

5

RECHERCHES GRAPHIQUES

SUR LA MUSIQUE

EXTRAIT DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*

du 13 Juillet 1893.

5
A. BINET & J. COURTIER

RECHERCHES GRAPHIQUES
SUR LA MUSIQUE



PARIS

BUREAUX DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

—
1895

RECHERCHES GRAPHIQUES SUR LA MUSIQUE

Nous nous sommes proposés, dans ces derniers temps (1), d'appliquer la méthode graphique à la musique, dans le but d'étudier certains points de la psychologie des mouvements. Après d'assez longs tâtonnements, nous avons obtenu quelques résultats que nous désirons résumer ici : ces résultats intéresseront peut-être les musiciens. En jetant un coup d'œil sur nos tracés, ils y retrouveront un certain nombre de faits que les observations de chaque jour leur ont rendu familiers ; ils y apercevront peut-être aussi d'autres faits, dont ils n'avaient probablement pas une conscience très nette. Si subtile qu'elle soit, l'oreille musicale ne saisit pas certains détails légers et rapides de l'exécution des morceaux ; elle n'en donne qu'une impression subjective et fugace. Il est avantageux de pouvoir contrôler et même redresser le témoignage de l'oreille par celui de la méthode graphique, qui met sous nos yeux un tracé permanent et mesurable.

Nos essais se bornent jusqu'ici aux mouvements des pianistes ; nous n'enregistrons pas le son, mais le travail mécanique des doigts sur les touches. L'enregistrement se fait au moyen d'un tube de caoutchouc fixé

sous les touches dans une position convenable ; la touche, en s'abaissant, rencontre le tube et l'écrase ; il en résulte une poussée d'air, que l'on recueille par les procédés connus dans un tambour à plume inscrivante ; la pression de l'air imprime à cette plume un mouvement qui s'inscrit sur une bande de papier qui se déroule. Si on ne frappe pas les

touches, la plume trace sur le papier une ligne droite uniforme, c'est la ligne de repos, qu'on appelle la ligne des abscisses. Dès qu'une touche est frappée, la poussée d'air qui se fait dans le tambour soulève la plume et lui fait tracer, au-dessus de l'abscisse, une courbe dont la hauteur correspond à la force de la note, dont la longueur correspond à la durée de la note, et dont les différents détails de forme correspondent, comme nous l'indiquerons plus loin, aux détails de la force musculaire dépensée par le pianiste. Ce que

nous venons de dire d'une note s'applique également à une série de notes, à leurs intervalles, à leurs combinaisons. En résumé, force, forme et durée, tels sont les trois éléments sur lesquels la méthode graphique peut donner des renseignements infiniment plus précis que ceux de l'oreille la mieux exercée.

I

Quel peut être l'intérêt de cette méthode de précision appliquée à la musique ? L'intérêt est triple : psychologique, pédagogique et artistique.

1° Intérêt psychologique. — Notre première intention a été de faire une étude de psychologie sur les mouve-

ments. On étudie en général en psychologie des mouvements simples, sur des sujets placés dans des conditions un peu artificielles, et le sujet est obligé de s'adapter à un instrument particulier dont il n'a pas l'habitude, comme le dynamographe, l'ergographe, etc. Ici, avec le dispositif que nous étudions, nous pouvons observer des mouvements volontaires complexes, beaucoup plus complexes que ceux de l'écriture ou du dessin ; et nous les prenons dans leur état normal, sans soumettre l'artiste à aucune contrainte, sans

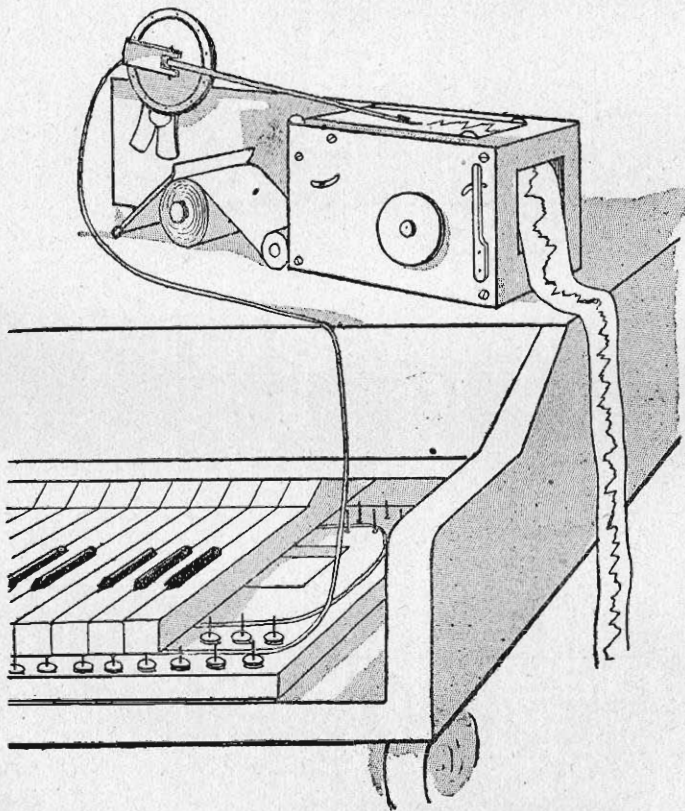


Fig. 1. — Appareil pour l'enregistrement du doigté des pianistes.

(1) Une première communication de nos résultats a été faite à l'Académie des sciences, le 18 mars 1893.

même lui laisser soupçonner qu'il est en expérience. En effet, rien n'est modifié dans l'aspect extérieur du piano sur lequel il joue, ni dans la résistance des touches.

2° *Intérêt pédagogique.* — Ce second intérêt de nos recherches a été ressenti de la manière la plus vive par tous les artistes qui nous ont prêté leur concours. Les tracés indiquent à chaque artiste le plus ou moins de perfection de son mécanisme et les erreurs qui lui sont habituelles ; indications si précises que chacun est obligé de s'y soumettre, malgré des résistances d'amour-propre. Un artiste nous disait en regardant avec mélancolie un de ses tracés : « C'est un confessionnal ! » Dans des expériences avec un autre artiste nous lui demandions après chaque essai (il s'agissait de faire des gammes en *decrescendo*) de nous dire ce qu'il pensait de l'exécution : or, l'artiste ne pouvait se servir le plus souvent que de phrases vagues : « C'est mou ! C'est brouillé ! C'est cotonneux ! » Le tracé lui indiquait chaque fois le fait précis, et lui apprenait en quelque sorte à prendre conscience de lui-même. Une pianiste des concerts Colonne, qui a été la cause occasionnelle de nos recherches en venant nous demander d'enregistrer la distinction de ses trois touches, s'est servie de notre procédé graphique pour contrôler et perfectionner son enseignement musical. Nous sommes arrivés à la conviction raisonnée que cette méthode doit rendre de grands services à tous ceux qui cherchent à améliorer leur mécanisme : aussi avons-nous cru utile de faire construire un appareil enregistreur simplifié, dont nous donnons plus loin la description.

3° *Intérêt artistique.* — On sait que malgré ses complications la notation musicale est incapable de donner toutes les nuances d'exécution d'un morceau ; elle indique le temps sans aucune délicatesse : il y a bien des nuances possibles entre la durée des blanches, des noires ; les temps d'un morceau peuvent s'accélérer ou se ralentir très légèrement sans que l'écriture musicale puisse l'indiquer. Aussi use-t-on et abuse-t-on d'une foule d'expressions vagues empruntées à la langue italienne pour obvier à ces graves défauts. Rappelons aussi que le métronome est pour les mêmes raisons un instrument trop grossier pour la mesure du temps en musique. Bref, plusieurs personnes peuvent exécuter un même morceau avec un esprit bien différent, quoique chacune d'elles reste fidèle à la lettre de l'écriture musicale. Il serait certainement du plus grand prix d'avoir le tracé d'une œuvre exécutée par l'auteur lui-même : celui-ci ne peut qu'accepter avec empressement un moyen d'expression qui lui permettra d'indiquer aussi exactement que possible sa pensée. La méthode graphique en effet peut donner le temps à un centième et à un millième de seconde près, et indiquer l'intensité relative des notes.

II

Nous désirons maintenant décrire en peu de mots comment nous avons appliqué la méthode graphique au piano. Cette méthode a été portée par les travaux de M. Marey à un degré remarquable de perfection, qui a singulièrement facilité notre tâche ; néanmoins nous avons eu à vaincre un grand nombre de difficultés, avant de trouver un dispositif satisfaisant aux conditions qui nous étaient imposées par les pianistes, et d'autre part par les tracés. Tout d'abord, nous avons eu à nous préoccuper de quelques questions de commodité pratique qui ne sont pas à dédaigner. Il fallait que notre dispositif ne nécessitât aucune modification dans la construction intérieure du piano, et pût être adapté avec un minimum de travail à n'importe quel instrument ; il fallait en outre que la partie enregistrante de l'appareil, quand elle est logée dans le piano, pût être à volonté, par la pression d'un simple bouton, mise en état d'activité ou soustraite à l'action des touches ; il était plus important encore que la résistance des touches ne fût pas modifiée, car les pianistes ont pris l'habitude d'un certain toucher. Nous avons pu constater que lorsqu'on augmente, même dans des proportions très faibles, la dureté des touches, les artistes en sont péniblement impressionnés et perdent une partie de leurs moyens.

Les exigences n'étaient pas moins nombreuses du côté des tracés ; il est bien certain tout d'abord que deux notes quelconques frappées d'une manière égale devaient donner la même courbe ; mais ceci n'était rien : il a fallu disposer la partie enregistrante de l'appareil de manière qu'à l'intensité de l'attaque d'une touche correspondit la hauteur du tracé, et qu'un accord de deux notes correspondit à un tracé ayant comme hauteur le double (sensiblement) de celle d'une note isolée ; il a fallu que les touches blanches et les touches noires, frappées avec une force égale, eussent un tracé de même hauteur, quoique leur bras de levier soit différent ; enfin il était de toute nécessité que pendant que deux notes sont tenues, par exemple deux *do* en octave, les notes intermédiaires de la gamme fussent capables de s'inscrire.

Le dispositif que nous avons employé n'est pas parfait ; mais il a l'avantage de répondre à la plupart de ces desiderata si complexes, et il y répond, ce qui est presque paradoxal, grâce à sa simplicité.

Il se compose essentiellement d'un tube en caoutchouc unique, placé sous les touches, et réuni par ses deux extrémités à un tambour enregistreur également unique. Cette unité d'organe évite les erreurs

provenant des différences de sensibilité et de réglage d'appareils à air multiples.

Le tube de caoutchouc, de 6 millimètres de diamètre, est porté sur une lame de bois qu'on adapte immédiatement en arrière du plateau du piano; le niveau de la lame de bois peut être modifié à volonté au moyen d'un système de cales qu'on règle avec un bouton, de sorte qu'on peut, en pressant ce bouton, faire affleurer la partie enregistrante au niveau des touches ou l'abaisser. Quand elle affleure, le toucher s'inscrit, quand elle n'affleure pas, l'inscription cesse. Enfin, comme cette partie enregistrante dépasse à peine de quelques millimètres le niveau des mouches qui servent de butoirs aux touches, la résistance des touches n'est augmentée que dans des proportions insignifiantes.

Le tambour enregistreur que nous employons est un tambour de Marey à fond de caoutchouc qui inscrit au moyen d'une plume sur une feuille de papier. En général, on fait écrire la plume sur un cylindre tournant enduit de noir de fumée. Pour donner à l'instrument une forme pratique qui le rendit accessible aux artistes, nous avons construit un appareil simplifié composé d'une bande de papier qui est entraînée à frottement par deux rouleaux qu'actionne un mouvement d'horlogerie. L'appareil est portable, de dimensions réduites; il a à peu près celles d'un volume in-octavo. Nous avons supprimé l'enfumage du papier en employant une plume à encre d'un modèle nouveau; elle se compose d'un réservoir d'encre en amadou, qui cède lentement, par capillarité, sa provision d'encre à un style de bois poreux.

III

Examinons successivement ce que cet appareil donne au point de vue de la force, du temps et de la forme.

Force. — Le tracé de la figure 2 permet d'étudier la fidélité avec laquelle l'appareil enregistre des pressions de force inégale.

Elle correspond à une série d'accords : en *a*, on frappe une note; en *b*, deux notes; en *c*, trois notes, et ainsi de suite jusqu'à six notes; on voit que le tracé s'élève graduellement, qu'il est plus haut par exemple pour quatre notes que pour deux, et pour six que pour quatre. La hauteur du tracé est-elle proportionnelle au nombre de notes? C'est ce qu'il est difficile de dire, parce que l'on ne sait pas, quand une personne frappe trois notes à la fois, si elle dépense pour chacune la même force que si elle les frappait successivement. Une autre expérience, correspondant à la figure 2, répond mieux à la question : en *a'*, on frappe une note et ensuite en *b'* une seconde note en conti-

nuant à appuyer sur la première touche; on voit que le tracé enregistre exactement ces deux notes successives, qui représentent une exagération de ce qu'on appelle en musique le *lié*; puis, on abaisse une nouvelle touche, et ainsi de suite, en maintenant toujours abaissées les touches précédentes; chaque note se marque indépendamment de celle qui la précède et qui reste appuyée. L'ensemble figure un escalier dont chaque note produit une marche; la longueur et la hauteur des marches n'est pas rigoureusement égale, à cause de l'inhabileté du sujet qui a fait l'expérience. Pour le dire en passant, cet exercice, quoiqu'il n'ait aucune application musicale directe, offre pour les musiciens un intérêt pédagogique sérieux, et leur montre nettement l'égalité ou l'inégalité de leurs doigts.

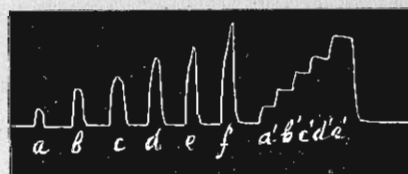


Fig. 2. — Tracés obtenus : *a*, en frappant une note; *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, en frappant des accords de 2, 3, 4, 5 et 6 notes; *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, en jouant cinq notes successives et en maintenant les touches abaissées.

En résumé, le tracé 2 prouve que l'appareil est suffisamment sensible pour exprimer par la hauteur des courbes l'intensité du toucher. Naturellement, nous ne devons pas chercher ici une proportion rigoureusement mathématique entre la hauteur et l'intensité, parce qu'une membrane de caoutchouc ne peut pas la donner : son élasticité a une limite, et elle décroît à mesure qu'on s'approche de cette limite. Il en résulte que si, sous l'influence d'une poussée égale à 1, la plume reliée à la membrane se déplace d'un centimètre, elle pourra ne pas se déplacer de dix centimètres pour une poussée égale à 10 : l'effet dépendra de la tension de la membrane, de sa dimension et d'autres circonstances. On peut construire pratiquement une échelle des rapports entre la force des pressions et les déplacements de la membrane;

mais ce sont là des recherches qui n'ont point d'application pour les études que nous exposons : aussi négligeons-nous d'insister plus longuement.

Nous avons parlé plus haut de la nécessité qu'il y a d'égaliser les touches blanches et noires, pour avoir des tracés équivalents. On sait que ces touches ne présentent pas la même résistance : la touche noire est plus dure que la blanche, et pour l'abaisser il faut la charger de quelques grammes de plus ; en outre, par sa forme et sa position elle est moins facilement accessible au doigt, et l'attaque ne se fait pas de la même façon ; ces raisons sont plus que suffisantes pour expliquer que le tracé donné par les touches noires ne peut être rigoureusement comparable au tracé des blanches. Nous avons cherché simplement à ce que, lorsque les deux genres de

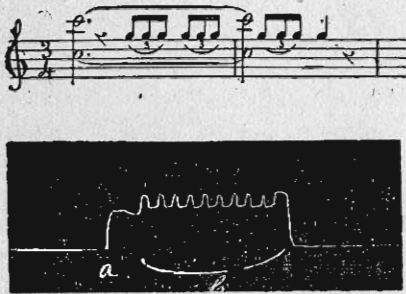


Fig. 3. — Tracé obtenu en tenant deux *do* en octave et en frappant une note intermédiaire. En *a*, on frappe les deux *do* en octave ; *b*, tracés de la note intermédiaire, *sol*.

touches sont frappées avec un maximum d'intensité, les tracés soient de hauteur égale : nous y sommes parvenus empiriquement, après de longs tâtonnements. Le dispositif que nous avons définitivement choisi donne de très bons résultats ; il consiste à éviter légèrement le bois de la lame qui soutient le tube, dans les parties correspondant aux touches noires ; de cette manière la résistance des touches devient équivalente, et les tracés ont exactement la même hauteur.

Relativement à la question de la force de pression il existe un autre desideratum, que nous avons indiqué plus haut : il est nécessaire que l'appareil enregistre les notes intermédiaires aux notes tenues, complication qui peut se présenter pendant les exercices : nous avons assuré cet enregistrement en calculant la hauteur et le diamètre du tube, par rapport au niveau des mouches, de manière à ce que le tube ne fût jamais écrasé complètement. Il reste une faible lumière qui suffit à l'enregistrement des notes intermédiaires ; c'est ce que montre le tracé 3, qui correspond à une expérience de ce genre.

En résumé, la hauteur des courbes, comptées au-

dessus de l'abscisse, correspond bien à la force de la pression sur les touches.

Temps. — Le temps est un des éléments que la méthode graphique donne avec le plus de précision ; nous n'avons donc pas à insister sur ce point. Nous nous bornerons à faire deux simples observations relatives à notre appareil.

1° En unissant les deux extrémités du tube de caoutchouc au tambour enregistreur, nous adoptons un dispositif qui pratiquement a pour effet d'égaliser la distance de toutes les touches au tambour. Supposons en effet que le tube soit fermé à une de ses extrémités : les touches placées près de cette extrémité seront plus éloignées que les autres du tambour, ce qui amènerait un retard dans l'enregistrement de leur action.

2° L'unité du tambour enregistreur assure une mesure exacte du temps s'écoulant entre diverses notes.

Forme. — Théoriquement, la méthode graphique doit donner la forme du mouvement ; dans la réalité, ce résultat n'est pas toujours atteint. On sait que l'enregistrement des mouvements extrêmement rapides est le désespoir de la méthode graphique, parce que ces mouvements, en ébranlant fortement la membrane de caoutchouc des tambours enregistreurs, déterminent une projection de la plume qui déforme le tracé. Nous avons obtenu des déformations de ce genre dans nos premiers essais, et il ne pouvait en être autrement puisque les mouvements d'attaque des pianistes sont des mouvements extrêmement vifs, qui durent à peine quelques centièmes de seconde. Nos tracés étaient défigurés par les vibrations de la plume inscrivante, qui enlevaient aux courbes une grande partie de leur intérêt. Nous donnons un de ces tracés déformés pour montrer l'importance de cette cause d'erreur produite par l'inertie de l'appareil. Les physiologistes ont longuement cherché une correction de ces appareils, et si l'historique de cette intéressante question est en général peu connu, c'est parce que beaucoup d'efforts faits dans ce sens n'ont pas donné de résultats appréciables. On s'est efforcé le plus souvent de réduire le poids ou la longueur de la plume inscrivante, en se résignant à produire des tracés presque microscopiques, qu'on amplifiait ensuite par la photographie ou par des appareils à projection. On a aussi eu l'idée d'introduire dans le tambour ou dans le tube de transmission de la plume du coton, des matières inertes quelconques, pour amortir le choc des poussées d'air rapides. Nous ignorons l'effet de ces différents expédients, les tracés n'ayant pas été publiés ; il nous semble en tout cas qu'il serait difficile de régler et de mesurer des effets de ce genre.

Des recherches patientes nous ont donné une

solution toute différente du problème. L'observation nous a montré qu'un orifice capillaire intercalé dans le tube de transmission suffit pour supprimer les oscillations de la plume et les diverses déformations dues à l'inertie de l'appareil enregistreur; la forme du tracé est en quelque sorte épurée par cet artifice, comme on peut s'en assurer en comparant les deux tracés A et B de la figure 4, dont l'un, A, est pris avec les méthodes habituelles, et le second, B, est pris avec un orifice capillaire. Nous avons fait construire un appareil dont le principal avantage est de permettre pour chaque expérience de régulariser l'inscription des phénomènes. Il se compose, dans sa partie principale, d'un diaphragme percé d'orifices de dimensions graduées. Cet appareil, de la dimen-

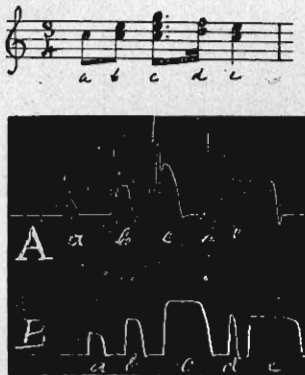


Fig. 4. — Tracés obtenus : en A, avec un tube de transmission libre; en B, avec un orifice capillaire intercalé dans le tube de transmission.

sion d'une petite montre, est intercalé dans le tube de transmission.

Des recherches historiques faites après coup nous ont appris que M. Marey a employé le tube capillaire dans les manomètres à mercure pour obtenir le niveau moyen de la pression sanguine et supprimer les oscillations dues aux contractions du cœur. Il n'y avait de là qu'un pas à faire, semble-t-il, pour appliquer le même dispositif à la transmission par air. Il est vrai que le résultat des deux procédés a été bien différent: celui de M. Marey égalisait les pressions; le nôtre, au contraire, les laisse subsister à ce point que nous pouvons enregistrer le tic-tac du pouls, et que le tracé ne diffère point de celui qu'on obtient avec un tube libre (1).

Nous avons appris depuis également que M. Chauveau a employé dans son laboratoire du Muséum des robinets rétrécisseurs. En réglant à l'aide de tâtonnements l'ouverture de ces robinets, on rectifie les tracés. Mais on ne connaît peut-être pas la nature ni

le degré de résistance introduit dans le tube de transmission aussi exactement qu'avec des orifices capillaires gradués.

IV

La méthode que nous venons de décrire nous a permis de recueillir des tracés qui éclairent plusieurs questions importantes pour les musiciens. Nous nous bornons à publier ces tracés, en les accompagnant d'un court commentaire.

Égalité des doigts. — On sait que, par suite de la constitution anatomique de la main, les doigts n'ont ni la même force, ni la même indépendance: le principal but d'un grand nombre d'exercices musicaux est d'augmenter la puissance des deux derniers doigts de la main, qui sont les plus faibles de tous. De bons juges assurent que quand l'annulaire et l'auriculaire sont devenus aussi forts et aussi indépendants que le pouce et l'index, on peut se jouer de la plupart des difficultés musicales. Malheureusement, l'oreille seule est appelée à décider si dans une gamme ou un morceau les doigts frappent ou non les touches avec une force égale; et l'oreille, nous le répétons, peut se tromper. Ne vaut-il pas mieux avoir un tracé qui renseigne exactement l'artiste sur l'état moteur de sa main et sur le travail que chacun de ses doigts est capable de donner? Nous avons recueilli un bon nombre de tracés dans lesquels nous avons pu étudier l'égalité des doigts, ou plutôt l'inégalité des doigts, chez différentes personnes. Nous avons saisi des défauts dont les personnes mêmes ne se doutent pas: l'une d'elles, par exemple, a l'index beaucoup plus faible que les autres doigts; elle ne s'en était pas aperçue avant les expériences; elle se rend compte maintenant de ce défaut et arrivera peut-être à le corriger. Nous donnons le tracé d'un *trille* exécuté par cette personne avec l'index et le médium (fig. 5): en examinant le tracé, on peut se convaincre que les courbes sont inégales et régulièrement inégales; celles de nombre pair, qui correspondent au médium, sont plus élevées que celles de nombre impair, qui correspondent à l'index. Cette inégalité ne se manifeste bien entendu que dans le jeu rapide: les trilles de la figure 5 ont été exécutés avec une vitesse de 8 à 10 notes par seconde. Cette particularité appelle une remarque d'un intérêt général: les défauts de mécanisme ne se manifestent clairement que dans les mouvements rapides, et ces derniers sont la pierre de touche des virtuoses. Il est donc nécessaire, quand on cherche à étudier le mécanisme d'une personne, de lui faire augmenter sa vitesse. Nous rapprochons de ce premier tracé un trille exécuté par une main habile, celle de M^{lle} Blanchard, distingué professeur de piano. On voit de suite que le mouve-

(1) Pour plus de détails sur ce point, voir nos communications à la Société de Biologie, mars et avril 1895.

ment des doigts (2 et 3) a été beaucoup plus régulier (fig. 7). La figure 6 est un trille exécuté par une personne qui ne sait pas du tout jouer du piano : les mouvements sont extrêmement irréguliers. On a aussi sous les yeux le même exercice musical avec des degrés différents de précision, et on peut d'un coup d'œil saisir les différences. L'inégalité naturelle des doigts ne se marque pas seulement par l'inégalité de force et par les différences de hauteur dans les courbes graphiques : c'est bien là un des caractères

plus frappants de l'inégalité, ce n'est pas le seul. Le « manque de sonorité » d'un doigt dépend, nous en sommes maintenant convaincus, d'un grand nombre de conditions ; outre la force de pression que le doigt développe sur la touche, il faut tenir compte aussi de la forme du mouvement, de sa vitesse et de la rapidité avec laquelle il se relève, au moment même où un autre doigt entre en mouvement. Ceci nous amène à parler du lié.

Le lié. — Deux notes sont liées lorsque l'une

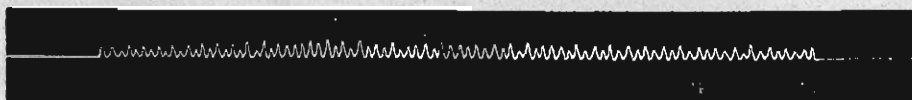


Fig. 5. — Trille exécuté avec l'index et le médium.



Fig. 6. — Mauvais trille.

d'elles continue à être un peu tenue pendant que l'on frappe la seconde. Les notes liées ont une valeur musicale bien différente de celle des notes détachées ; l'effet produit par la liaison consiste en ce que les notes successives se mélangent, tandis que les notes qui sont détachées, ou jouées en piqué, ne se confondent pas et gardent chacune leur individualité. Cette différence est due à l'action de l'étouffoir, qui éteint la vibration

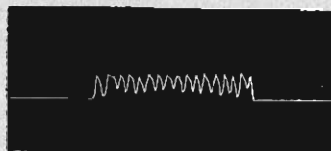


Fig. 7. — Trille exécuté avec l'index et le médium.

de la corde dès que l'on abandonne la touche, et que par conséquent l'on supprime brusquement le son. Dans les notes liées, l'étouffoir n'exerce pas au même degré son action, car une note continue à vibrer d'une manière perceptible pendant plusieurs secondes, parfois même une demi-minute et davantage, lorsqu'elle est tenue jusqu'à l'extinction du son. La liaison des notes peut être volontaire et nécessaire à l'exécution d'un morceau ; mais, dans un grand nombre de circonstances, elle se produit contre le gré de l'exécutant, et constitue une imperfection de son mécanisme : il peut donc être d'une grande im-

portance de savoir dans quel cas la liaison des notes se produit involontairement, et le tracé devient fort utile à consulter.

Nous citerons à ce propos l'observation suivante : dans une série d'expériences pour lesquelles deux pianistes de profession nous prêtaient leur concours, nous nous sommes aperçus par hasard qu'un des artistes, en jouant des gammes ascendantes avec son maximum de vitesse, en liait les dernières notes. Ce lié se faisait à son insu. Prévenu du fait, il chercha à surveiller son jeu et à détacher les dernières notes : il n'y réussissait pas toujours ; chose curieuse, ni lui ni les assistants ne se rendaient exactement compte du résultat : le tracé seul indiquait avec une précision infaillible comment les notes avaient été jouées. On se demandera peut-être à ce propos : A quoi bon chercher dans le tracé des renseignements qui sont bien inutiles puisqu'ils portent sur des particularités qui échappent à l'oreille, et puisque c'est à l'oreille seule que s'adresse l'art musical ? Nous ne sommes nullement embarrassés pour répondre à l'objection. L'oreille ne peut, souvent, nous faire connaître le fait précis, mais elle nous donne une impression d'ensemble ; elle comprend que le son qui lui parvient a tel ou tel caractère, qui dépend précisément de la liaison des notes. En d'autres termes l'impression artistique consciente est formée par la synthèse d'éléments dont un bon nombre restent en dessous de la conscience ; mais pour provoquer l'impression consciente, il faut que le musicien soit maître de ces éléments inconscients, et c'est à ce

propos que la méthode graphique lui rendra de grands services.

Comment la liaison des notes s'inscrit-elle sur nos tracés lorsque la plume se maintient au-dessus de la ligne de l'abscisse ? Quand on quitte la touche, la plume rejoint l'abscisse ; si on presse une autre touche avant de quitter la première, la plume ne redescend pas, ou ne descend qu'à moitié. Le schéma du lié est représenté par notre figure 2 (*a' b'*), en escalier, qui, bien entendu, n'a rien de musical ; là les notes ont été tenues volontairement pendant un temps fort long ; dans la réalité, les choses se passent d'une manière un peu plus compliquée : le doigt quitte une touche pendant qu'un autre doigt presse sur une autre touche ; les deux actes peuvent avoir lieu simultanément ou se suivre avec un intervalle très court, de sorte que ce qu'on rencontre le plus fréquemment sur les tracés, ce sont des demi-descentes interrompues par des montées. Si l'on prie une personne de faire une gamme ou une série de cinq notes, sans lui

donner d'autre explication, en général les notes sont liées ; elles le sont à des degrés divers, qui donnent au tracé une grande irrégularité.

La liaison des notes se produit, en dehors des raisons musicales, dans un grand nombre de conditions différentes. Nous citerons trois de ces conditions : 1° dans les mouvements des derniers doigts, surtout du 4^e et du 5^e ; 2° dans l'état de fatigue : la liaison des notes est un repos pour la main paresseuse ou fatiguée ; 3° dans les mouvements de grande vitesse. Le tracé de la figure 8 en donne un exemple : il représente cinq notes jouées par un amateur avec une vitesse croissante ; les deux premières séries sont faites avec quelque régularité, au moins relativement aux suivantes, dans lesquelles la précipitation du mouvement a produit une inégalité curieuse des doigts. En outre, à mesure que la vitesse augmente, il se produit des liés ; les dernières séries donnent un tracé confus qui correspondait bien à l'impression vague produite sur l'oreille par un jeu peu correct.



Fig. 8. — Cinq notes frappées successivement. Doigté : 1, 2, 3, 4, 5. Vitesses croissantes.
(Chaque groupe correspond à un exercice.)

Passage du pouce. — Chacun sait que le passage du pouce est d'une difficulté variable : le passage du pouce est facile après le 2^e doigt et le 3^e ; il est plus difficile après le 4^e, et d'une difficulté très sérieuse après le 5^e doigt, comme on le trouve dans certains exercices, surtout pendant un jeu rapide. Nous donnons plusieurs tracés qui présentent diverses difficultés de passage de pouce exécutées par le même artiste. L'artiste jouait une gamme montante de deux octaves ; les doigts jouaient dans l'ordre ordinaire : 1. 2. 3. / 1. 2. 3. 4. / 1. 2. 3. / 1. 2. 3. 4. 5. Il y avait trois passages de pouce, d'abord après le 3^e doigt, ensuite après le 4^e doigt, et enfin après le 5^e doigt. Nous indiquons par une oblique les points où les passages de pouce se sont faits. En comptant les passages du pouce, à partir du commencement de la série, on voit qu'ils ont lieu entre la 3^e et la 4^e note, entre la 7^e et la 8^e, et entre la 10^e et la 11^e. C'est donc sur ces notes-là que l'attention doit se porter pendant la lecture des tracés.

Le tracé 9 (*A*) correspond à un jeu très lent ; les notes ont été piquées ; elles sont régulières, les intervalles aussi sont réguliers, tout cela est correct. Nous l'avons déjà fait remarquer, ce n'est pas dans le

jeu lent que les défauts du mécanisme se manifestent. Maintenant nous prions le sujet de jouer un peu plus vite ; sa vitesse est à peu près le double, fig. 9 (*B*), la différence n'est pas considérable ; les passages de pouce se font encore correctement. Avec une vitesse un peu plus grande, nous avons le tracé fig. 9 (*C*), où les irrégularités sont fort curieuses ; l'attaque des premières notes manque d'énergie, et en outre, fait à noter, le troisième passage de pouce se reconnaît sur le graphique ; il se produit entre la 10^e et la 11^e note : or, la 10^e note est frappée moins fort que les autres. Si l'artiste augmente encore la vitesse, même d'une quantité faible, et s'il donne son maximum de vitesse, alors tous les passages de pouce deviennent lisibles, fig. 9 (*D*), la 3^e note, la 7^e note la 10^e note, en un mot toutes celles qui précèdent le passage de pouce sont ou peuvent être affaiblies. On ne peut souhaiter de tracé plus démonstratif.

Intervalles. — Nous avons dit que de tous les renseignements que donne la méthode graphique, les plus précis ont trait à la mesure du temps. Les tracés s'inscrivant sur une surface animée d'un mouvement uniforme, le temps se trouve transformé en une

quantité linéaire, qu'on mesure au millimètre. On peut donc, en recueillant un tracé, savoir exactement dans quel mouvement un morceau a été joué, connaître la valeur exacte donnée aux notes et aux silences, et être renseigné sur ces changements si légers de rythme que le métronome ne peut pas donner, bien que les musiciens aient été obligés de

se contenter jusqu'ici de ce grossier instrument. A ce point de vue déjà, la méthode graphique devrait être appelée par tous les compositeurs à éclairer une partition; elle seule, nous le disions plus haut, peut fixer la tradition suivant laquelle un morceau doit être joué.

La mesure des intervalles exacts par la méthode



Fig. 9. — A, Gammes de deux octaves en détaché. (Exercice répété deux fois.) — B, Mêmes exercices. Vitesses croissantes. — C, Mêmes exercices. Vitesses croissantes. — D, Mêmes exercices. Vitesses croissantes.

graphique n'est pas moins intéressante. Une question de psycho-physiologie se pose à ce sujet : Dans quelles limites est-on maître de modifier les intervalles des notes? Si l'on joue par exemple cinq notes en cherchant à ce que l'intervalle des temps croisse légèrement et progressivement de la première note à la

fût possible, et, sans le tracé, nous aurions peine à admettre que la volonté d'une personne pût agir sur un intervalle d'un centième de seconde. Il est vrai que dans ces expériences le doigt est en quelque sorte guidé instinctivement par l'oreille et par la sensation de rythme. Comme cette question a intéressé beaucoup de physiologistes, nous citerons quelques détails. Les intervalles entre les cinq notes jouées ont présenté, dans 10 expériences successives, les valeurs suivantes :

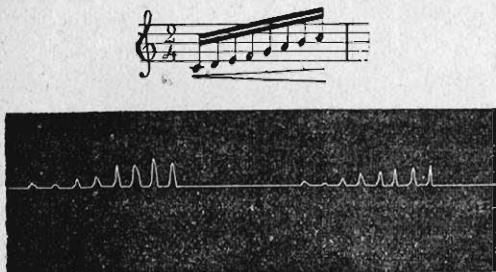


Fig. 10. — Gamme en *crescendo*. (Exercice répété deux fois.)

cinquième, quelle progression pourra-t-on obtenir? Une artiste fort connue, qui a fait des expériences de ce genre avec notre dispositif, a obtenu les résultats suivants : en jouant les cinq notes en une demi-seconde, elle a pu mettre régulièrement entre deux notes successives un retard d'un centième de seconde. Nous n'aurions pas cru *a priori* que le fait

Durée des intervalles entre les				Moyenne de
1 ^{re} et 2 ^e notes.	2 ^e et 3 ^e notes.	3 ^e et 4 ^e notes.	4 ^e et 5 ^e notes.	l'accroissement.
0,085	0,093	0,102	0,119	0,011
0,093	0,102	0,110	0,119	0,008
0,093	0,102	0,110	0,127	0,011
0,093	0,102	0,110	0,136	0,014
0,102	0,114	0,127	0,144	0,014
0,110	0,110	0,144	0,153	0,013
0,102	0,110	0,127	0,144	0,014
0,110	0,114	0,136	0,144	0,013
0,102	0,102	0,136	0,144	0,013
0,102	0,127	0,136	0,136	0,011

Ce tableau montre que la moyenne de l'accroissement a varié de 1 centième de seconde à 1 centième

et demi. Jamais il ne s'est produit de variations en sens inverse.

Crescendo et decrescendo. — Cette question, comme beaucoup d'autres, mériterait de longs développements qui ne peuvent trouver place ici. La force avec laquelle on frappe une note dépend de beaucoup de



Fig. 11. — Gamme en *decrescendo*. (Exercice répété deux fois.)

conditions différentes, dont quelques-unes sont musicales, et les autres purement physiologiques, c'est-à-dire, dépendant du mécanisme de la main.

Les tracés 10 et 11 montrent la difficulté assez grande

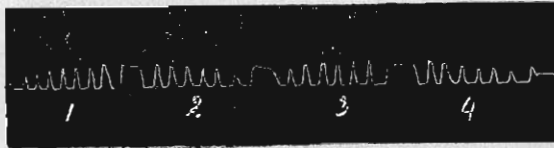


Fig. 12. — Gammes. Quatre octaves.
Les octaves 1 et 3 en *crescendo*. Les octaves 2 et 4 en *decrescendo*.

général, lorsqu'on cherche à accentuer une note unique, il se produit des modifications supplémentaires, à l'insu du pianiste, dans les notes voisines. Ce sont bien là ces complications de nature physiologique qui altèrent dans une proportion considérable l'effet musical du jeu. Il est d'autant plus utile de surveiller ces complications qu'on peut, avec de la volonté, les atténuer, peut-être même les faire disparaître. Nous signalerons en particulier les points suivants au sujet des notes accentuées : 1° tendance à détacher la note précédente; 2° tendance à lier avec la note suivante; 3° tendance à augmenter la durée de la note accentuée, comme si cette augmentation de la durée équivalait à une augmentation d'intensité. Le tracé de la figure 13 montre ces trois particularités : cinq notes étaient jouées, la troisième seule devant être accentuée; on voit que cette troisième note n'a pas été liée avec la seconde, mais avec la quatrième, et que la durée d'appui est augmentée; 4° Ce dernier point est le plus important: tendance, surtout dans le jeu rapide, à augmenter l'intensité des notes

qu'on éprouve à graduer avec précision une gamme; ce tracé correspond à des gammes piquées, jouées alternativement en *crescendo* et en *decrescendo*; elles ont été jouées assez lentement; cependant il n'y a point de régularité d'une note à l'autre: le *crescendo* et le *decrescendo* ne se marquent que dans l'ensemble de la gamme. La personne qui nous a donné ce tracé a certainement besoin de perfectionner son mécanisme.

Comme comparaison, nous plaçons ici une gamme en *crescendo* exécutée par un professeur de piano, avec une progression d'une régularité remarquable : on saisit de suite la différence (fig. 12).

Du reste, chez un grand nombre d'exécutants, le *crescendo* et le *decrescendo* vont bien pour toute la série des notes jouées, et non de note à note. On comprend par conséquent que l'accentuation d'une note unique constitue pour l'exécutant une difficulté sérieuse, et la méthode graphique pourrait certainement donner des indications utiles à ceux qui s'exercent. Nous avons constaté sur beaucoup de tracés qu'en

qui suivent la note accentuée. Ceci confirme encore les observations que nous présentions plus haut relativement à la difficulté des *crescendo* et *decrescendo* de note à note : les variations de force demandent un contrôle de la volonté et, par conséquent, le temps nécessaire pour que ce contrôle se produise; quand le jeu est rapide, les changements de force se produisent sur plusieurs notes à la fois. Ajoutons cette observation complémentaire qu'il est plus facile de passer rapidement d'un mouvement léger à un mouvement fort que faire le passage inverse; et en effet, quand on doit accentuer une note, on a une tendance à accentuer aussi la note qui suit, et non celle qui précède.

Citons à ce propos une autre modification intéressante de la force des doigts, qui est également soustraite à l'influence de la volonté. Lorsqu'on exécute une série de notes, soit une gamme, en donnant son maximum de rapidité, la note sur laquelle on termine est frappée avec plus d'intensité que les autres. C'est ce que nous montrons sur le tracé 14 au-dessus duquel

nous plaçons un tracé d'une série de mots, « un, deux, trois, quatre, cinq », prononcés avec une grande rapidité, et enregistrés avec le microphone de Rousselot : dans les deux cas, le dernier élément du tracé est plus élevé que les autres. C'est un rapprochement curieux à établir entre le toucher et la parole.

Vitesse. — Au point de vue de la vitesse, on peut étudier un très grand nombre de questions : la rapidité de l'attaque d'une note, le nombre maximum de notes pouvant être jouées dans l'unité de temps, les modifications que la vitesse apporte dans le jeu, etc.

La rapidité de l'attaque, ou rapidité avec laquelle le doigt enfonce la touche, a une grande importance musicale : on peut la calculer très simplement sur des tracés pris avec une grande vitesse de rotation du cylindre.

Le nombre maximum de notes jouées ne peut pas être donné sans distinction préalable : la question doit être divisée. Le nombre de notes dépend des doigts employés, de leur jeu simultané ou successif, et d'une foule d'autres questions. Si l'on prend seulement les

mouvements de l'index, il peut en être exécuté environ 6 à 8 par seconde ; si l'on compte les notes d'une gamme exécutée avec tous les doigts de la main dans un ordre successif, le nombre de notes jouées est beaucoup plus élevé, chez une pianiste célèbre, nous constatons qu'il est de 16 par seconde. Il y a certainement là, sur la distribution de la force et de la rapidité dans les mouvements successifs, simultanés et alternatifs, de nombreuses recherches à faire.

Un des caractères les plus frappants du jeu rapide est dans la diminution d'intensité des mouvements. Lorsqu'on fait jouer une gamme d'abord lentement, puis plus vite, puis plus vite encore, on voit l'amplitude du mouvement qui diminue, puis atteint une certaine limite au delà de laquelle il paraît ne plus guère varier, l'exécutant établit, sans s'en rendre compte, et en obéissant à son instinct, une proportionnalité entre la rapidité et la force de ses mouvements. Probablement, sous ces phénomènes se trouve une loi qu'on démêlera bientôt sur l'importance des



Fig. 13. — *Do ré mi fa sol*. Le *mi* est accentué. (Exercice répété quatre fois.)

intervalles de temps qui précèdent les notes : l'intervalle correspond peut-être à la période de préparation du mouvement, et il faut plus de temps pour

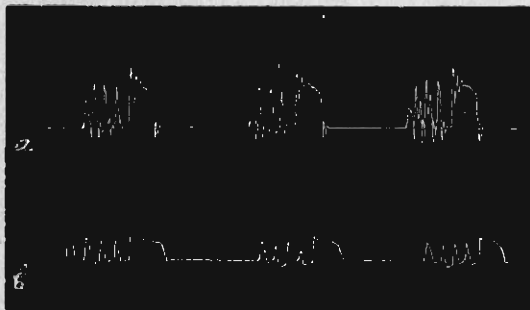


Fig. 14. — a. Série de mots prononcés : « Un, deux, trois, quatre, cinq. » — b. Série de notes jouées : *do, ré, mi, fa, sol*.

préparer un mouvement fort que pour préparer un mouvement faible.

Enfin, de tout ce qui précède on peut tirer cette

conclusion, fondée sur une foule de tracés, qu'il n'existe point de *mécanisme impeccable* ; on n'atteint jamais la perfection, la régularité absolue, mais on s'en approche plus ou moins ; en d'autres termes, l'incoordination se montre dans le jeu rapide, et elle requiert, pour se montrer, un jeu d'autant plus rapide que l'exécutant est plus habile.

Tous ces détails, tous ces phénomènes complexes, dont notre oreille ne nous donne qu'une impression confuse, nous les voyons s'inscrire en traits indélébiles sur nos cylindres. Penchés sur le papier noir où court la plume, nous voyons la force des doigts, les intervalles, les accentuations se produire d'une manière dont l'artiste lui-même n'a pas conscience, et nous saisissons parfois, nous entrevoyons du moins quelques-unes des nombreuses lois psychophysiques qui se manifestent dans ces mouvements délicats et qui les dirigent. Assurément la méthode est féconde, et ceux qui s'en serviront recueilleront une riche moisson.