

REVUE

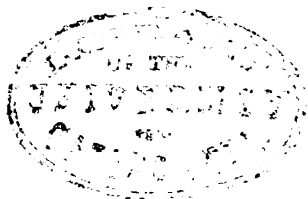
DES

DEUX MONDES



LXII^e ANNÉE. — TROISIÈME PÉRIODE

TOME CENT ONZIÈME



PARIS

BUREAU DE LA REVUE DES DEUX MONDES

RUE DE L'UNIVERSITÉ, 15

1892

LE

CALCULATEUR JACQUES INAUDI

I. Rapport de la commission académique sur M. Inaudi, 1892. — II. Scripture, *Arithmetical prodigies* (*Am. Journ. of Psych.*, avril 1891). — III. Rapport de Cauchy sur le père Mondeux (*Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1840).

Les mathématiciens, les médecins et les philosophes ont eu, dans ces derniers temps, l'occasion inappréciable d'étudier un nouveau calculateur prodige; c'est un jeune homme de vingt-quatre ans, appelé Jacques Inaudi, que M. Darboux a présenté au mois de février dernier à une séance de l'Académie des sciences; ce jeune homme exécute mentalement, avec une rapidité surprenante, des opérations d'arithmétique portant sur un grand nombre de chiffres.

Nous désirons exposer, à propos de M. Inaudi, quelques considérations sur les aptitudes psychologiques qui servent de base au calcul mental. Notre étude sera, dans une large mesure, facilitée par le savant rapport de la commission que l'Académie a chargée d'examiner M. Inaudi. Nous ferons de nombreux emprunts à ce rapport, et en outre, nous exposerons une série d'expériences personnelles. Nous avons eu l'occasion de voir le jeune calculateur plusieurs fois à la Salpêtrière, pendant que M. Charcot l'étudiait; nous l'avons revu au laboratoire psychologique de la Sorbonne

(Hautes études), où il a bien voulu se soumettre à plusieurs reprises à nos expériences. Nous avons puisé dans nos recherches la conviction que M. Inaudi, par le développement extraordinaire de sa mémoire, peut soutenir la comparaison avec tous les calculateurs connus.

I.

Jacques Inaudi est né le 13 octobre 1867 à Onorato, dans le Piémont; il est d'une famille pauvre, et ses parens se trouvent encore aujourd'hui dans des situations modestes; un de ses frères est garçon de café, un autre cordonnier. Jacques passa ses premières années à garder des moutons. C'est vers l'âge de six ans qu'il fut pris par la passion des chiffres. Tout en veillant sur le troupeau, il combinait des nombres dans sa tête. Bien différent de la plupart des calculateurs connus, il ne cherchait pas à donner à ses calculs une forme matérielle, en comptant sur ses doigts ou au moyen de cailloux comme le faisaient Mondeux et Ampère. Toute l'opération restait mentale, et se faisait avec des mots; il se représentait les nombres par les noms que son frère aîné lui avait récités. Ni lui, ni son frère ne savaient lire à cette époque. Il apprit donc par l'oreille les noms de la série des nombres jusqu'à cent, et il se mit à calculer avec ce qu'il savait; quand il eut épuisé ses premières connaissances, il demanda qu'on lui apprît les nombres supérieurs à cent, afin d'étendre le domaine de ses opérations; il ne se rappelle pas que son frère lui ait enseigné la table de multiplication. Ces circonstances du premier âge ont peut-être exercé sur les procédés de M. Inaudi une influence particulière que nous indiquerons plus loin.

Grâce à un exercice continu, et surtout grâce à ses aptitudes prodigieuses, le jeune calculateur fit des progrès rapides. A sept ans, nous dit-il, il était déjà capable d'exécuter de tête des multiplications de cinq chiffres.

Bientôt le jeune pâtre piémontais abandonna le pays natal pour faire, à la suite de son frère, une course vagabonde en Provence; le frère jouait de l'orgue, Jacques exhibait une marmotte et tendait la main; pour augmenter ses petits bénéfices, il proposait aux personnes qu'il rencontrait d'exécuter pour elles des opérations de calcul mental; sur les marchés, il aidait les paysans à faire leurs comptes; il se montrait aussi dans les cafés, et résolvait avec une grande rapidité toutes les opérations d'arithmétique qu'on lui po-

sait. Un impresario s'empara de lui et lui fit donner des représentations dans les grandes villes. Il vint pour la première fois à Paris en 1880, et fut présenté à la Société d'anthropologie par Broca, qui écrivit même sur ce cas une courte note. Broca constate que la tête du jeune Inaudi est très volumineuse et très irrégulière; il relève un certain nombre de déformations qu'on retrouve encore aujourd'hui, mais un peu effacées. « L'enfant, ajoute-t-il, est très intelligent; son regard est vif, sa physionomie animée. Il n'a aucune timidité; il ne sait ni lire, ni écrire. Il a les chiffres dans la tête, mais ne les écrit pas. » Broca rapporte les calculs auxquels le jeune Inaudi se livre, il indique le temps nécessaire pour résoudre les problèmes posés, et il essaie même d'expliquer les procédés employés. Malheureusement, l'enfant était encore trop jeune à cette époque pour se faire bien comprendre, ce qui explique les quelques erreurs que Broca a pu commettre.

Depuis 1880, c'est-à-dire depuis douze ans, M. Inaudi a fait de très grands progrès; d'abord, circonstance importante, il a appris à lire et à écrire; et ensuite la sphère de ses opérations s'est agrandie; son instruction, malheureusement tardive, est restée rudimentaire sur un grand nombre de points; mais il a l'intelligence ouverte et l'esprit curieux; son caractère est doux et modeste; enfant, il était très espiègle; il cause agréablement, avec bon sens, parfois avec ironie; il est très habile aux cartes et au billard. On aurait tort de le considérer comme une simple machine à calculer.

C'est aujourd'hui un jeune homme de vingt-quatre ans; il est petit (1^m,52), il a l'aspect robuste d'un paysan mal dégrossi. La tête est très forte; la figure est calme, régulière, surmontée d'un front immense, carré, aussi haut que large; le nez est fin et droit, la bouche petite, l'angle facial très développé, presque droit (89°). A la Salpêtrière, sous la direction de M. Charcot, on l'a soumis à un long examen anthropométrique; nous ne nous étendrons point sur le résultat de cet examen; disons seulement que la face est légèrement asymétrique, et que le crâne est nettement plagiocéphale; en somme, il présente quelques signes de dégénérescence, mais ces signes sont peu nombreux et peu importants.

Les opérations que M. Inaudi exécute sont des additions, des soustractions, des multiplications, des divisions, des extractions de racines; il résout en outre, par l'arithmétique, des problèmes correspondant à des équations du premier degré. Ce sont là, pour lui, des exercices de calcul mental; nous entendons par ces mots de calcul mental un calcul qui est fait de tête, sans que la personne emploie la lecture des chiffres, ou l'écriture, ou un moyen matériel

quelconque ayant pour but de soulager la mémoire. Voici comment M. Inaudi procède en général dans ses exercices. D'abord, quand on lui pose un problème de vive voix, il écoute attentivement la donnée, il la répète lui-même, en articulant nettement, pour bien la graver dans son esprit; s'il ne l'a pas comprise, il la fait répéter. On peut lui communiquer le problème par écrit, mais il préfère le recevoir par l'audition, et du reste, si on le force à le lire, il l'énonce à voix basse. Quand il a bien saisi la question posée, il dit : « Je commence, » et il se met à chuchoter très rapidement; c'est un murmure indistinct, dans lequel on peut saisir, de temps en temps, quelques noms de chiffres. Alors, rien ne peut l'émouvoir ni le distraire; il fait au milieu du tumulte des représentations publiques les opérations les plus complexes; bien plus, il peut parler pendant qu'il travaille mentalement; il répond avec à-propos à des questions, soutient même une conversation régulière, sans que ses opérations d'arithmétique soient troublées; le calcul devient seulement un peu plus long. Pendant ses exercices, on le voit parfois porter la main sur son front, ou fermer les poings, on tracer avec l'index de la main droite dans la paume de la main gauche des lignes imaginaires; ce sont de simples tics, sans importance, variant du reste beaucoup d'un jour à l'autre. Enfin, au bout d'un temps toujours très court, il dit : « J'ai fini. » Il énonce la solution, et pour sa satisfaction personnelle, il fait la preuve.

Dans ses exercices de calcul mental, M. Inaudi est remarquable à deux points de vue : par la complexité du problème qu'il résout, et aussi, mais à un degré moindre, par la rapidité avec laquelle il trouve la solution. En effet, la plupart des questions qu'on lui pose mettent en mouvement un nombre de chiffres considérable; il peut additionner de tête deux nombres composés chacun de douze chiffres; il multiplie l'un par l'autre des nombres composés de huit à dix chiffres; il dit ce qu'il y a de secondes dans un nombre arbitrairement choisi d'années, de mois, de jours et d'heures. Ces opérations exigent, pour être conduites à bien, que le sujet conserve dans sa mémoire la donnée du problème et ses solutions partielles jusqu'au moment où la solution définitive est trouvée. Pour un travail aussi considérable, M. Inaudi met, a-t-on dit, un temps extrêmement court, si court même qu'on a parfois l'illusion de l'instantanéité. Voici ce qu'on publie à ce sujet : « Il additionne, en quelques secondes, sept nombres de huit à dix chiffres. Il termine une soustraction de deux nombres de vingt et un chiffres en quelques minutes à peine, trouve aussi rapidement la racine carrée, la racine cubique d'un nombre de

huit à douze chiffres, si ce nombre est un carré parfait; il met un peu plus de temps quand, à cette extraction de racines carrée ou cubique, il y a un reste. Il trouve, de même, avec une célérité incroyable, la racine sixième, la racine septième d'un nombre de plusieurs chiffres. Il fait une division, une multiplication en moins de temps qu'il ne faut pour l'énoncer. »

Pour compléter ces indications, nous donnerons l'exemple d'un problème. On demande à M. Inaudi combien il y a de secondes en 18 ans 7 mois 21 jours 3 heures. La réponse est trouvée en treize secondes. Il convient de remarquer que M. Inaudi connaît d'avance le nombre de secondes contenues dans le mois, l'année et le jour.

Ces mesures ne nous donnent peut-être pas une idée bien nette de la rapidité des calculs, parce que nous manquons en général de termes de comparaison pour les apprécier. J'ai pensé qu'il pourrait être intéressant de prendre, pour objet de mesure, une série d'opérations arithmétiques présentant une complexité régulièrement croissante; les termes les plus complexes de la série ne peuvent être exécutés mentalement que par M. Inaudi; mais les premiers termes sont accessibles à peu près à tout le monde. Prenons, pour fixer les idées, l'exemple d'une addition à faire de tête. La plus simple des opérations sera l'addition de deux chiffres, comme $8 + 7$: c'est une opération que chacun peut faire de tête sans grand effort. Une opération un peu plus compliquée, c'est l'addition de deux nombres ayant chacun deux chiffres, comme $78 + 35$; en général, on arrive à faire cette addition mentalement. Puis vient une addition de trois chiffres, $389 + 623$, qui est peut-être impossible pour beaucoup de personnes; puis une addition de quatre chiffres, et ainsi de suite. Nous avons fait cette série d'expériences, avec M. Inaudi, non-seulement pour l'addition, mais pour la soustraction, la multiplication et la division.

Voici un aperçu des résultats; les temps, indiqués en secondes, s'appliquent à des opérations dont la complexité croît comme il vient d'être dit :

Addition : 0",8, — 0",8, — 1",4, — 2",2, — 3",4, etc.

Soustraction : 0",8, — 0",8, — 1",6, — 2",8, — 4",4, etc.

Multiplication : (à chaque nouvelle opération, les deux facteurs augmentent chacun d'un chiffre), 0",6, — 2",0 — 6",4, — 21", etc.

Division : 0",8, — 1",4, — 2",4, — 1",8, — 4",2, etc.

Pour achever d'éclaircir l'explication de ce tableau, un exemple suffira : le temps égal à 21", indiqué dans la série des multiplica-

tions, correspond à la multiplication suivante : 6241×3635 . Le résultat a été donné, disons-nous, en vingt et une secondes.

Ces quelques chiffres contribueront peut-être à dissiper des erreurs, en montrant que, si M. Inaudi calcule vite, il n'est pas beaucoup plus rapide qu'un calculateur de profession, à qui l'on permettrait de faire les opérations sur le papier. Le mérite de M. Inaudi est de faire les opérations dans sa mémoire.

A-t-il des procédés personnels de calcul ? Oui, ses procédés ne sont pas les nôtres, et bien que depuis quatre ans qu'il sait lire et écrire, il ait appris les méthodes ordinaires de calcul, il ne s'en sert pas. M. Charcot lui a fait faire à la Salpêtrière deux divisions d'égale difficulté, l'une sur le papier avec nos méthodes, l'autre de tête avec la sienne ; la seconde a pris quatre fois moins de temps que la première. M. Inaudi est resté fidèle à ses procédés d'enfant, qu'il manie avec une surprenante dextérité ; il les a perfectionnés, développés, agrandis, mais il n'en a pas changé la nature. M. Darboux remarque avec raison qu'il n'a jamais eu de maître.

La base de ses calculs est la multiplication ; même pour diviser et pour extraire une racine, il multiplie ; il fait alors une série de multiplications approchées ; dans une division, par exemple, c'est par tâtonnement qu'il trouve le quotient, en cherchant et en essayant le nombre qui, multiplié par le diviseur, reproduit le dividende. Ces tâtonnements successifs ont été comparés, avec beaucoup d'ingéniosité, par Broca à la recherche d'un mot dans un dictionnaire.

Pour effectuer une multiplication, il suit une marche qui lui est particulière ; quand la multiplication comprend plus d'un chiffre, il ne la fait pas d'emblée, car il ne possède pas, comme on pourrait le croire, une table de multiplication plus étendue que la nôtre, comprenant par exemple les produits de nombres de deux chiffres ; son procédé consiste à décomposer une multiplication complexe en une série de multiplications plus simples. Soit 325×638 . M. Inaudi calcule ainsi :

$$\begin{array}{rcl}
 300 & \times & 600 = 180.000 \\
 25 & \times & 600 = 15.000 \\
 300 & \times & 30 = 9.000 \\
 300 & \times & 8 = 2.400 \\
 25 & \times & 30 = 750 \\
 25 & \times & 8 = 200
 \end{array}$$

En somme, il fait six multiplications au lieu d'une. Il commence par la gauche, par conséquent en multipliant les chiffres de plus

grande valeur. Dans d'autres cas, il altère complètement les données; au lieu de multiplier par 587, il multiplie par 600, puis par 13, et retranche le second produit du premier. Nous ne pouvons entrer dans de plus longs détails; ce que nous disons ici suffira à donner une idée de l'ensemble des opérations.

II.

L'observation de M. Inaudi apporte un nouveau document à la théorie, aujourd'hui bien connue, des mémoires partielles. Disons d'abord quelques mots de cette théorie et rappelons rapidement en quoi elle consiste.

Il est d'usage d'employer le terme mémoire dans un sens général pour exprimer la propriété, que présentent tous les êtres pensans, de conserver et de reproduire les impressions reçues; mais l'analyse psychologique et un grand nombre de faits de pathologie mentale ont montré qu'on ne doit pas considérer la mémoire comme une faculté unique, ayant un siège distinct; en dernière analyse, la mémoire est un ensemble d'opérations. Il n'existe, comme dit très bien le Rapport de la commission académique, que des mémoires partielles, spéciales, locales, dont chacune a son domaine propre, et qui possèdent une indépendance telle que l'une de ces mémoires peut s'affaiblir, disparaître, ou au contraire se développer à l'excès sans que les autres présentent nécessairement une modification correspondante.

Les anciens psychologues ont méconnu cette vérité d'observation, qui cependant n'avait pas échappé au vulgaire. Ainsi, Dugald Stewart, parlant des inégalités de la mémoire, dit que ces différences sont dues au choix de l'esprit ou à l'effet de l'habitude. Gall, le premier peut-être, eut l'idée d'assigner à chaque faculté sa mémoire propre, et il fonda la théorie des mémoires partielles. De nos jours les faits qui servent d'appui à cette théorie se sont multipliés. On en doit un grand nombre à M. Taine, qui a étudié avec tant de profondeur la question des images. Il faut relire à ce propos tout le premier chapitre de *l'Intelligence*, ce livre si abondant en détails instructifs. M. Taine a cité, entre autres, le cas de « ces peintres, dessinateurs, statuaires, qui, après avoir considéré attentivement un modèle, peuvent faire son portrait de mémoire. Gustave Doré et Horace Vernet avaient cette faculté. » Ce sont là de beaux exemples du développement d'une seule mémoire, la visuelle. Pour la mémoire musicale, on invoque d'ordi-

naire l'observation de Mozart notant de souvenir le *Miserere* de la chapelle Sixtine après l'avoir entendu deux fois.

Dans ces dernières années, l'étude des maladies du langage a renouvelé cette question. Nous avons déjà eu l'occasion de parler de l'aphasie dans cette *Revue*, nous n'y reviendrons pas. Rappelons seulement que chez certains malades, une seule mémoire du langage, très limitée et très spéciale, est abolie, les autres mémoires restant intactes ; il y a des malades qui, sans être paralysés, ne peuvent plus écrire, mais continuent à parler ; d'autres perdent la faculté de lire, tout en conservant celle d'écrire, de sorte qu'ils sont incapables de relire la lettre qu'ils viennent de tracer. M. Ribot et M. Charcot ont été les premiers à montrer tout l'intérêt psychologique de ces curieuses dissections mentales que la maladie arrive parfois à opérer.

L'étude des calculateurs prodiges nous présente la même question sous un autre aspect ; chez eux, aucune mémoire n'est détruite ; mais une des mémoires, celle des chiffres, acquiert une extension anormale, qui excite l'étonnement et l'admiration, tandis que les autres mémoires, considérées dans leur ensemble, ne présentent rien de particulier ; elles restent parfois même au-dessous de la mesure commune.

Du reste, les sujets de ce genre sont de véritables spécialistes, qui, pendant tout le cours de leur existence, ne s'intéressent qu'à une seule chose, aux nombres. On peut citer à ce propos une anecdote qui est bien caractéristique. Buxton, calculateur célèbre, est conduit à une représentation de Garrick. A la fin du spectacle, on lui demanda ce qu'il pensait de la pièce ; il répondit que tel acteur était entré et sorti tel nombre de fois, et avait prononcé tel nombre de mots, et ainsi de suite. C'était le seul souvenir qu'il avait conservé du spectacle.

La commission académique a cherché à prendre une mesure approximative des différentes espèces de mémoire chez M. Inaudi. Elle s'est convaincue que le jeune calculateur n'a point une mémoire développée des figures, des événemens, des lieux, des airs de musique. J'ai pu mesurer, au moyen de procédés spéciaux, sa mémoire des nuances de couleur ; elle est extrêmement faible. C'est pour les nombres seulement qu'il donne des résultats surprenans.

Cette inégalité de développement des mémoires prend un caractère saisissant lorsqu'on compare chez lui deux choses presque identiques, la mémoire des chiffres et la mémoire des lettres. On fait l'expérience en prononçant devant lui une série de lettres, qu'on le prie de répéter exactement, et on recommence ensuite la même

opération avec des chiffres. A première vue, il semble que le son articulé d'une lettre qu'on prononce est aussi facile à retenir dans l'oreille que celui d'un chiffre, si bien qu'une personne capable de répéter par exemple vingt-quatre chiffres, comme le fait M. Inaudi sans grand effort, n'aura pas plus de peine à répéter vingt-quatre lettres. Cependant, il n'en est rien. On constate, non sans surprise, que M. Inaudi ne répète pas de mémoire plus de sept à huit lettres; il hésite, perd de son assurance ordinaire, et veut se dérober à l'expérience; si on lui récite deux lignes de français, il ne peut pas les reproduire exactement après une seule audition. Quel meilleur exemple de la distinction des mémoires partielles pourrait-on désirer?

Après ces quelques remarques préliminaires, essayons de regarder de près cette étonnante mémoire des chiffres. Nous savons que la mémoire des chiffres est nécessaire à tout calculateur mental; il s'en sert, d'abord pour retenir les données du problème, et ensuite pour retenir les solutions partielles jusqu'à ce que la solution définitive soit trouvée. La complexité des problèmes qu'une personne résout de tête peut déjà donner une idée de sa mémoire. Mais il y a un moyen plus direct et plus simple pour mesurer l'étendue de la mémoire des chiffres, c'est de faire répéter une série de chiffres, en cherchant par tâtonnement quel est le nombre maximum qui peut être répété sans erreur.

Cette épreuve est dans les habitudes courantes des laboratoires de psychologie; d'après mon observation personnelle, les personnes répètent en moyenne de sept à dix chiffres, sans se tromper, quand on les prononce avec une vitesse de deux par seconde. La répartition des chiffres en groupes, l'articulation particulière de la voix, ou un rythme quelconque, sont des artifices qui parfois peuvent augmenter ce nombre, et qui surtout rendent l'effort de répétition moins pénible. Ces résultats concordent avec ceux d'un psychologue américain, M. Jastrow, qui indique, comme nombre moyen trouvé chez de jeunes étudiants de son pays, le nombre 8,5.

M. Inaudi s'est exercé depuis longtemps à ce genre de répétition; disons comment il l'exécute, car les moindres circonstances prennent ici une importance particulière. On lui dit le nombre, en le coupant par tranches de trois chiffres, et en indiquant la valeur de chaque tranche; par exemple, pour lui faire répéter le nombre 395,820,152,873,642,586, on l'énonce ainsi : trois cent quatre-vingt-quinze quatrillions, huit cent vingt trillions, cent cinquante-deux billions, huit cent soixante-treize millions, six cent quarante-deux mille, cinq cent quatre-vingt-six. On a soin d'appuyer sur

l'articulation des nombres; M. Inaudi répète, à mesure qu'il l'entend, chaque tranche de trois chiffres; puis, quand il est arrivé au terme, il dit avec assurance : « je sais, » et il reproduit la série entière avec une très grande volubilité.

Je l'ai vu répéter de la sorte, sans erreur, une série de vingt-quatre chiffres. M. Charcot, désirant comparer ses aptitudes à celles de Mondeux, qui a eu son heure de célébrité, a recommencé sur lui une expérience dont M. Cauchy, dans son intéressant rapport académique sur Mondeux, a fait connaître le détail. Cette expérience consiste à apprendre un nombre de vingt-quatre chiffres partagé en quatre tranches, de manière à pouvoir énoncer à volonté les six chiffres renfermés dans chacune d'elles. Pour arriver à ce résultat, Mondeux mit cinq minutes. M. Inaudi n'a eu besoin que d'entendre l'énoncé des chiffres; il conserve donc l'avantage sur son devancier.

On pourrait étudier sur ce sujet d'élite tous les caractères d'une bonne mémoire. Celui que nous venons de signaler, c'est la rapidité de l'acquisition. Une seule audition suffit à M. Inaudi pour graver dans son esprit une longue série de chiffres ou l'énoncé d'un problème compliqué; il ne revient pas en arrière pour répéter plusieurs fois les nombres, comme nous sommes nous-mêmes obligés de le faire. Il demande seulement, quand la série de chiffres est un peu longue, qu'on la prononce avec lenteur.

Une fois fixé dans la mémoire, le nombre est retenu avec une précision et une sûreté dont on ne se fait pas une idée. M. Inaudi peut non-seulement répéter un nombre de vingt-quatre chiffres dans l'ordre où il l'a entendu, mais dans l'ordre inverse, en commençant par les unités; il peut répéter la moitié du nombre dans un sens, l'autre moitié dans l'autre sens; tout cela se fait sans hésitation, sans fatigue, sans erreurs.

Combien de temps persiste cette mémoire? Une personne ordinaire qui veut bien consentir à apprendre, pour les besoins de l'expérience, une série de neuf chiffres, ne les retient pas plus de quelques secondes, surtout si on lui défend de les répéter et de les écrire. Des chiffres assemblés au hasard, et qu'aucun lien logique ne rattache les uns aux autres ne se fixent point facilement dans la mémoire; ils ne présentent pour nous rien d'intéressant, ils n'ont, peut-on dire, aucun caractère intelligent, qui éveille notre attention. Il en est tout autrement pour M. Inaudi. Sa mémoire des chiffres conserve extrêmement longtemps ce qui lui a été confié. Deux ou trois observations suffiront à le montrer. A la fin d'une séance, il a l'habitude de répéter tous les nombres sur lesquels on l'a fait travailler, en lui posant différentes questions.

Cette expérience, que j'ai vu faire à la Salpêtrière, donne des résultats vraiment incroyables.

On avait proposé à M. Inaudi, pendant le courant de l'après-midi, un grand nombre de problèmes, dont toutes les données avaient été conservées par écrit, ce qui permit de vérifier l'exactitude de la répétition. Le nombre total que M. Inaudi a répété ce jour-là était de deux cent quarante-deux. On rapporte qu'à une séance donnée à la Sorbonne, il en a répété quatre cents.

A propos de ces nombres fantastiques, je dois faire une remarque qui présente quelque intérêt pour la psychologie. Il ne faut pas prendre ces nombres comme une mesure de la mémoire des chiffres, parce que M. Inaudi ne les a pas appris les uns à la suite des autres, sans interruption; ces chiffres provenaient d'expériences distinctes, où le calculateur n'avait confié chaque fois à sa mémoire que des séries de vingt-quatre chiffres. Il y a donc eu des intervalles de repos, si courts qu'on les suppose, et ces repos ont peut-être facilité l'assimilation de la masse totale, vraiment énorme.

Pour bien faire comprendre ma pensée, j'aurai recours à une image empruntée à la comparaison classique du cerveau avec le muscle. Quand on cherche à connaître la force de contraction musculaire d'une personne, on lui fait serrer avec autant de force que possible un instrument approprié, et on la prie de soutenir son effort de contraction jusqu'à ce qu'elle soit vaincue par la fatigue; la durée de l'effort ne possède une signification que si la contraction a été continue; le moindre intervalle de repos permettrait de faire une contraction beaucoup plus longue. On peut supposer, à bon droit, qu'il en est de même pour l'effort qui consiste à se rappeler des nombres; il doit être relativement plus facile de retenir quatre cents chiffres quand on les apprend par séries de vingt-quatre, avec des intervalles de repos, que si on était obligé de les apprendre d'une manière continue, les uns à la suite des autres.

M. Inaudi a bien voulu se prêter à une expérience directe qui a pleinement confirmé mon idée *a priori*. En général, nous dit-il, il ne cherche à retenir qu'un groupe de vingt-quatre chiffres; un jour, on lui en a proposé vingt-sept; c'est le nombre maximum qu'il ait essayé. J'ai donc offert de lui en réciter trente-six, et il a pu, en employant ses procédés ordinaires, les répéter tous exactement. Cette expérience l'avait un peu fatigué. Après quelque repos, je lui ai lu cinquante-deux chiffres: au milieu de l'opération, quand nous avions atteint le 26^e chiffre, moi les énonçant, lui les répétant, il s'arrêta; il était troublé, et exprima la crainte de tout oublier; il répéta donc rapidement de mémoire les chiffres qu'on venait de prononcer, puis il me pria de continuer. J'allai

ainsi jusqu'à cinquante-deux. Il essaya alors de les reproduire tous ; il le fit, mais en commettant quelques transpositions et confusions, et plusieurs erreurs, environ une dizaine. Il semble bien que ce nombre cinquante-deux constitue pour lui une limite.

Il y aurait intérêt à répéter des expériences de cet ordre, mais elles sont, on le conçoit, très pénibles pour le sujet ; celle-ci du reste me paraît concluante.

III.

Il faut maintenant examiner de près ce qu'on entend par « la mémoire des chiffres. » Nous avons employé ces mots comme s'ils avaient pour tout le monde le même sens. Cette opinion était admise autrefois ; on croyait toutes les intelligences construites à peu près sur le même plan ; mais aujourd'hui que l'on connaît l'immense variété des types psychologiques, on sait qu'une même opération mentale peut être comprise et exécutée par deux personnes sous des formes absolument différentes. Il en est bien ainsi pour la mémoire des chiffres ; il existe plusieurs procédés pour se représenter les chiffres, pour les fixer dans la mémoire et les faire revivre ; en d'autres termes, on peut employer à cet effet plusieurs images d'un genre différent. La commission académique qui a étudié cette question avec beaucoup de soin a pu constater un fait surprenant ; les procédés de M. Inaudi sont contraires aux opinions courantes sur les calculateurs prodiges.

Ces derniers paraissent, d'après leur propre témoignage, prendre pour base principale de leurs opérations mentales la mémoire visuelle. Au moment où l'on énonce devant eux les données du problème, ils ont la vision intérieure des nombres énoncés, et ces nombres, pendant tout le temps nécessaire à l'opération, restent devant leur imagination comme s'ils étaient écrits sur un tableau fictif placé devant leurs yeux. Ce procédé de *visualisation*, — comme disent les auteurs anglais, — était celui de Mondeux, de Colburn, de tous ceux en un mot qui ont eu l'occasion de s'expliquer clairement. Ceci posé, rien de plus simple que d'expliquer la faculté de calcul mental, c'est-à-dire la faculté de calculer sans rien lire ni écrire. Du moment qu'une personne dispose d'une mémoire visuelle très nette et très sûre, elle n'a nul besoin d'avoir les chiffres sous les yeux, de les lire et de les écrire, pour en tirer des combinaisons ; elle peut détourner les yeux de l'ardoise où ils sont écrits, parce qu'ils sont également écrits à la craie sur le

tableau que sa mémoire lui représente. L'explication paraît si satisfaisante que Bidder, un des plus grands calculateurs mentaux du siècle, a écrit dans son autobiographie qu'il ne comprendrait pas la possibilité du calcul mental sans cette faculté de se représenter les chiffres comme si on les voyait.

Les recherches de M. Galton, le savant anthropologiste anglais, ont apporté une confirmation à l'interprétation précédente. En interrogeant un grand nombre de calculateurs et de mathématiciens de tout ordre et de tout âge, M. Galton a constaté que la plupart ont, pendant leurs calculs, l'image visuelle des chiffres; cette image offre parfois de curieuses dispositions individuelles; la série naturelle des chiffres se présente sur une ligne droite ou suit les contours d'une ligne compliquée; chez certaines personnes, les chiffres apparaissent placés en regard des barreaux d'une échelle: chez d'autres, ils sont enfermés dans des cases ou dans des cercles.

M. Galton a donné à ces images le nom de *number-forms*. Il faut que l'image visuelle soit bien nette pour que tant de détails y puissent être reconnus.

Enfin, M. Taine, qui a étudié avec tant de soin le phénomène de l'image, a établi un rapprochement entre les calculateurs mentaux et les joueurs d'échecs qui ont la faculté singulière de jouer sans regarder l'échiquier. Rappelons en quelques mots les procédés de ces joueurs. On a numéroté les pions et les cases; à chaque coup de l'adversaire, on leur nomme la pièce déplacée et la nouvelle case qu'elle occupe; ils commandent eux-mêmes le mouvement de leurs propres pièces et continuent ainsi pendant plusieurs heures. M. Taine explique ce tour de force par la netteté de l'image visuelle.

« Il est clair, dit-il, qu'à chaque coup la figure de l'échiquier tout entier, avec l'ordonnance des diverses pièces, leur est présente, comme dans un miroir intérieur, sans quoi ils ne pourraient prévoir les suites probables du coup qu'ils viennent de subir, et du coup qu'ils vont commander. » Le témoignage direct des joueurs confirme cette interprétation. « Les yeux contre le mur, dit l'un d'eux, je vois simultanément tout l'échiquier et toutes les pièces telles qu'elles étaient en réalité... je vois la pièce, la case et la couleur exactement telles que le tourneur les a faites, c'est-à-dire que je vois l'échiquier qui est devant mon adversaire, et non pas un autre échiquier. » Ajoutons un dernier trait qui montre l'étendue de cette mémoire visuelle; le joueur précédent a souvent fait des parties d'échec mentales avec un de ses amis qui avait la même faculté que lui, en se promenant sur les quais et dans les rues.

Cet ensemble de documens explique comment il existe une sorte de théorie toute faite sur les procédés des calculateurs prodiges. On est naturellement porté à croire que tous opèrent de même, par un développement considérable de la mémoire visuelle. L'étude des procédés de M. Inaudi est venue montrer qu'on ne doit pas tirer des faits précédens une conclusion générale. La vision mentale n'est pas le moyen unique pour calculer de tête; il y a d'autres moyens qui semblent avoir la même efficacité et la même puissance. M. Inaudi, que la commission académique a interrogé avec soin sur ce point important, déclare sans hésiter qu'il ne se représente aucun chiffre sous une forme visible. Il connaît les tours de force accomplis par les joueurs d'échecs qui jouent les yeux fermés, mais il serait absolument incapable de les imiter, en se représentant la vue de l'échiquier. Lorsqu'il cherche à retenir une série de vingt-quatre chiffres qu'on vient de prononcer, comme lorsqu'il combine des nombres en vue d'un problème à résoudre, il ne voit jamais les chiffres, mais il les entend. « J'entends les nombres, dit-il nettement, et c'est l'oreille qui les retient; je les entends résonner à mon oreille, tels que je les ai prononcés, avec mon propre timbre de voix, et cette audition intérieure persiste chez moi une bonne partie de la journée. » Quelque temps après, répondant à une nouvelle demande qui lui est adressée par M. Charcot, il renouvelle son assertion. « La vue ne me sert à rien; je ne vois pas les chiffres; je dirai même que j'ai beaucoup plus de difficulté à me rappeler les chiffres, les nombres lorsqu'ils me sont communiqués écrits que lorsqu'ils me sont communiqués par la parole. Je me sens fort gêné dans le premier cas. Je n'aime pas non plus écrire moi-même les chiffres; les écrire ne me servirait pas à les rappeler. J'aime beaucoup mieux les entendre. »

Ces affirmations si explicites semblent ne laisser place à aucun doute. Évidemment, M. Inaudi n'est comparable ni à Mondeux, ni à Colburn, ni à ces autres calculateurs qui voient clairement les chiffres devant eux. Il demande à l'audition mentale ce que ces calculateurs demandent à la vision.

L'attitude qu'il prend pendant ses exercices et diverses observations qu'on peut faire sur lui viennent confirmer son témoignage sur cette question, si importante pour la théorie. Nous avons dit déjà qu'il reçoit en général par la parole les nombres à répéter et les données du problème à résoudre. Si on veut lui présenter les nombres par écrit, il prend le papier et, revenant par un artifice très simple au procédé qui lui est le plus naturel, il prononce à haute voix les nombres écrits, de sorte qu'il se place à peu près dans les mêmes conditions que si les nombres lui avaient été com-

muniqués par l'audition ; puis, lorsqu'il commence les opérations de calcul, il détourne les yeux des chiffres écrits, dont la vue, loin de servir à sa mémoire, ne ferait qu'embarrasser ses opérations. Il fait à propos de ses procédés une remarque pleine de justesse : — « On me demande, dit-il, si je vois les chiffres ; comment pourrais-je les voir, puisqu'il y a quatre ans à peine que je les connais (il n'a appris à lire et à écrire que depuis quatre ans) et que bien avant cette époque j'ai calculé mentalement ? »

Il est à prévoir que beaucoup de personnes qui liront ces lignes auront peine à comprendre comment on peut calculer mentalement sans voir les chiffres et seront amenées naturellement à douter du témoignage de M. Inaudi. Il peut donc être utile de montrer en quelques mots la possibilité de calculer avec des images auditives.

Calculer est une opération qui, envisagée sous sa forme la plus simple, consiste à mettre en œuvre des associations plus ou moins automatiques, et ce travail d'association peut se faire sous des formes bien différentes. Prenons l'exemple d'une multiplication de deux nombres, soit 12 à multiplier par 4. Que fera une personne du type visuel pour multiplier mentalement ces deux nombres ? Elle verra, dans son esprit, le multiplicateur 4 placé à côté ou au-dessous du multiplicande 12 et elle exécutera l'opération dans sa tête comme elle la ferait sur le papier, en posant chaque chiffre à sa place et en tirant une ligne horizontale avant de faire le total. L'auditif ne voit rien de tout cela, et on peut imaginer qu'il exécute le même calcul à peu près de la façon suivante ; il entend ou se dit à voix basse des paroles comme celle-ci : « Quatre fois deux font huit, quatre fois dix font quarante, quarante et huit font quarante-huit. » Il arrive donc au produit 48 sans avoir seulement entrevu un chiffre.

La plupart des personnes, très probablement, font dans une certaine mesure les deux choses à la fois ; pendant un calcul mental, elles voient les chiffres, les placent les uns au-dessous des autres dans l'ordre voulu, et en même temps elles répètent à voix basse, tout en posant les chiffres, un discours semblable à celui que nous venons de transcrire ; mais on peut s'imaginer facilement des visuels assez purs pour voir les calculs sans rien dire et sans rien entendre, et des auditifs assez purs pour parler et entendre intérieurement les calculs sans rien voir.

La différence principale des deux cas est la suivante : pour le visuel, les chiffres ont une position dans l'espace ; non-seulement ils sont placés l'un après l'autre, mais ils peuvent être placés à droite ou à gauche, ou au-dessous ou au-dessus les uns des autres ; au contraire, pour un auditif pur (et probablement un peu

schématique), les chiffres ne sont ordonnés que dans le temps; ils sont disposés dans un ordre successif. Cette remarque conduit à une application pratique assez curieuse. Disons quatre nombres de quatre chiffres chacun à un visuel, et, pour lui permettre de retenir ces nombres, choisissons ceux qu'il connaît déjà, comme des dates d'histoire ou l'année de sa naissance, etc. Prenons la personne de se représenter les chiffres disposés par quatre, les uns au-dessous des autres, formant un carré; on peut lire ce carré de plusieurs façons, soit de droite à gauche, soit de haut en bas, soit suivant une diagonale; le visuel, qui a dans sa tête un tableau de chiffres, fait assez facilement cette lecture; il n'a qu'à parcourir son image visuelle dans le sens nécessaire, et on comprend que dans cette image il ne lise que les chiffres qu'on lui demande. L'auditif, qui ne voit rien, est bien plus embarrassé; s'il veut lire suivant la diagonale, il est obligé de raisonner, de se dire que le premier nombre fournit le premier chiffre de la diagonale, que le second nombre fournit le second chiffre, et ainsi de suite: c'est un travail très pénible. M. Pierre Janet, qui a fait le premier cette ingénieuse remarque, l'a appliquée à M. Inaudi, et voici le résultat qu'a donné l'expérience. Grâce à la sûreté de sa mémoire auditive, M. Inaudi peut arriver à réciter les chiffres du carré dans l'ordre qu'on lui demande; il y arrive même avec une certaine rapidité si on le compare à un sujet normal soumis à la même épreuve; son admirable mémoire des chiffres l'aide et le soutient; par conséquent, le temps qui lui est nécessaire pour les opérations ne présente rien de caractéristique. Le point important, à mon avis, c'est que, d'après son témoignage, il ne lit pas directement les chiffres placés sur la diagonale; il est obligé d'énoncer successivement les quatre nombres et de choisir, dans chacun d'entre eux, le chiffre que la diagonale rencontre. Cet énoncé rapide du nombre entier, voilà ce qui est caractéristique.

Les expériences que nous avons exposées jusqu'ici ont surtout un caractère éliminatif; elles ont montré que M. Inaudi n'est point un calculateur visuel. Qu'est-il donc? S'il ne se sert pas d'images visuelles, quelle image emploie-t-il? Nous avons laissé supposer qu'il emploie des images auditives. Cette supposition n'est peut-être pas absolument juste. Il faut bien remarquer que l'existence d'un auditif pur doit être assez rare; les images et sensations auditives des mots sont associées aux mouvemens du larynx et de la bouche nécessaires pour les prononcer, et lorsqu'une personne se représente un mot sous la forme du son, elle doit en même temps éprouver des sensations particulières dans les organes de la phonation, comme si le mot allait être prononcé; en d'autres termes,

pour ce qui concerne le langage, le type auditif a les plus étroites connexions avec le type moteur; les deux choses doivent être le plus souvent combinées.

C'est probablement ce qui se réalise chez M. Inaudi. Nous avons vu que, pendant qu'il travaille, ses lèvres ne sont pas complètement closes; elles s'agitent un peu, et il en sort un murmure indistinct, dans lequel on saisit cependant, de temps à autre, quelques noms de chiffres; ce chuchotement devient quelquefois assez intense pour être entendu à plusieurs mètres. J'ai pu m'assurer, en prenant la courbe respiratoire du sujet, qu'elle porte la marque bien nette de ce phénomène, alors même qu'on ne l'entend pas; ses organes phonateurs sont donc réellement en activité, pendant qu'il calcule de tête. M. Charcot, désirant se rendre compte de l'importance de ces mouvemens, a cherché à voir ce qui se produirait si on les empêchait de s'exécuter, et il a prié M. Inaudi de faire un calcul en tenant la bouche ouverte; mais cet artifice n'empêche pas complètement les mouvemens d'articulation, qui continuent à se manifester, et que le sujet perçoit nettement. Un autre moyen m'a paru préférable pour empêcher M. Inaudi d'articuler des sons à voix basse; je l'ai prié de chanter une voyelle pendant son calcul mental; si le son de la voyelle conserve la pureté de son timbre, il est à peu près certain que le sujet n'articule point de chiffres; cette expérience cause un grand embarras à M. Inaudi; il conserve encore la faculté de calculer de tête, mais il met quatre ou cinq fois plus de temps que dans les conditions normales, et il n'y parvient même que parce qu'il triche un peu, c'est-à-dire qu'il fait à voix basse quelques articulations de chiffres, dont on reconnaît tout de suite la production lorsqu'on écoute, d'une oreille attentive, le son de la voyelle chantée.

Ces expériences nous montrent que l'articulation fait partie intégrante du calcul mental chez M. Inaudi, si bien que tout artifice d'expérimentation qui entrave le mouvement d'articulation rend le calcul plus long ou en altère l'exactitude. En d'autres termes, M. Inaudi emploie concurremment des images auditives et des images motrices d'articulation. Lequel de ces deux élémens prédomine? Est-ce l'élément sensoriel, ou l'élément moteur? Il serait fort difficile de le dire; nous ne connaissons aucun moyen expérimental permettant de les analyser, et de faire la part de chacun d'eux. Disons seulement que M. Inaudi pense que c'est le son qui le guide, et que le mouvement d'articulation n'intervient que pour renforcer l'image auditive.

Quoi qu'il en soit, ce qu'il faut bien retenir des études actuelles, c'est le danger des généralisations hâtives. Tous les calculateurs

prodiges étudiés jusqu'ici étaient des visuels, nous dirions presque des voyans. On s'est cru en droit d'en conclure que sans mémoire visuelle il n'y a point de calcul mental possible. Voici un jeune homme qui ne voit pas les chiffres, qui les entend simplement résonner dans sa mémoire, et ce jeune homme est capable d'exécuter de tête des opérations au moins aussi compliquées que celles de ses devanciers.

IV.

Nous nous sommes proposé, dans le présent travail, de faire, à propos de M. Inaudi, une étude sur la mémoire des chiffres. Cette étude est maintenant à peu près terminée, et il ne nous reste plus qu'à conclure. Mais avant de le faire, nous devons présenter une observation importante. On pourrait supposer, en voyant le rôle joué par la mémoire dans le calcul mental, que c'est la seule faculté développée chez les calculateurs prodiges; il suffirait donc de pouvoir retenir dans sa tête une longue suite de chiffres pour calculer comme le fait M. Inaudi; quelques auteurs récents ont commis cette erreur; ils n'ont vu chez M. Inaudi qu'un simple cas « d'hypermnésie des chiffres. » Nous croyons utile de mettre en garde contre une pareille interprétation, qui simplifie beaucoup trop les questions; elle est contraire aux données psychologiques les plus certaines et les mieux établies. Prenons un acte élémentaire de l'esprit, analysons-le, et nous verrons que cet acte élémentaire suppose le concours d'un grand nombre d'opérations bien coordonnées; à plus forte raison ce concours est-il nécessaire pour des actes aussi complexes que des calculs mentaux. Nous avons fait, à ce sujet, un grand nombre d'expériences sur M. Inaudi, nous avons voulu étudier l'ensemble de ses aptitudes psychologiques et faire en quelque sorte le tour de son intelligence; nous avons pu constater que chez lui un certain nombre de facultés sont extrêmement développées, et que ces facultés sont précisément celles qui concourent aux opérations de calcul. La perception, l'attention, le jugement, dans la mesure et dans la forme où ces actes sont nécessaires aux opérations de calcul mental, ont acquis le même développement que la mémoire des chiffres (1).

La question qui nous reste à examiner est celle de savoir comment ces diverses aptitudes se sont formées. En d'autres termes,

(1) On trouvera le détail des expériences dans le *Recueil des travaux du laboratoire de psychologie physiologique*.

sous l'influence de quelles conditions un petit pâtre piémontais est-il devenu un des premiers calculateurs du siècle ?

Il est bien évident qu'en nous posant à nous-même cette question, nous n'avons nullement l'ambition naïve de chercher une *explication* du calculateur prodige. Si le pourquoi et le comment des choses doit nous rester caché, c'est bien dans les questions de cet ordre. Mais on peut, tout en rejetant l'idée chimérique d'une explication, chercher à faire des comparaisons entre les différens calculateurs prodiges, pour voir si leur développement mental ou anthropologique a présenté quelques caractères communs.

Lorsqu'on parcourt l'histoire de ces individus, on est frappé par trois choses : la précocité des sujets, le caractère en quelque sorte obsédant, impulsif, de leur passion pour le calcul, et le milieu généralement illettré, parfois misérable, où ils se développent.

Leur histoire à tous a plusieurs traits communs. Il s'agit le plus souvent d'un enfant né de parens pauvres et sans instruction ; tel était Mangiamele, petit pâtre sicilien ; tel était Mondeux, le pâtre toulousain ; tel est à ses débuts Inaudi, encore un pâtre. C'est dès leurs premières années qu'ils sont pris par le besoin de calculer ; Mangiamele à dix ans, Mondeux de six à dix ans, Ampère de trois à cinq ans, Gauss à trois ans ; on peut dire, de cinq à dix ans en moyenne ; c'est l'âge où la plupart des enfans vivent dans les illusions des jeux et des histoires. Sans aucune provocation extérieure, semble-t-il, en dehors de l'influence des parens ou des maîtres d'école, ces enfans prédestinés commencent à combiner des nombres dans leur tête.

A mesure qu'ils grandissent, on voit s'établir entre eux deux grandes catégories bien distinctes. Tous ont commencé par le calcul ; mais les uns vont plus loin ; le génie des mathématiques s'éveille en eux ; et ils deviennent des Gauss et des Ampère. Les autres ont une destinée plus modeste ; ils restent toute leur vie ce qu'ils ont été dans leur première enfance, des calculateurs, *des spécialistes du chiffre*.

Nous ignorons si cette distinction tient à la nature des choses, ou résulte simplement des hasards de l'existence. De très bons esprits pensent qu'il y a une certaine parenté entre la faculté du calcul et l'esprit mathématique, et que, si les calculateurs prodiges recevaient une éducation particulière, donnée d'une manière intelligente, ils pourraient devenir pour la plupart des mathématiciens remarquables. L'expérience ne s'est pas encore définitivement prononcée sur ce point. Pour M. Inaudi, l'avenir décidera ; mais il semble que le jeune calculateur est peu disposé à se mettre à

l'école des mathématiciens, et qu'il veut simplement conserver et développer ses dons naturels.

Quelle est l'influence de l'hérédité sur la genèse des calculateurs prodiges ? Question délicate qu'on n'a pas encore élucidée. Depuis longtemps les médecins, quand ils rencontrent dans une personne une réunion d'aptitudes anormales, se manifestant de bonne heure, sont habitués à trouver dans la famille de cette personne un certain nombre de caractères particuliers. Tantôt l'aptitude exceptionnelle est héréditaire dans une famille et se transmet régulièrement, pendant une série de générations, aux rameaux partis d'une même souche ; c'est ainsi que se sont formées, par l'action de ce qu'on appelle l'hérédité similaire, les belles familles de musiciens et de naturalistes. D'autres fois, on ne découvre dans la famille du prodige aucun ascendant présentant les mêmes qualités que lui ; mais cette famille, qui a été le berceau d'un individu anomal, porte un certain nombre de tares névropathiques ou autres qui la signalent à l'attention.

Dans l'observation de M. Inaudi, rien de semblable. Les recherches patientes de différents observateurs n'ont pu découvrir aucune des circonstances que nous venons de signaler.

Pour l'hérédité, rien ; à peine quelques bizarreries de caractère chez un ascendant paternel ; aucun parent connu ne présente d'aptitude au calcul ; les frères de Jacques Inaudi s'y sont essayés, mais sans réussir. Comme antécédens particuliers au sujet, rien encore ; il n'a jamais été malade, son développement a été normal et régulier. Enfin, l'examen anthropométrique a révélé bien peu de chose. La commission académique a reconnu le résultat quelque peu négatif de son enquête, et nous n'insisterons pas.

En résumé, l'étude de M. Inaudi a surtout été fructueuse pour la psychologie : d'une part, elle a apporté une confirmation remarquable à la théorie des mémoires partielles ; d'autre part, elle nous a familiarisés avec une forme nouvelle du calcul mental, la forme auditive. Peut-être aussi cette même étude nous a-t-elle appris quelque chose de plus ; nous venons de constater la possibilité pour certaines facultés, telle que la mémoire, d'acquérir une étendue double et triple de l'étendue normale ; ce fait important nous laisse entrevoir dans quelle large mesure l'esprit humain est encore perfectible.

ALFRED BINET.