

d'autres médecins viendront à Rome, qui auront la bonne fortune de porter ou l'audace d'usurper le même nom. On ne comptera pas, dans la suite, moins de quatorze Asclépiadès fameux : Artorius Asclépiadès, un des nombreux médecins d'Auguste, le prédécesseur d'Antonius Musa, et si célèbre que le Sénat et la ville de Smyrne lui décerneront des honneurs divins à cause de son savoir immense; Asclépiadès Pharmacion, qui décrira et classera les principaux médicaments externes et internes; C. Calpurnius Asclépiadès, très estimé de Trajan; P. Numitorius Asclépiadès, un oculiste; C. Ælius Asclépiadès, attaché à l'école des gladiateurs du Colisée, etc., etc. Sans doute, tous ces médecins, en adoptant ce nom, entendront se mettre, pour ainsi dire, sous la protection d'Esculape, et profiter du prestige de ses prêtres, de leur gloire antique et consacrée. Mais ce n'est pas ce souvenir qui séduira surtout les Romains. S'ils accueillent avec faveur ces nouveaux Asclépiadès, c'est parce que leur nom rappellera un médecin très aimé de son temps, très célèbre et très bienfaisant. Comment refuser sa confiance et son argent à un homme qui se proclame habile à guérir, et qui a le double privilège de venir de Grèce et de s'appeler Asclépiadès? Qui sait? Peut-être, comme l'autre, ressuscite-t-il les morts!

MAURICE ALBERT.

PSYCHOLOGIE

La continuité optique (1).

La distance angulaire à partir de laquelle deux points distincts semblent se confondre donne la mesure de l'acuité de la vue. On admet généralement que pour l'œil normal, cette limite est atteinte lorsque l'angle formé par les rayons visuels n'est plus que d'une minute de degré; or, à la distance ordinaire de lecture, 30 centimètres, la corde de cet angle mesure 8 centièmes de millimètre, de sorte qu'une rangée de points se touchant l'un l'autre et n'ayant que 8 centièmes de millimètre de diamètre donnera au lecteur ordinaire l'impression d'une ligne continue extrêmement fine. Si les points sont remplacés par des petits traits transversaux, la ligne paraîtra plus large sans perdre son apparente continuité. Il est impossible de tracer une ligne qui, à l'œil, offre plus de régularité que l'image fournie par une succession de points ou de traits, à raison de 12 par millimètre, vue à la distance de 30 centimètres. Tout dessin, même délicat, susceptible d'être tracé avec une ligne d'épaisseur uniforme par la meilleure machine ou par l'ar-

tiste le plus habile, peut être reproduit par la chaîne la plus grossière s'il est à une distance telle que la distance angulaire de chacun des anneaux n'excède pas une minute de degré. L'horizon en mer n'est-il pas l'un des contours les plus doux qu'offre à nos yeux la nature? et pourtant cet horizon est formé par des vagues. Les pentes des montagnes éloignées n'apparaissent-elles pas en belles courbes bien douces, alors que lorsqu'on atteint ces pentes et qu'on veut les franchir, elles sont excessivement rudes?

J'ai préparé ici des chaînes et des séries de points de différents degrés de grosseur, de manière à vous montrer les phases par lesquelles passe la ligne ponctuée pour arriver à l'apparence de ligne continue, à mesure que la distance angulaire entre les points de chaque chaîne diminue. Quelques-unes de ces chaînes apparaîtront comme des lignes continues à toute la salle; au contraire, en raison des différences d'éloignement, d'autres sembleront continues à certaines personnes, alors que d'autres personnes plus rapprochées distingueront encore la nature vraie de ces lignes.

Théoriquement, il faudrait donc 12 points par millimètre pour donner l'idée de la continuité parfaite à la distance de 30 centimètres; on verra bientôt qu'un nombre beaucoup moins considérable de points suffit.

Le cyclostyle, qui est un instrument en usage pour l'écriture multiple, fait environ 11 points par double millimètre. Le stylet porte, au lieu d'une pointe, une petite roue dentée qui vient s'appliquer contre le papier. Celui-ci, est un papier poncé avec un léger glaçage fragile qui se trouve perforé à chaque contact de la roue dentée. La feuille ainsi perforée est ensuite étendue sur le papier et on passe un rouleau encreur. L'encre traverse les parties perforées et vient imprégner le papier au-dessous. L'impression est donc obtenue par des traits irréguliers ou des points.

Voici une circulaire écrite au cyclostyle. L'écriture est d'une régularité parfaite quand la circulaire est réduite par la photographie; si, au contraire, on l'agrandit, la discontinuité des traits apparaît. Ainsi, dans le mot *the* agrandi six fois, on voit très bien les points et on peut les compter; il y en a 42 dans la grande barre de la lettre H.

Une représentation beaucoup plus grossière de lignes continues est celle dont les broderies et les tapisseries nous donnent des exemples; elle est plus grossière encore sur les canevas d'école auxquels travaillaient nos aïeules dans leur jeunesse, et où chaque lettre comporte une moyenne de 16 points; mais peut-être la représentation la plus grossière qui ait jamais été employée pratiquement est-elle celle en usage pour les billets de chemin de fer. Dix à seize trous seulement forment une lettre.

Une bonne expérience pour se rendre compte du degré d'approximation avec lequel un cyclostyle donnant 11 points par double millimètre peut être employé pour simuler des lignes continues consiste à se servir de cet appareil pour dessiner le contour de portraits. J'ai demandé à l'employé qui avait écrit la circulaire que je viens de vous montrer de me dessiner quelques profils de différentes grandeurs, depuis la plus petite échelle à laquelle l'appareil puisse

(1) Extrait d'une lecture sur la *Limite de différence perceptible*, faite devant la *Royal Institution*, par M. Francis Galton.

donner quelque chose de distinct jusqu'à l'échelle pour laquelle il donne les meilleurs résultats.

Voici quelques spécimens. Le plus grand est un portrait de 37^{mm},5 de hauteur sur lequel les traits caractéristiques du visage sont très bien rendus, mieux rendus que sur les impressions un peu primitives que donnent parfois les journaux quotidiens. Ce portrait est formé de 366 points. La reproduction de taille moyenne, 18^{mm},75 de hauteur, comporte 177 points; elle serait tolérable si ce n'était les dentelures, dues à ce que l'appareil ne se meut pas avec la même facilité dans tous les sens, ce qui donne des à-coups quand la direction des lignes change brusquement. Les plus petites reproductions (8 millimètres de hauteur) contiennent environ 90 points; elles sont tout au plus passables à cause des dentelures dont je viens de parler.

J'ai fait des expériences, dans des conditions plus sûres que celles du cyclostyle, pour savoir combien il fallait réellement de points, de disques ou d'anneaux, par millimètre, pour produire un dessin satisfaisant, et aussi pour me rendre compte de combien les centres des points ou disques pouvaient dévier de la courbe réelle sans cesser de donner l'impression d'une ligne continue. Nous avons vu que l'œil ne peut percevoir moins qu'une tache dont le diamètre angulaire n'est pas inférieur à 8 centièmes de millimètre. Si nous représentons une série de taches de ce genre par une chaîne de disques, il est facile de se rendre compte qu'un petit défaut d'exactitude dans l'alignement des disques successifs n'aura pas d'importance. Que l'un d'eux soit un peu relevé et un autre un peu descendu, la portion de leurs surfaces respectives restant en ligne sera encore assez grande pour que, quand les disques seront vus à la limite de perception, les parties en dehors de l'alignement soient complètement invisibles. Lorsque les disques sont assez grands pour être perceptibles tout entiers, l'alignement doit être relativement plus exact. Après quelques essais, il m'a paru qu'il était pleinement suffisant que la situation du centre de chaque disque, par rapport à celui du disque immédiatement précédent, fût donnée par le plus rapproché des seize points principaux de la rose des vents : N., N. N.-E., N.-E., etc. Par conséquent, un simple relevé des situations respectives de chacune des séries d'éléments à petite équidistance est suffisant pour définir une courbe.

Le moyen le plus simple de consigner ces situations consiste à attribuer une lettre distincte de l'alphabet à chacune d'elles; *a* pour le nord (le haut du papier étant pris comme nord), *b* pour le nord-nord-est, *c* pour le nord-est, et ainsi de suite en suivant l'ordre jusqu'à *p*, de sorte que *e* représente l'est, *i* le sud et *m* l'ouest.

Pour vérifier l'efficacité de cette notation, j'agrandis l'un des profils obtenus avec le cyclostyle et, au moyen d'un petit « rapporteur » tracé sur du papier d'après le principe qui vient d'être énoncé, je notai la situation de chaque point, par rapport au précédent. J'obtins ainsi une formule du profil comprenant 271 lettres. Je mis alors de côté le dessin et essayai de le reproduire seulement d'après cette formule. Le résultat fut tout à fait heureux. Encouragé par

ce premier essai, j'en fis un autre plus ambitieux en opérant sur un profil de femme grec copié sur un bijou. J'étais très désireux de savoir ce que donnerait ce procédé grossier appliqué à un contour aussi pur. Le résultat est reproduit photographiquement ci-dessus; un anneau a été tracé autour de chaque point, pour en rendre la position plus distincte. La reproduction a été faite en différentes grandeurs. Celle qui ne contient que 2 points par millimètre (et qui, par conséquent, donne un tracé six fois plus grossier que le tracé théorique à 18 points par millimètre) est déjà très convenable. La différence entre cette reproduction et le tracé ordinaire échappe à beaucoup de per-

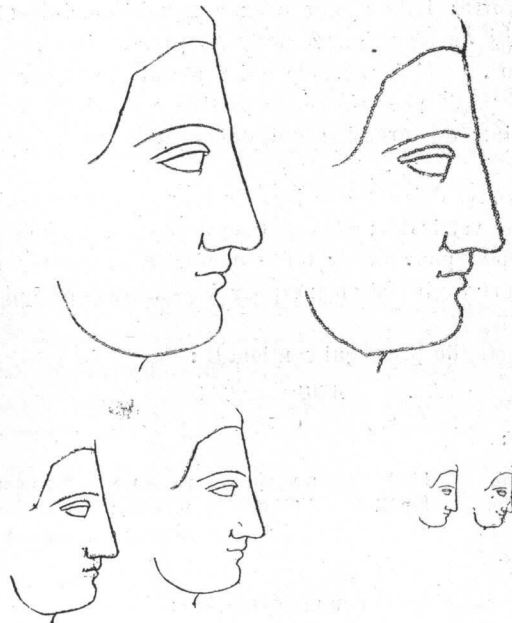


Fig. 67. — Profils tracés en lignes continues et en lignes discontinues.

sonnes. La reproduction de moyenne grandeur et bien plus encore la toute petite tromperont quiconque les regardera à la distance de 30 centimètres.

Le rapporteur, dont on s'est servi pour faire ces dessins, était formé d'une carte carrée, avec un évidement dans le milieu recouvert de papier à calquer dans lequel étaient percés un petit trou de 3 millimètres de diamètre et 16 petits trous juste assez grands pour permettre le passage de la pointe d'un crayon de mine de plomb dur. Ces points sont disposés suivant un cercle de 6 millimètres de rayon, ayant pour centre le centre du trou de 3 millimètres et correspondent aux 16 points principaux de la rose des vents; les lettres afférentes sont inscrites à côté de ces points. Le contour à reproduire étant fixé sur une planche à dessin et un té placé en travers pour guider l'œil, de manière à ce que le rapporteur reste toujours parallèle à lui-même, le centre d'un petit trou est amené au-dessus du commencement du contour, et à travers le trou le plus voisin de la suite du contour, on trace avec le crayon un point qui sert à son tour de point de départ, après inscription de la lettre de repère à travers le trou central. Il convient d'établir une

distinction entre le procédé qui vient d'être exposé et celui qui consiste à relever l'angle fait par chaque élément avec le précédent. Dans ce dernier cas, toute erreur sur la position d'un point affecte, en effet, la direction de toute la suite.

Les difficultés dues à la présence de contours détachés comme celui de l'œil ont été aisément surmontées par l'emploi des deux lettres R et S pour indiquer les crochets, et d'autres lettres non utilisées dans la notation pour désigner des points de repère. Les notations comprises entre un R et un S sont relatives à des points de direction qui ne doivent pas être marqués. Les points de repère désignés par d'autres lettres sont ceux auxquels conduisent les notations de direction et desquels partent les nouvelles notations. Voici la formule qui a permis de tracer l'œil; elle comprend une très petite partie du profil du front et des points de direction qui ont conduit de ce profil à l'œil.

Les lettres doivent être lues de gauche à droite suivant les lignes verticales; elles sont séparées en groupes de cinq, simplement pour éviter toute confusion et permettre de s'y reporter plus aisément pour les explications qui suivent :

La partie du profil qui contient U :

..... iiiiiU jiihi

L'œil :

URkkk	kklll	mSVap	ponmn	mmlmm
mlmlm	llmZZ	VnTnn	mnmnm	mmmlm
mmnZZ	Tjjjj	jjkkc	cbmmn	mnnnn
onooZ				

Lettres employées comme symboles :

R.... S = (....). Z = fin
U, V, T, sont des points de repère.

Ayant réussi pour une reproduction aussi délicate que celle de ce profil grec, il y a tout lieu de penser que le procédé s'appliquerait aisément à des dessins moins fins.

A première vue, il semble qu'il y ait une perte de temps inutile et une grosse affaire que de mettre ainsi en formule un dessin, pour le reproduire ensuite d'après cette formule; mais à la réflexion on s'aperçoit que le procédé peut être d'une grande utilité pratique. Rappelons-nous deux faits : d'une part, la quantité d'informations télégraphiques publiées chaque jour dans les journaux et permettant une avance de plusieurs jours ou plusieurs semaines sur les nouvelles apportées par la poste; d'autre part, les illustrations quelque peu rudimentaires, mais acceptables, publiées de temps en temps dans les journaux quotidiens sur les événements courants. On peut être assuré que la quantité d'informations télégraphiques augmentera constamment et que les procédés d'illustration des journaux quotidiens s'amélioreront. Or des événements importants se produisent souvent dans des contrées lointaines, dont aucune description n'en saurait donner une idée exacte sans le secours d'illustrations : catastrophe, vue de bataille,

exploration, portrait, etc. Il y a donc intérêt à chercher et à obtenir la transmission télégraphique de ces dessins, si cette transmission peut être réalisée sans dépense excessive. Entrons dans le détail de la question. Le tarif actuel de la correspondance télégraphique entre l'Amérique et l'Angleterre est de 1 fr. 25 par mot, 5 lettres comptant pour un mot. Or il faut 2 lettres pour chaque point, et la formule pour 5 points exigera 10 lettres correspondant télégraphiquement à 2 mots. Le coût de la transmission serait donc de 2 fr. 50, et pour 50 francs on transmettrait les indications nécessaires pour 100 points ou autres indications.

Le profil grec reproduit plus haut comporte un total de 400 indications, y compris celles relatives aux points de direction et aux points de repère. La transmission de ces indications des États-Unis en Angleterre coûterait donc 200 francs. Voici une carte d'Angleterre établie avec 248 points, comme spécimen du travail qui pourrait être transmis pour 125 francs. La dépense, quoique assez élevée, n'est pas disproportionnée avec les grandes dépenses que font les journaux pour leurs informations télégraphiques, de sorte que le procédé pourrait être employé chaque fois qu'il serait d'une utilité évidente.

Le risque d'erreurs de transmission est peu considérable. Je me suis renseigné à l'Office de météorologie dont les nombreux télégrammes sont transmis au moyen de signes numériques. Sur les 20 625 figures télégraphiées cette année à l'Office par les stations du continent, 49 seulement se sont trouvées erronées, soit 2 1/3 pour 1,000. A ce taux, les 800 indications nécessaires pour définir le profil grec auraient donné lieu à deux erreurs. Une erreur sur une notation aurait exactement le même effet sur le contour qu'une déchirure dans le papier sur lequel le contour aurait été dessiné, mais qui n'aurait pas été collé avec une parfaite précision. La déviation, due à cette erreur, n'excéderait jamais l'épaisseur du contour.

En se servant des 100 nombres, de 0 à 99, au lieu des 26 lettres, on aurait 74 figures inutilisées, ce qui permettrait de se servir de 32 points de la rose des vents, au lieu de 16, et de reproduire des longues lignes. Je ne puis entrer ici dans le détail, ni m'arrêter au contrôle d'exactitude générale que l'on pourrait se procurer, au moyen des distances entre les sommets des triangles formés par trois points de repère quelconques. Je n'insisterai pas non plus sur la meilleure forme à donner au rapporteur. En voici un qui projette sur le dessin l'image d'une rose des vents; il est formé d'un morceau de spath d'Islande doué de la double réfraction et grâce auquel l'image « extraordinaire » de la rose des vents vient se superposer à l'image ordinaire du dessin. Tout ce que je désire actuellement, c'est de montrer que cette application spéciale de la loi de la limite de différence perceptible à la continuité optique nous donne une nouvelle faculté qui a son importance pratique.

P. S. — Une méthode pleine de promesse au point de vue pratique, et que j'ai essayée, consiste à se servir de papier

quadrillé sur lequel on trace le dessin ou d'un papier quadrillé transparent qu'on applique sur ce dessin. Les points devront être marqués à des distances n'excédant pas trois divisions, le long du contour, aux intersections du quadrillage qui correspondent le mieux à ce contour. Chaque point successif est ensuite considéré comme point central, comme celui numéroté 44 dans le tableau ci-dessous, et les notations correspondant au point prochain sont inscrites avec un crayon fin dans l'intervalle entre les deux points.

11	21	31	41	51	61	71
12	22	32	42	52	62	72
13	23	33	43	53	63	73
14	24	34	44	54	64	74
15	25	35	45	55	65	75
16	26	36	46	56	66	76
17	27	37	47	57	67	77

Ces notations recopiées ensuite donnent la formule. En se servant du chiffre 4 comme zéro, on évite les signes + et —, 3 étant mis pour — 1, 2 pour — 2 et 1 pour — 3. Le premier chiffre de chaque notation définit la coordonnée horizontale, le second chiffre la coordonnée verticale. Une demi-heure d'exercice suffit pour apprendre les chiffres à employer. Les chiffres 0, 8 et 9 n'entrent dans aucune des 49 notations figurées ci-dessus; les 51 autres notations, complétant la série de 100 (de 00 à 99), comprennent 21 cas dans lesquels entrent 0, 8 ou 9, mais comme premier chiffre seulement, 21 cas dans lesquels l'un de ces chiffres figure à la deuxième ligne seulement, et 9 cas dans lesquels la notation se compose de deux de ces chiffres.

Cette méthode a cinq avantages: des éléments moyens, courts ou très courts, peuvent être pris suivant le caractère de la ligne en chaque point; pas de souci quant à l'orientation; les points successifs sont repérés sans rapporteur; le travail peut être facilement révisé, et l'exactitude des relevés vérifiée par la comparaison des totaux obtenus en additionnant les petites coordonnées conduisant à un point repère avec leur valeur totale lue directement.

On fait usage pour les correspondances militaires d'une méthode dans laquelle les signaux sont définis également par des coordonnées.

FRANCIS GALTON.

INDUSTRIE

La traction électrique des trains de chemins de fer.

Les immenses progrès réalisés par l'électricité dans ces différents emplois, au cours de ces dernières années, la facilité avec laquelle se manœuvrent les forces considérables qu'elle peut mettre à notre disposition, nous permettent d'espérer tout de son puissant concours; aussi n'hésite-t-on pas aujourd'hui à lui imposer la résolution des problèmes

les plus complexes. Parmi ces derniers, la traction électrique des trains de chemins de fer a rapidement pris le premier rang, et, certainement, lorsqu'on sera parvenu à résoudre économiquement le problème, il ne manquera pas de gens surpris que le résultat n'ait pas été obtenu plus tôt. Déjà même les avides du progrès proclament comme en avance sur la France telle ou telle nation plus jeune, chez laquelle la mise en pratique de la traction électrique est déjà faite ou sur le point de se faire.

Si nos trains de chemins de fer ne sont pas encore mis en marche électriquement, ce n'est pas faute que de savants ingénieurs se soient consacrés à cette étude; ce n'est pas faute, pouvons-nous même dire, qu'ils en tiennent tous les moyens en main et en très grande partie réalisés matériellement. Mais du fait même des progrès rapides de l'électricité, il faut s'avancer dans cette voie avec prudence, car tel dispositif qui est un progrès marqué aujourd'hui peut être grandement perfectionné demain, et tout serait alors à refaire. Dans la traction des trains de chemins de fer, plus que partout ailleurs, il fallait agir avec circonspection, car la traction à vapeur, que nous avons peut-être le droit de trouver vieux jeu, rend encore d'excellents services, de plus le puissant matériel fixe et roulant auquel elle a donné lieu ne saurait être supprimé et remplacé du jour au lendemain. En dehors de l'ingratitude flagrante dont nous ferions preuve vis-à-vis de la vapeur, il y a une question purement matérielle, pécuniaire, qui empêchera cette révolution de s'accomplir dans un faible espace de temps. Du reste, les tramways électriques auxquels notre distingué confrère M. G. Lavergne a consacré, à cette place même, une excellente étude (1), seront un acheminement naturel aux chemins de fer électriques, et leur fourniront un champ déjà vaste d'expériences d'un enseignement incontestablement profitable.

Tout en rendant justice au bon fonctionnement de la locomotive à vapeur, nous n'hésitons pas à faire son procès et, sans nous arrêter à tous ses côtés faibles, nous jetterons un rapide coup d'œil sur la dépense qu'elle occasionne pour développer la force qu'elle met à notre disposition.

Une locomotive à vapeur consomme en moyenne 3 kilogrammes de charbon de bonne qualité, pour produire la force de un cheval-heure disponible aux essieux. Si la locomotive était mue électriquement, recevant le courant d'une station fixe, chaque cheval-heure disponible aux essieux exigerait à peine une dépense de 1^{kg},66 de charbon, en ne comptant que sur 60 pour 100 comme rendement pour la transmission électrique de la force motrice. En effet, les moteurs perfectionnés, à double et triple expansion, et à condensation, comme on en pourrait installer dans des usines fixes, peuvent donner facilement aujourd'hui un cheval-heure avec 1 kilogramme et même 0^{kg},800 de charbon. Ces données très simples montrent donc immédiatement que la locomotive à vapeur dépense, à peu de chose près, le double d'une locomotive électrique; la substitution

(1) Voir la *Revue scientifique* du 11 février 1893.