

Expériences chronoscopiques sur la vitesse des différentes sensations et de la transmission nerveuse

Autor(en): **Hirsch**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel**

Band (Jahr): **6 (1861-1864)**

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-87978>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

EXPÉRIENCES CHRONOSCOPIQUES

SUR LA VITESSE DES DIFFÉRENTES SENSATIONS

et

de la transmission nerveuse.

Par M. le D^r HIRSCH.

(Voir les Bulletins , page 7.)



Messieurs,

Je vous ai invités à assister à quelques expériences physiologiques sur la vitesse des différentes sensations, et je crois avant tout devoir prévenir votre étonnement de voir des expériences de ce genre à un observatoire astronomique, et vous expliquer comment j'ai été amené à m'occuper de ces recherches.

Parmi les instruments de précision de l'astronome, figure aussi l'appareil nerveux de l'observateur, dont il importe de déterminer, pour ainsi dire, l'erreur instrumentale aussi bien que pour tout autre instrument que nous employons. En effet, chaque fois qu'on doit combiner des observations, faites par différents astronomes, on cherche, s'il est possible, de déterminer ce que l'on appelle leur *équation personnelle*, c.-à-d. le temps que chacun d'eux observe plus tôt ou plus tard que les autres. Le moyen qu'on emploie pour cette détermination est purement astronomique et consiste dans des observations simultanées de passages d'étoile, de telle sorte, que les deux astronomes qui veulent trouver leur équation personnelle, observent soit les mêmes étoiles alternativement

à la première et à la seconde partie du réticule de la même lunette méridienne, soit chacun une série d'étoiles; dans le premier cas, en réduisant les fils, observés par chacun des astronomes, au fil du milieu, on obtient pour le passage des étoiles au méridien deux résultats, dont la différence est justement l'équation personnelle; dans le second cas on détermine la correction de la pendule de passage séparément par les observations de chaque astronome et la différence de ces deux corrections de pendule donne l'équation qu'on cherche.

On obtient ainsi par ces méthodes des valeurs relatives et non pas absolues, on trouve des équations et non pas des corrections personnelles. Apparemment il y aurait un grand intérêt de pouvoir déterminer pour chaque observateur sa correction personnelle, c.-à-d. l'intervalle de temps qui passe entre le moment du phénomène qu'il observe, et celui qu'il lui assigne. Car non-seulement on pourrait alors combiner directement les observations faites à différents observatoires et à différentes époques par des astronomes qui ne se sont pas comparés entre eux, mais encore, dans bien des cas au moins, on obtiendrait des résultats s'approchant davantage de la vérité.

Cette nouvelle méthode de déterminer la correction physiologique des observateurs, est devenue surtout désirable et en même temps possible, depuis qu'on a introduit dans l'astronomie l'observation électrique, par laquelle l'appréciation qui dans l'ancienne méthode intervenait pour subdiviser la seconde, est remplacée par une mesure instrumentale (au moyen du chronographe). Maintenant que l'observateur n'a qu'à fermer un courant au moment où il voit la bisection d'une étoile, il doit être possible de déterminer le temps, qu'il lui faut pour voir et pour exécuter le mouvement du doigt.

Voilà, MM., le but de ces recherches, dont je vais com-

muniquer aujourd'hui seulement le commencement et que je compte pouvoir poursuivre (*).

Dans cette tentative, de soumettre les différentes fonctions du cerveau et du système nerveux à des méthodes de physique comme toute autre force matérielle, il n'y a d'ailleurs rien d'impossible, ni même d'étonnant, depuis que la science moderne, et surtout un savant d'origine neuchâteloise, M. Dubois-Reymond, a constaté dans son célèbre ouvrage, *Untersuchungen über thierische Electricität*, que l'action nerveuse n'est au fond probablement qu'un phénomène électrique, et qu'un autre grand physiologiste, M. Helmholtz de Königsberg, a prouvé dans un travail classique, que la vitesse avec laquelle l'action nerveuse a lieu, loin d'être comparable à celle de la lumière ou à celle que l'on attribue au courant électrique, n'est même pas la cinquième partie de la vitesse du son.

Sans pouvoir entrer ici dans les détails ni des recherches si compliquées et si ingénieuses de M. Dubois-Reymond, ni de la méthode suivie par Helmholtz dans sa célèbre expérience sur la vitesse nerveuse, je me bornerai à vous en citer le résultat principal, d'après lequel la vitesse pour les nerfs sensitifs est de $61^m,5 = 190'$ environ. D'ailleurs vous connaîtrez ces travaux déjà par le résumé que M. Uhle en a donné dans une lettre adressée à notre collègue, M. Desor, et que ce dernier a publiée, il y a déjà quelques années, dans la *Revue Suisse*. On y trouve que le temps requis par le cerveau, pour transmettre ses ordres aux nerfs moteurs, est au moins $0^s,1$, chiffre qui varie assez considérablement pour différents individus et pour le même selon la disposition du moment. La vitesse de transmission dans les nerfs moteurs a été trouvée à peu près égale à celle dans les nerfs sensitifs.

(*) N'ayant eu à ma disposition que pendant un temps limité les instruments qui ont servi à ces expériences, j'ai dû, à mon grand regret, les interrompre ; mais j'espère pouvoir les reprendre plus tard.

La totalité de l'opération nerveuse exige d'après Helmholtz 0,125 à 0,200 de seconde.

Il serait déjà d'un grand intérêt de répéter les expériences de Helmholtz, surtout par une autre méthode plus directe et qui permette d'opérer sur les nerfs vivants de l'homme, au lieu de se servir de nerfs de grenouille, séparés du corps. Mais comme un tel travail appartient plutôt aux physiologistes, je ne l'aurais point entrepris, si je n'avais pas eu le but spécial dont je vous ai parlé : aussi je me suis attaché surtout à déterminer la vitesse des opérations physiologiques qui entrent en ligne de compte dans les observations astronomiques. Ce sont donc surtout la vue et l'ouïe, qu'il nous importe d'étudier, ainsi que le temps nécessaire pour donner des signaux électriques avec la main. Mais on doit désirer connaître non seulement le temps qu'il faut en moyenne à chacune de ces sensations ou opérations, c'est aussi la constance, ou si vous voulez la sûreté qui existe pour chacune de ces fonctions qu'il importe d'apprécier. Car même pour les observateurs les plus exercés ces temps varient d'après la disposition momentanée; mais dans quelles limites? et cette variation est-elle la même pour l'ouïe que pour la vue? etc. — On obtient à ces dernières questions des réponses précises, si l'on exécute les mesures de ces temps un grand nombre de fois et qu'on détermine alors par le calcul des probabilités l'erreur moyenne ou probable d'une observation.

Ainsi pour le préciser encore une fois, le but de ces recherches est de déterminer ce que l'on peut appeler le *temps physiologique* pour les différents sens de l'ouïe, de la vue et du toucher; temps qui comprend trois éléments, qu'il est extrêmement difficile, sinon impossible de séparer, à savoir : 1^o la transmission de la sensation au cerveau; 2^o l'action du cerveau, qui consiste à transformer pour ainsi dire la sensation en acte de volonté; 3^o la

transmission de la volonté dans les nerfs moteurs et l'exécution du mouvement par les muscles.

Avant d'entrer dans les détails des expériences, il convient de vous dire quelques mots sur l'instrument qui a servi à ces expériences. C'est le chronoscope de notre collègue M. Hipp, qui a bien voulu mettre à ma disposition pendant quelque temps deux de ces appareils. Le chronoscope est en somme un mouvement d'horlogerie, dont la force motrice est un poids et le régulateur un de ces ressorts vibrants de l'invention de M. Hipp, et dont vous avez pu voir le jeu si exact dans notre chronographe. Les roues qui conduisent les aiguilles sont indépendantes du rouage principal et peuvent participer ou non au mouvement de ce dernier, selon qu'un pignon est un peu avancé ou retiré. Cette fonction appartient à un électro-aimant, dont l'armature, selon qu'elle est attirée ou non, retire ou avance le pignon et arrête ainsi ou fait marcher les aiguilles. Le mouvement est calculé de sorte qu'une de ces aiguilles fait un tour en un dixième de seconde et comme son cadran se trouve divisé en 100 parties, chaque division répond à un millième de seconde. Tandis que cette première aiguille fait un tour, l'autre avance d'une division sur un second cadran, divisé également en 100 parties. De cette manière on lit sur le premier cadran les millièmes et sur le second les dixièmes de seconde.

Les expériences se font alors de cette manière, que le phénomène même que l'on observe, en interrompant un courant électrique, met en mouvement les aiguilles, que l'observateur arrête au moment où il l'aperçoit, en rétablissant ce même courant au moyen d'un manipulateur.

D'après cette description sommaire de l'instrument, il est clair que l'exactitude du chronoscope dépendra en premier lieu de l'égalité des temps que l'armature de l'électro-aimant met pour faire son chemin soit à l'ouverture, soit à la fermeture du courant. Car seulement, si

ces temps sont égaux, l'intervalle pendant lequel les aiguilles sont en mouvement, sera rigoureusement celui qu'on veut mesurer. Maintenant l'on sait que ces temps de l'ancre varient avec l'intensité des courants et d'une manière différente pour l'ouverture et la fermeture des courants. Il s'agit donc d'abord de trouver pour chaque instrument spécial l'intensité du courant, pour lequel les temps d'attraction et de relâchement soient égaux. On s'en assure par une expérience spéciale, en faisant tomber une boule par des hauteurs différentes, dans la proportion de 1 : 4, et en variant l'intensité du courant jusqu'à ce que les nombres indiqués par le chronoscope pour les temps de chute soient exactement dans la proportion de 1 : 2.

Ce point réglé, on peut se demander d'abord quelles sont les limites d'exactitude que les mesures exécutées avec le chronoscope permettent d'atteindre. D'après la construction on voit d'abord qu'une seule mesure ne saurait être exacte au delà d'un millième de seconde, puisque la petite fourchette qui arrête ou dégage le rouage des aiguilles peut s'appuyer d'abord sur le coin d'une dent et ensuite glisser soit à gauche soit à droite. Pour nous former une idée sur la limite supérieure de l'erreur du chronoscope, nous avons répété l'expérience de la chute d'une boule de la même hauteur un grand nombre de fois, et calculé, par les écarts qu'on obtient, l'erreur moyenne. Voici les résultats:

Expériences de chute.

DATES. 1861.	Nombre d'observat.	Moyen des lectures T	Erreur à craindre de la moyenne μ	Erreur à craindre d'une observat. m	REMARQUES. *
27 octobre	25	^{s.} 0,2528	^{s.} $\pm 0,0006$	^{s.} $\pm 0,0029$	} Chronographe I. } Même hauteur.
Id.	50	0,2515	0,0006	0,0042	
4 novembre	29	0,2014	0,0003	0,0019	} Chronographe II. } Même hauteur.
5 »	35	0,2006	0,0003	0,0017	
6 »	28	0,1984	0,0002	0,0011	} Courant normal.
6 »	28	0,1903	0,0002	0,0012	
6 »	32	0,1868	0,0002	0,0011	

* Dans les premières expériences le courant était trop faible.

On voit donc d'abord que non seulement, comme nous le disions toute à l'heure, les indications du chronoscope changent avec l'intensité du courant, mais aussi la régularité de sa marche en dépend essentiellement. Ensuite l'erreur moyenne d'une observation, pourvu qu'on emploie la force voulue du courant, ne dépasse pas 2 millièmes de seconde, de sorte qu'une vingtaine d'observations suffisent pour réduire l'erreur à craindre du résultat au dessous même d'un demi-millième.

Enfin pour pouvoir réduire les observations convenablement, il fallait savoir jusqu'à quel point le chronoscope était réglé sur le temps moyen, ou bien il fallait déterminer la valeur en temps d'une division du cadran supérieur. Comme je ne disposais pas encore d'un interrupteur de pendule, j'ai fait cette détermination à l'aide d'un manipulateur télégraphique ordinaire; en me plaçant vis-à-vis de la pendule normale dont je suivais l'aiguille à seconde,

j'ai ouvert le courant (et par cela mis en mouvement le chronoscope) à une seconde quelconque et je l'ai fermé dix secondes après. Sans doute j'introduisais ainsi dans la détermination de la vitesse du chronoscope l'incertitude physiologique de cette manipulation; mais l'erreur qui en provenait se trouvait d'abord divisée par le nombre de secondes et ensuite réduite par la répétition de l'expérience, de telle sorte que le résultat jouit d'une exactitude plus que suffisante, comme on le verra par les chiffres suivants:

Détermination de la vitesse du chronoscope.

DATES.	Nombre d'expérien.	Valeur de 10 s. en parties du cadran.	Erreur à craindre de la moyenne.	Erreur d'une expérience.	Valeur d'une partie du cadran.	ERREUR à craindre.
Chronoscope I.						
29 octobre	49	p. 9874,4	p. ± 0,0080	p. 0.0562	s. 0,001013	s. ± 0,0000008
Chronoscope II.						
5 novembre	48	p. 9895,7	p. ± 0,0076	p. 0,0526	s. 0,0010105	s. ± 0,0000008

On voit donc que les deux instruments dont je me suis servi, sont réglés assez près et qu'il n'a fallu appliquer aux lectures des cadrans qu'une faible correction.

Nous passons maintenant aux expériences physiologiques mêmes et nous parlerons d'abord de celles qui se rapportent au sens de *l'ouïe*, parce qu'elles se rattachent directement à celles de la chute. Car voici l'arrangement de ces expériences: L'appareil qui servait à l'observation de la chute, consiste en une espèce de fourchette, mobile le long d'une colonne verticale et supportant la boule de telle sorte, qu'en pressant sur un ressort les deux bras de la fourchette s'ouvrent avec une grande vitesse et laissent

tomber la boule, en même temps que le courant se trouve interrompu par la séparation des deux branches; la boule à la fin de son chemin tombe sur un plateau et ferme, par le choc même, le courant. Cependant en changeant la disposition des fils on peut s'arranger de telle sorte que ce n'est plus le choc de la boule même qui ferme le courant, mais la main de l'observateur qui dans le moment, où il entend le choc de la boule, appuie sur un manipulateur. On comprendra facilement qu'en alternant avec ces deux dispositions et en prenant la différence des intervalles de temps, montrés par le chronoscope dans l'un et l'autre cas, on obtient, dans cette différence même, juste le temps physiologique de l'ouïe, ou bien le temps qu'il faut à l'observateur pour entendre le bruit du choc et pour signifier par le mouvement du doigt qu'il l'a entendu.

Il va sans dire que les résultats obtenus ainsi, ont été corrigés d'abord pour la transmission du son, l'appareil de chute se trouvant à une distance de 7 pieds environ; ensuite on s'est assuré que le mouvement du levier du manipulateur, dont le chemin était très-court, pouvait être négligé; car en faisant ouvrir et fermer le courant par les deux contacts du manipulateur, qui s'y trouvent, comme on sait, aux deux extrémités du levier, le temps entre ces deux moments était si court que le chronoscope ne se mettait point en marche. Cette remarque s'applique d'ailleurs à toutes les expériences dont il est question dans cette note. Enfin nous mentionnerons encore que l'observateur ne voyait point la boule tomber et que la détente de la fourchette a été dégagée par un aide, de sorte que le bruit du choc se produisait d'une manière inattendue pour l'observateur.

Voici maintenant le résultat de ces expériences d'abord pour moi-même et ensuite pour quelques autres observateurs de mes amis, qui ont bien voulu s'y prêter.

Expériences sur l'ouïe.

Nombre d'expérien.	Temps physiologiq ^e	Erreur à craindre de la moyenne.	Erreur à craindre d'une observation.	Observateurs.
81	s. 0,1490	s. ± 0,0029	s. ± 0,0253	Hirsch.
32	0,1584			Mayer.
41	0,1620			G. Guillaume.
22	0,2015			Garnier.
23	0,2432			Desor.
11	0,2433			Hipp.

On voit donc que le temps qu'il a fallu à ces différents individus pour entendre, varie assez considérablement, dans les proportions de 5 : 8 environ; encore est-il bien possible que pour d'autres personnes on aurait trouvé des différences encore plus grandes.

Je crois devoir relever que M. Hipp qui a l'oreille très-exercée, puisqu'il suit avec facilité, par l'ouïe seule, les dépêches télégraphiques, entend le plus lentement; par contre il y avait de très-faibles écarts entre les différentes expériences qu'il a faites.

J'aurais aimé étudier l'influence de la nature du bruit ou du son qu'on entend, quand il est par exemple plus ou moins sec et subit; mais la nature de l'appareil et la manière d'expérimenter ne s'y prêtent pas facilement. Il reste également encore à étudier, si la perception d'un bruit rythmique, comme par exemple, ce qui intéresse le plus l'astronome, le battement d'une pendule, n'offrirait point de différence; l'analogie de la vue, comme nous le verrons tout à l'heure, le ferait supposer.

Nous passons maintenant aux *expériences sur la vue*, pour lesquelles nous avons employé d'abord l'étincelle électrique fournie par une bobine d'induction. La disposition était celle-ci: le courant du chronoscope était bifurqué, allant d'un côté à l'électro-aimant du chronoscope et de l'autre à la bobine inductrice; donc si l'aide interrompait ce courant, d'une part les aiguilles du chronoscope commençaient à marcher et au même instant il se produisait entre les deux fils très-rapprochés de la bobine extérieure une étincelle d'induction que l'observateur regardait sur un fond noir (du charbon pulvérisé); au moment où il l'apercevait, il fermait le courant, en appuyant sur le manipulateur, et arrêtait ainsi le chronoscope. Voici les résultats de quelques séries d'observations de ce genre:

Expériences sur la vue.

Nombre d'expérien.	Temps physiologique	Erreur à craindre de la moyenne.	Erreur à craindre d'une observation.	Observateurs.
49	^{s.} 0,1974	^{s.} ± 0,0023	^{s.} ± 0,0165	Hirsch.
49	0,2038	0,0021	0,0148	
46	0,2096			Droz.

La seconde série a été faite plusieurs heures après la première et lorsque mes yeux étaient un peu fatigués par des observations astronomiques. Il paraît donc que la vitesse de la perception dépend du moins dans des limites très-étroites de la disposition momentanée; circonstance qui se rencontrera probablement aussi pour les autres sens.

Mais la vue d'une étincelle m'a paru par trop différente de la fonction de l'œil dans les observations astronomiques,

pour ne pas chercher à me rapprocher davantage de ces dernières, qui consistent à saisir le passage d'un corps en mouvement devant des repères fixes. J'ai donc tâché de saisir le moment du passage de l'aiguille inférieure du chronoscope devant certains traits de son cadran, (0 et 50, dans la ligne verticale); en appuyant sur le manipulateur, lorsque je voyais passer l'aiguille par la position verticale, je les arrêtais, et trouvais ainsi le temps qu'il me fallait pour saisir ces passages. Il m'a fallu pour cela, en moyenne, de 61 observations;

$$0,0769 \pm 0,0032$$

l'erreur moyenne d'une seule observation étant $\pm 0,0251$. Il est donc évident que je vois un tel passage beaucoup plus promptement qu'un phénomène subit, probablement parce qu'en suivant la marche d'un corps en mouvement on anticipe pour ainsi dire le moment du passage. Cette intervention du jugement dans la perception pourrait peut-être expliquer aussi l'incertitude plus grande qui paraît exister pour ce genre d'observations, que pour la vue d'une lumière subite.

Mais je suis bien loin de vouloir complètement assimiler une telle observation à celle d'un passage d'une étoile devant les fils d'une lunette; car abstraction faite de toutes les autres différences très-notables, le mouvement de cette aiguille (qui ayant environ 4 centimètres fait le tour du cadran en 10^s) est de beaucoup trop rapide, ce qui doit nécessairement nuire à la sûreté de l'observation du passage. Aussi, croyant qu'il importe surtout de déterminer le temps physiologique pour des observations de passage tout-à-fait semblables aux observations astronomiques, je me propose de faire exécuter un appareil spécial pour cette recherche.

Les expériences sur le *temps physiologique du tact*, quoique en rapport moins direct avec les observations

astronomiques, m'ont paru d'un intérêt spécial parce qu'elles permettent de séparer jusqu'à un certain point le premier élément du temps physiologique, et de mesurer la vitesse de transmission dans les nerfs sensitifs, en produisant la sensation dans des régions plus ou moins éloignées du cerveau. Pour la produire je me suis servi d'un faible courant d'induction, qui sans donner la moindre secousse nerveuse, se faisait sentir plutôt comme une légère piqure d'épingle. Nous n'aurons pas besoin de dire que le même courant, qui dans une de ses branches provoquait, étant interrompu, ce faible courant d'induction, mettait les aiguilles du chronoscope en marche; l'observateur arrêtait les aiguilles lorsqu'il sentait le courant induit, que je pouvais faire passer par les différentes parties du corps au moyen d'une espèce de pince électrique, construite *ad hoc*. En expérimentant d'abord sur moi-même, je faisais passer le courant induit par ma main gauche, en touchant les deux pôles avec le 2^{me} et 5^{me} doigt de cette main, tandis que la droite appuyait sur le manipulateur. Dans les expériences avec M. le Dr Guillaume nous avons fait passer le courant d'induction d'abord par la région infraorbitale de la face, ensuite par la main gauche et enfin par le pied gauche. Je donne d'abord les résultats :

Expériences sur le tact.

Nombre d'expérien.	Temps physiolog.	Erreur à craindre de la moyenne.	Erreur à craindre d'une observat.	Remarques.	
41	s. 0,1733	s. ± 0,0027	s. ± 0,0176	} Observateur: Hirsch.	
43	0,1911	0,0022	0,0142		
57	0,1110	0,0018	0,0140	} Observ. Guillaume. { Courant passe par la face.	
59	0,1424	0,0028	0,0219		» par la main gauch.
61	0,1697	0,0029	0,0229		» par le pied gauch.

Dans les deux séries d'observations faites sur moi-même la différence qui dépasse notablement les erreurs moyennes s'explique en partie par la circonstance que dans la seconde série le courant était plus faible et en même temps l'attention plus tendue. En examinant les nombres qui se rapportent au Dr Guillaume, on voit que la différence de transmission depuis la face au pied gauche est 0^s0587
» » à la main gauche » 0,0314
ce qui s'accorde parfaitement bien, puisqu'apparemment le chemin depuis la main au cerveau est un peu plus de la moitié de la distance à partir du pied. Cette concordance et les différences des trois séries, beaucoup plus considérables que les erreurs moyennes de chacune ne l'expliquent, semblent donner le droit d'expliquer les différences par la longueur différente du parcours nerveux. Il se pourrait cependant que les différentes parties intérieures, par lesquelles on a fait passer le courant, possèdent une sensibilité différente qui pourrait contribuer, à côté de la distance au cerveau, à modifier le temps physiologique. Avec cette réserve et en supposant la longueur du parcours nerveux depuis le pied au cerveau égale à 2 mètres, on obtiendrait pour vitesse *de la transmission dans les nerfs sensitifs*, 34 mètres environ par seconde.

Cependant je donne ce résultat seulement comme une première approximation qui demande à être confirmée par des expériences plus nombreuses et variées davantage, aussi bien par rapport aux individus qu'aux parties du corps expérimentées. La différence du nombre que nous venons d'obtenir, avec celui de Helmholtz, n'a rien de surprenant si l'on songe à la différence radicale de la manière d'expérimenter et surtout à ce que M. Helmholtz a opéré sur des nerfs moteurs, séparés du corps d'une grenouille, tandis que notre résultat est obtenu par des nerfs sensitifs de l'homme dans leur état normal. Vu la préférence que la méthode développée mérite sous ce

rapport, il serait à désirer que des physiologues voulussent l'utiliser et la développer davantage qu'il ne m'est possible. Avant de quitter ce sujet, je me permettrai encore de faire la remarque, que les erreurs des trois séries d'expériences de M. Guillaume semblent indiquer, que le temps physiologique du tact varie d'autant plus que la région, où la sensation a lieu, est plus éloignée du cerveau. Surtout la différence notable entre 0^s014 pour la face et 0^s022 pour la main, peut conduire à une telle supposition.

Pour terminer je récapitulerai encore les résultats obtenus jusqu'à présent par moi-même pour les différentes sensations:

	Temps physiologique	Erreur moyenne
1 ^o <i>Ouïe</i>	0 ^s 149	± 0 ^s 025
2 ^o <i>Vue d'une étincelle</i>	0,200	± 0,016
3 ^o <i>Vue d'un passage</i>	0,077	± 0,025
4 ^o <i>Tact (main gauche)</i>	0,182	± 0,016

On voit donc que la vue d'un phénomène subit et inattendu demande le plus de temps, environ un tiers de plus que l'ouïe; tandis que l'observation d'un passage s'effectue beaucoup plus vite. D'un autre côté la précision ou la régularité, avec laquelle on voit, est plus grande que pour l'organe de l'ouïe dans le rapport de deux à trois, tandis que l'observation d'un passage a la même incertitude 0,025^s que l'ouïe. Pour le tact l'erreur moyenne d'une observation est la même que pour la vue.

