cependant rappeler l'un plutôt que l'autre. Cependant le graveur sur bois en a jugé autrement: il a rendu le portrait composite de telle façon que celui-ci est devenu tout à fait semblable à un de ces éléments, que cependant l'artiste n'avait pas vu. C'est comme si un artiste chargé de peindre un enfant qui n'a plus ni l'un ni l'autre de ses parents, faisait un portrait rappelant tous les traits du père, et méconnaissait la ressemblance non moins grande que l'enfant a avec sa mère, ressemblance tout à fait évidente pour les personnes de sa famille. Ce fait me semble prouver d'une manière incontestable que le portrait composite est une véritable combinaison.

Bien des gens seront étonnés, j'en suis sûr, de voir à quel point ces portraits composites sont nets. Quand on a affaire à des visages du même type, les points de ressemblance sont bien plus nombreux que les différences, et d'ailleurs il existe entre tous les visages en général une conformité bien plus grande que nous ne pouvons le reconnaître, habitués que nous sommes à porter notre attention principalement sur les différences individuelles. Un voyageur qui arrive au milieu d'une population appartenant à une race très-différente de la sienne, trouve que tous ceux qu'il rencontre se ressemblent, et un Indien a beaucoup de peine à distinguer les Anglais les uns des autres.

J'ai là une série de six photographies composites qui montrent l'exactitude avec laquelle ces portraits représentent leurs éléments. J'ai voulu savoir si l'ordre dans lequel on photographie les éléments, exerce une influence appréciable sur le résultat, et pour cela j'ai fait disposer trois des portraits de manière à former successivement les six permutations qu'ils peuvent donner. Or, quatre au moins des six portraits composites sont presque identiques. Je dois dire que pour chacune des photographies de cette série j'ai toujours laissé agir le second élément plus longtemps que le

(1) Conférence faite à l'exposition d'instruments scientifiques, 1878. Chapman et Hall. Section de géographie physique, p. 312, *les Moyens de combiner différentes données dans les cartes et les figures*, par Francis Galton, de la Société royale de Londres.

premier, et le troisième plus longtemps que le second; mais j'ai reconnu qu'il vaut mieux que chaque élément agisse pendant le même temps.

Comme je l'ai déjà dit, le stéréoscope est un instrument très-commode pour superposer optiquement deux portraits. Voici à ce propos une lettre, venue de fort loin, et dont la date est postérieure à celle de mon discours à l'Association britannique, qui propose le même procédé, et énonce plusieurs conclusions auxquelles j'étais arrivé de mon côté. Cette lettre m'a été communiquée par M. Darwin; elle lui a été adressée au mois de novembre dernier par M. A.-L. Austin, de la Nouvelle-Zélande, et nous fournit un nouvel exemple curieux de recherches nouvelles faites presque en même temps par deux personnes travaillant indépendamment l'une de l'autre et arrivant à des résultats semblables.

« A M. Charles Darwin.

« Invercargill (Nouvelle-Zélande), 6 novembre 1877.

« Monsieur, — Bien que je vous sois tout à fait inconnu, et que j'habite l'autre côté du globe, je prends la liberté de vous écrire au sujet d'une petite découverte que j'ai faite sur la vision binoculaire avec le stéréoscope. J'ai reconnu que, si l'on met dans un stéréoscope deux photographies ordinaires de personnes différentes, pourvu que les portraits aient à peu près la même grandeur et soient tournés presque dans le même sens, les deux visages se fondent ensemble d'une manière très-curieuse, et donnent toujours pour certains portraits de femme un *embellissement bien marqué*. Les photographies n'ayant pas été faites avec un appareil binoculaire, ne donnent pas bien l'illusion du relief; mais en les changeant de place jusqu'à ce que les yeux coïncident dans le stéréoscope, on les voit se fondre ensemble d'une manière parfaite. Si on se servait d'un appareil binoculaire, et que l'on prit la photographie de chaque personne sur une des moitiés du négatif, je suis convaincu que les résultats obtenus seraient encore plus frappants. Peut-être pourrait-on tirer parti de ceci pour rendre l'expression des émotions chez l'homme et les animaux inférieurs, etc. Je n'ai ni le temps ni les occasions de faire des expériences, mais il me semble qu'on pourrait tirer parti de ceci en photographiant les physionomies de différents animaux, de différentes races humaines, etc. Je crois qu'un visage de singe et un visage d'homme de quelque race inférieure, vus ensemble au stéréoscope, donneraient une combinaison très-curieuse; il y aurait aussi là un moyen d'étudier les produits que donne le croisement de différentes races d'animaux. On pourrait même appliquer cette idée aux photographies de parents et de leurs enfants. En tout cas, et sans parler des applications qu'on peut en faire, ces résultats sont curieux par eux-mêmes. S'ils menaient à quelque conséquence utile, vous voudrez bien, sans doute, reconnaître que c'est moi qui ai eu la première idée de cette expérience, et peut-être même m'en communiquer les résultats. Si, au contraire, vous pensez qu'il n'est pas probable que cette idée aboutisse à quelque chose, je serais heureux de recevoir un mot de réponse.

« Agréé, etc.

« A.-L. AUSTIN,

« Ingénieur civil. »

M. le Dr Carpenter m'a raconté que M. Appold s'amusa quelquefois à combiner au stéréoscope deux de ses propres photographies, dans l'une desquelles il avait à dessein pris un air sévère, tandis que l'autre était souriante: la combinaison des deux visages produisait un effet très-curieux.

Le stéréoscope se trouve dans toutes les mains, et cette considération en fait un instrument commode pour reconnaître si les dimensions et la pose de deux photographies différentes permettront d'en faire un bon portrait composite; mais après tout, l'emploi de cet appareil n'est qu'un expédient et un moyen imparfait d'arriver au résultat cherché. Le stéréoscope ne combine pas lui-même les images, il ne peut que

les placer de manière à permettre au cerveau de l'observateur d'essayer de les combiner. Or, il me semble que les deux impressions séparées transmises au cerveau par le stéréoscope n'ont pas toujours entre elles le même rapport de vivacité, mais que quelquefois l'image vue par l'œil gauche l'emporte sur celle que perçoit le droit, et *vice versa*. Tous les autres instruments que je vais décrire font ce que le stéréoscope ne saurait faire: ils donnent de véritables combinaisons optiques. Mais je ne crois pas avec M. Austin que l'emploi d'un appareil binoculaire pour obtenir les deux photographies que l'on veut combiner dans le stéréoscope ait la moindre importance. La seule chose indispensable, c'est que les deux photographies aient à peu près les mêmes dimensions. Sur tous les autres points énoncés dans la lettre de M. Austin, je suis parfaitement d'accord avec lui.

Le meilleur instrument que j'aie imaginé et employé jusqu'ici pour obtenir la superposition optique des portraits, est un prisme biréfringent de spath d'Islande. Les derniers dont je me suis servi m'ont été fournis par M. Tisley, l'opticien bien connu de *Brompton-Road*. Leur ouverture représente la surface d'un carré de 12,5 millimètres de côté, et, si on les tient perpendiculairement au rayon visuel, ils mettent entre l'image ordinaire et l'image extraordinaire une distance de cinq centimètres, lorsque l'objet se trouve à 425 millimètres de l'œil. Ces conditions sont bien suffisantes pour opérer sur les portraits-cartes. Une des images est tout à fait achromatique; l'autre est légèrement irisée. On peut modifier et ajuster la divergence en inclinant le prisme sur le rayon visuel. L'instrument projette l'image ordinaire d'un des éléments sur l'image

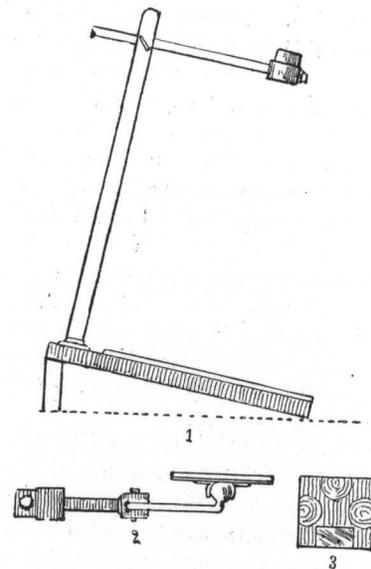


FIG. 4. — Appareil à prisme biréfringent pour la superposition optique des portraits (1). — 1, support; 2, bras articulé; 3, planchette à lentille.

extraordinaire de l'autre, et l'on peut regarder le portrait composite soit à l'œil nu, soit avec une lentille à long foyer, soit enfin avec une jumelle — une longue-vue donne de moins

(1) Le prisme est monté dans un petit cylindre qui peut tourner dans l'anneau par lequel se termine le bras supérieur; une vis de pression sert à le fixer dans la position voulue. Ce bras peut tourner sur lui-même, s'allonger ou se raccourcir à volonté. La planchette du pied

résultats — dont les coulisses sont assez longues pour permettre de voir distinctement un objet aussi rapproché. On peut combiner ensemble des portraits qui n'ont pas tout à fait la même grandeur, en mettant le plus grand des deux plus près de l'œil; on peut également adapter un visage un peu plus grand à un autre plus court, en penchant le premier de manière à le voir en raccourci. La légère différence focale que cela produit ainsi n'a pour ainsi dire pas d'effet appréciable sur l'aspect du portrait composite.

Avec un prisme biréfringent il est facile de superposer les portraits, ou de face ou de profil, de deux personnes qui sont l'une à côté de l'autre ou l'une derrière l'autre. Avec deux prismes de ce genre, disposés l'un derrière l'autre, on peut obtenir quatre images également brillantes, occupant les quatre angles d'un losange dont les angles aigus ont 45°. Trois prismes donneront huit images; mais dans la pratique cette combinaison n'est pas bonne, parce que les images sont peu distinctes, et se trouvent d'ailleurs trop près les unes des autres pour être utilisées. On peut encore adapter un ou deux de ces prismes à chacune des lentilles d'un stéréoscope à long foyer, ce qui permet de combiner quatre ou huit images.

J'ai fait encore un autre instrument, qui se compose d'une plaque de verre faisant un angle très-aigu avec le rayon visuel, et d'un miroir placé au delà, incliné aussi sur le rayon visuel, mais en sens contraire. Ainsi chaque point du verre renverra à l'œil deux rayons lumineux: le premier a été réfléchi à la surface du verre, et l'autre a été d'abord réfléchi par le miroir puis transmis par le verre. Il faut que la plaque de verre soit extrêmement mince, pour éviter l'effet de la double réflexion; on pourra prendre, par exemple, une de ces lamelles de verre dont on se sert pour couvrir les préparations microscopiques. Par extension du principe de cet in-

strument recouverte de liège garni de drap noir, sur lequel on fixe facilement les photographies élémentaires au moyen de punaises. Quand on veut se servir de l'instrument, on commence par fixer un des portraits sur la planchette, et on en approche le second portrait en faisant empiéter les bords l'un sur l'autre, si c'est nécessaire, jusqu'à ce que l'œil qui regarde à travers le prisme voie la combinaison voulue; on fixe alors le second portrait comme le premier. C'est à ce moment qu'il est bon de marquer sur les portraits les points de repère dont nous avons parlé plus haut, ce qui se fait ici avec des aiguilles adaptées à un bras articulé; ce procédé est d'une application plus générale que celui de la plaque à fils croisés déjà décrite, parce qu'on peut choisir comme centre de superposition tout autre trait que les yeux; par exemple, le nez, l'oreille ou la main. Soient A, B, C, ... Y, Z, les portraits élémentaires. Je fixe A sur la planchette, je combine successivement B C... Y Z avec A, et j'y marque les deux points de repère. Ensuite, avant de bouger Z, je retire A et j'y substitue un quelconque des portraits déjà percés, B, par exemple, en le combinant avec Z; enfin je retire Z, que je remplace par A, en combinant celui-ci avec B, ce qui me permet de percer A comme je l'ai fait pour tous les autres. Le support doit porter trois bras articulés semblables à 2. Deux de ces bras portent un cadre léger garni de liège et de drap noir; le troisième soutient une planchette 3 percée de trous dans lesquels sont disposés des lentilles de puissances différentes; on peut adapter à l'un quelconque de ces bras un petit miroir incliné à 45°. Lorsqu'un portrait doit être vu en raccourci, on le fixe sur l'un des cadres et on l'incline sur la direction du rayon visuel; s'il est plus petit que celui avec lequel on veut le combiner, on le rapproche de l'œil et on interpose une lentille de force convenable; si un profil du côté droit doit être combiné avec un autre du côté gauche, on le fixe à un des cadres et on le regarde par réflexion dans le miroir adapté à l'autre cadre. L'appareil représenté ici est fait un peu grossièrement, et comme presque toutes les pièces sont en bois, il est un peu lourd, mais il fonctionne bien.

strument, on peut y ajouter plusieurs lames de verre de moins en moins inclinées sur le rayon visuel, et réfléchissant chacune un portrait différent.

J'ai essayé plusieurs autres méthodes, car les moyens de superposer optiquement deux ou plusieurs images sont fort nombreux. Ainsi je me suis servi d'un sextant armé de sa lunette; j'ai pris aussi des miroirs étroits vus sous des angles différents et envoyant à l'objectif de la même lunette les images qu'ils réfléchissaient. Je me suis également servi d'une lentille divisée, comme si deux lentilles de stéréoscope étaient mises côte à côte, disposées en face de l'objectif d'une lunette.

Je n'ai pas encore eu l'occasion de superposer des images en mettant des négatifs sur verre dans des lanternes magiques séparées, convergeant toutes sur le même écran; mais une telle disposition, ou même un simple appareil de diorama, serait très-convenable pour montrer à un nombreux auditoire les effets de la superposition des portraits; et en employant la lumière électrique comme moyen d'éclairage, on pourrait photographier séance tenante le portrait composite projeté sur l'écran. On pourrait aussi construire une chambre obscure à long foyer, et armée de plusieurs objectifs légèrement divergents qui projetteraient sur la même plaque sensibilisée chacun l'image d'un négatif sur verre différent.

Les portraits composites sont appelés à nous rendre bien des services. Faits avec les portraits d'un grand nombre d'individus pris au hasard dans telle ou telle race d'hommes, ils nous donnent le type de cette race. Si l'on a opéré sur différents groupes appartenant à la même race, et que les divers résultats obtenus soient d'accord entre eux, nous serons en droit d'en conclure que ces résultats sont exacts, car c'est là le critérium par excellence de la vérité de toutes les conclusions statistiques. Nous pouvons aussi choisir parmi les hommes de la même race des types dominants ou très-marqués, comme je l'ai fait pour deux types de criminels.

Ce procédé peut encore servir à obtenir par la photographie le portrait réellement ressemblant d'une personne vivante. Ce qui rend les photographies inférieures, sous le rapport de la ressemblance, à un portrait fait par un bon peintre, c'est que celles-là ne saisissent qu'une seule expression. Si l'on avait un grand nombre de photographies de la même personne, prises à des époques différentes — même avec un intervalle de plusieurs années, — le portrait composite fait avec ces photographies posséderait ce qui manque à chacun des éléments considéré à part. J'ai déjà cité à cet égard l'expérience faite par Appold. Notre esprit est tellement porté à analyser ce qu'il voit, que, si on lui présente un certain nombre de contours superposés, il s'attache toujours de préférence à l'un d'entre eux qu'il choisit au détriment des autres. Du reste, il n'est pas constant dans ce choix, et prend tantôt un de ces contours, tantôt un autre. Lorsque nous regardons les papiers dont nos murs sont tapissés, et que nous donnons carrière à notre imagination, nous y voyons toutes sortes de formes et de dessins, et nous sommes souvent frappés de quelque combinaison bizarre qui nous échappe ensuite sans que nous puissions la reproduire à volonté; puis plus tard il se pourra que cette même combinaison se représente brusquement à nous sans que nous la cherchions. Un portrait composite devrait produire des effets de ce genre.

Nous pourrions encore employer ce procédé pour obtenir, avec un certain nombre de portraits d'un personnage historique indépendants les uns des autres, la reproduction la plus probable de ses traits. Les statues, les médailles, les bijoux faits de son temps pour reproduire ses traits rendraient sans doute de grands services à cet égard : on en prendrait des photographies uniformes qui donneraient ensuite le portrait composite. N'oublions pas qu'il est très-facile de donner aux différents éléments une valeur différente dans la combinaison. Par exemple, si l'on jugeait que la ressemblance probable d'une certaine statue avec l'original doit lui faire attribuer une valeur double dans le portrait composite, il suffira de doubler le temps pendant lequel on fait agir la photographie qui représente cette statue, ou encore de l'éclairer deux fois autant que les autres éléments.

Enfin le dernier emploi des portraits composites sur lequel j'insisterai ici, c'est l'application qu'on peut en faire aux recherches sur la transmission héréditaire des traits, puisqu'ils nous permettent de comparer la moyenne des traits des enfants avec ceux des parents. Une photographie composite de tous les frères et sœurs d'une famille nombreuse nous montrerait approximativement ce que serait probablement la moyenne des enfants si leur nombre croissait indéfiniment; mais nous arriverions à une approximation plus grande encore si nous considérons aussi ceux des cousins qui ont hérité des traits de la famille. Pour les parents il ne faudrait pas se contenter de faire le portrait composite du père et de la mère, mais on devrait y ajouter comme éléments indispensables les photographies des deux grands-pères, des deux grand-mères, des oncles et des tantes paternels et maternels. Les recherches statistiques que j'ai publiées sur la répartition des qualités intellectuelles dans les familles (1) peuvent fournir des données provisoires pour déterminer la part d'importance qu'il faut accorder aux différents degrés de parenté dans l'exécution du portrait composite. Cependant je commencerais par ne pas tenir compte de ces chiffres, et j'aimerais mieux d'abord attribuer au côté masculin et au côté féminin une part d'influence égale : par exemple, le grand-père et l'oncle paternels compteraient autant que le grand-père et l'oncle maternels. En second lieu, je représenterais le père et la mère chacun par le chiffre 4, et chacun des grands parents, des oncles et des tantes par 1; j'attribuerais également à chaque frère et à chaque sœur la valeur 4, et je donnerais la valeur 1 à chacun des cousins qui présenteraient un quelconque des traits de la famille en question. Quant aux autres cousins, je n'en tiendrais aucun compte. Comme je l'ai déjà dit, les chiffres que je viens d'indiquer se traduiraient par une action proportionnelle de chaque élément sur la plaque sensibilisée lors de l'exécution de la photographie composite (2).

Des photographies composites obtenues d'après ces principes permettraient sans doute à ceux qui s'occupent de

(1) *Hereditary Genius*, p. 317; colonne D. Macmillan, 1869.

(2) Exemple : nous voulons obtenir le composite des portraits de cinq frères ou sœurs et de cinq cousins, en laissant agir la lumière sur la plaque sensibilisée pendant un espace total de 100 secondes.

$$5 \times 4 + 5 = 25; \frac{25}{100} = \frac{1}{4}.$$

J'ai donc $4 \times 4 = 16$ secondes pour chaque frère ou sœur, et quatre secondes pour chaque cousin. Vérification : $5 \times 16 + 5 \times 4 = 100$.

l'élevage des animaux de juger des résultats de tel ou tel accouplement projeté, mieux qu'ils ne peuvent le faire à présent; et elles ne seraient certes ni moins intéressantes ni moins instructives au point de vue de la prévision des résultats des mariages. Sans doute même pourrait-on tirer un excellent parti de l'emploi fréquent du prisme biréfringent dont j'ai parlé plus haut, puisqu'il nous permet de réunir dans une image unique les traits de deux êtres vivants placés l'un à côté de l'autre.

Jusqu'à présent j'ai eu peu d'occasion d'appliquer d'une manière pratique le procédé des photographies composites parce qu'on ne peut sans d'assez longues explications se procurer les éléments indispensables. Le principal motif qui m'a fait publier ces premiers résultats est même de donner ces explications, qui me permettront sans doute de me procurer une assez grande variété de matériaux pour continuer ces études. Je voudrais surtout avoir des séries de photographies de personnes de la même famille, toutes autant que possible de même grandeur et dans la même attitude. La grandeur qui me semble convenir le mieux pour les photographies composites de famille, est celle qui donne une distance d'environ 12 millimètres entre la pupille de l'œil et la ligne de contact des deux lèvres. Les attitudes les plus faciles à définir sont le visage vu de face; le profil exact, donnant, par exemple, toujours le côté droit du visage; le trois quart exact, donnant toujours le côté gauche; dans cette dernière pose, le bord extérieur de la paupière droite sera tout juste visible. Dans chaque cas le modèle doit regarder droit devant lui. Des portraits de ce genre sont faciles à faire dans le format *carte de visite*, et j'espère qu'un assez grand nombre de photographes amateurs prendront plaisir à faire des séries de toutes les personnes de leur famille, jeunes et vieilles, hommes ou femmes, et à essayer d'en obtenir des photographies composites d'après les principes que je viens d'exposer. Cela est facile sans détériorer le moins du monde les photographies dont on se servira, car on peut faire les trous de repère dont j'ai parlé, non dans la carte photographique elle-même, mais dans le passe-partout qui la contient

F. GALTON.

COLLÈGE DE FRANCE

HISTOIRE NATURELLE DES CORPS INORGANQUES

COURS DE M. FOUQUÉ

Les propriétés optiques des cristaux biréfringents. Recherches de M. Michel Lévy.

L'optique minéralogique constitue l'une des branches les plus intéressantes de la physique; inaugurée par les immortels travaux de Fresnel et de Malus, développée avec éclat par Biot et Arago, elle a fourni matière aux magnifiques recherches de Sénarmont, de Pasteur, de Des Cloizeaux.

Parmi les savants dont je viens de citer les noms, les uns se sont occupés de questions de physique pure; les cristaux n'ont été entre leurs mains qu'une matière particulière fournissant des indications nouvelles sur les propriétés générales de la lumière; pour d'autres au contraire, les questions mi-