

ASTRONOMIE. — *Recherches sur l'équation personnelle dans les observations de passages, sa détermination absolue, ses lois et son origine.* Note de **M. C. WOLF**, présentée par M. Le Verrier.

« On désigne par le nom d'*équation personnelle*, dans les observations de passages, la partie constante de l'erreur que commet un astronome dans la détermination de l'époque des passages d'un astre aux fils de la lunette méridienne. La différence temps réel moins temps estimé donne la *correction personnelle* dont il sera toujours question dans ce travail.

» La première partie du Mémoire est consacrée à la description d'un appareil propre à la détermination absolue de la correction personnelle et à la recherche des lois suivant lesquelles varie cette correction.

» L'appareil établi à l'Observatoire impérial de Paris se compose : 1° D'une mire mobile, à laquelle un moteur communique un mouvement uniforme de va-et-vient. 2° D'une lunette munie d'un réticule de cinq fils, dans le plan desquels vient se peindre, par l'intermédiaire de collimateurs, une image très-petite de l'ouverture de la mire. Cette image représente l'étoile dont on observe le passage supérieur (mouvement direct) ou le passage inférieur (mouvement inverse). 3° D'une série de lames métalliques incrustées dans des pièces de bois mobiles, sur lesquelles glisse l'extrémité mousse d'un ressort fixé au chariot de la mire. A chaque opération, la position de ces lames est réglée de telle façon que le contact du ressort et des lames commence (mouvement direct) ou finisse (mouvement inverse) au moment où l'étoile artificielle est bissectée par chacun des fils de la lunette. Ce contact établit un courant qui sert à enregistrer les époques absolues des passages. 4° D'un enregistreur Morse-Digney à deux électro-aimants et deux molettes inscrivant indépendamment sur la même bande de papier. L'une des molettes enregistre la seconde battue par un relais que mène une pendule placée au dehors de la salle d'observation, l'autre enregistre les passages. Un commutateur permet d'alterner les rôles des deux électro-aimants. J'ai fait aussi usage, dans quelques cas, de l'enregistrement par l'étincelle d'induction.

» L'observateur, après avoir réglé l'appareil, estime sur la seconde battue par le relais les époques des passages de l'étoile artificielle sous les fils. Quarante passages constituent une série complète, et la comparaison des époques enregistrées par l'appareil avec les temps estimés donne la correction.

» La discussion des causes d'erreur de l'enregistreur permet d'éliminer sûrement toute erreur constante supérieure à 0<sup>s</sup>,01.

» J'ai toujours suivi la méthode d'estime de Bradley, qui consiste à comparer les intervalles parcourus par l'étoile du commencement de la seconde jusqu'au fil, et du fil à la fin de la seconde. Je ne me suis pas occupé encore de la correction dans la méthode d'observation chronographique.

» J'ai consacré les premiers mois qui ont suivi la construction de l'appareil (octobre 1863) à l'étude des causes d'erreur et à ma propre éducation. Cet exercice a produit cet effet remarquable de faire tomber une correction de  $+ 0^s,30$  à  $+ 0^s,11$ . Mais, depuis janvier 1864, cette quantité est restée invariable. Le fait de cette constance me paraît être un argument décisif en faveur de l'emploi d'un appareil spécial pour l'éducation des observateurs.

» Le degré et le mode d'éclairement du champ, l'éclat de l'étoile ne paraissent pas influencer mon estime d'une manière sensible; mais le sens du mouvement de l'astre, sa rapidité et le grossissement de l'oculaire exercent une influence dont j'ai déterminé les lois.

» Au moyen d'un prisme à réflexion totale placé devant l'oculaire, on peut faire que l'étoile paraisse se mouvoir toujours de droite à gauche, ou toujours de gauche à droite, quel que soit le sens du mouvement du chariot. Ma correction, dans le second cas, est plus grande de  $0^s,04$  que dans le premier; ce qui revient à dire que lorsque j'estime les distances d'un fil à deux points placés de part et d'autre, l'intervalle de droite me paraît relativement plus grand que celui de gauche. Ce fait, qui doit avoir son origine dans une dissymétrie de la rétine de part et d'autre de l'image du fil, rapproche ce genre d'erreur de celle qu'on a reconnue dans le pointé d'une étoile entre deux fils.

» Si l'on fait varier la rapidité du mouvement de l'étoile, on trouve que, le temps employé à parcourir l'intervalle des cinq fils croissant de 31 à 87 secondes, ma correction diminue de  $+ 0^s,14$  à  $+ 0^s,09$ , la correction  $+ 0^s,11$  se rapportant à la vitesse équatoriale. Mais l'erreur moyenne de l'observation d'un passage semble être minimum pour une vitesse peu différente de cette vitesse équatoriale et augmenter quand la vitesse devient plus grande ou plus petite.

» La position de la tête de l'observateur paraît sans influence sur la grandeur de la correction.

» Le grossissement de l'oculaire augmentant, ma correction diminue; mais il faut remarquer que cette variation ne peut être une loi physiologique, parce que le diamètre apparent des fils augmentant avec le grossis-

sement, il est probable que l'œil ne rapporte pas dans tous les cas au même axe idéal les positions de l'étoile au commencement et à la fin de la seconde.

» La seconde partie de mon Mémoire est consacrée à la recherche de la cause de l'erreur personnelle.

» J'établis d'abord, par l'examen des différences de correction déterminées dans les divers Observatoires, que la différence maximum de deux astronomes s'élève très-rarement au-dessus de  $0^s,3$ , et que pour les cas exceptionnels où cette différence a atteint 1 seconde et plus, il faut, avec M. Encke, admettre l'opinion que les astronomes qui présentaient cette anomalie avaient adopté une autre manière de compter les battements de la pendule.

» On doit à Bessel l'explication généralement adoptée de la cause de l'erreur personnelle : « La différence des estimates se comprendra, dit-il, si » l'on admet que les impressions sur l'œil et sur l'oreille ne peuvent être » comparées l'une à l'autre au même moment, et que deux observateurs » emploient des temps différents pour superposer l'une de ces impressions » à l'autre. » Cette explication a été reprise depuis par M. Faye (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 1864, p. 474) et paraît généralement admise.

» Elle me semble cependant sujette à des difficultés; car il est bien certain qu'au moment du passage l'observateur n'écoute pas le battement de la pendule, mais un battement intérieur que sa pensée y substitue, exactement comme le musicien qui n'attend pas pour partir le bruit du bâton du chef d'orchestre, mais s'est pénétré à l'avance du rythme de la mesure qu'il doit suivre. Il n'y a plus là superposition de deux sensations distinctes venant de l'extérieur.

» L'expérience m'a prouvé d'ailleurs que dans mon mode d'estime, cette intervention des deux sens n'existe pas, et qu'un seul, la vue, est la cause de l'erreur.

» J'ai supprimé tout bruit battant la seconde, et j'ai marqué celle-ci, soit sur l'étoile même par une succession régulière d'étincelles, soit dans le champ de la lunette, par des éclats réguliers obtenus à l'aide d'un tube de Geissler placé devant l'objectif. Ma correction s'est trouvée la même que lorsque je percevais la seconde par l'ouïe.

» Je me suis fait battre la seconde dans les doigts de la main gauche par une série de légères commotions : ma correction n'a point varié.

» Ainsi, par quelque sens que m'arrive la perception de la seconde, par

la vue, par l'ouïe, ou par le toucher, mon estime reste constamment en erreur de la même quantité. Cette erreur ne peut donc provenir que de celui de mes sens qui reste constamment en jeu, de la vue.

» Une série d'expériences sur les phénomènes qui accompagnent l'observation d'un passage, lorsque la seconde est perçue par l'œil, m'ont démontré les faits suivants :

» La perception du temps pour l'œil n'étant autre que celle d'un espace parcouru, il existe pour cet organe une limite à la divisibilité du temps, qui est la durée de la persistance de l'impression lumineuse.

» Lorsqu'une étoile se meut dans le champ de la lunette, l'œil la voit, au moment où la seconde est perçue, non-seulement dans la position qu'elle occupe réellement, mais dans toutes les positions occupées précédemment pendant un temps égal à la durée de la persistance de l'impression visuelle, et aussi dans toutes celles qu'elle occupe ensuite pendant un second intervalle égal au premier. Les positions comprises dans chacun de ces intervalles sont simultanées, leur parcours correspond à un espace de temps indivisible pour l'œil. Et par suite, la correction personnelle d'un observateur qui perçoit une seconde exactement rythmée est comprise entre deux limites qui sont la durée de l'impression lumineuse prise positivement et négativement.

» Si l'on supprime la continuité du mouvement de l'étoile, la correction devra être nulle. C'est en effet ce qui a lieu, lorsqu'on remplace l'éclaircissement continu de la mire par une succession d'étincelles éclatant de seconde en seconde derrière l'ouverture.

» La durée de la sensation auditive, étant moindre que  $0^s,01$ , ne peut intervenir dans la production de l'erreur d'estime. Les limites de cette erreur restent donc les mêmes que dans le cas où la seconde est perçue par la vue.

» J'ai ensuite comparé la durée de la persistance de l'impression visuelle à la valeur de ma correction, et j'ai trouvé que cette durée, égale à  $0^s,05$  lorsque les impressions successives de l'étoile se font en un même point, s'élève progressivement jusqu'à  $0^s,16$  lorsque l'image se déplace sur la rétine de manière à ne pas émousser par la répétition des sensations, la sensibilité des points affectés. Cette variation explique celle de la correction personnelle qui augmente avec la rapidité du déplacement de l'étoile.

» J'ai ainsi ramené l'erreur d'estime à une cause purement physiologique, et montré qu'elle n'est fonction que de la sensibilité d'un seul organe. Il suit de là :

» 1° Que par sa nature cette erreur doit être et est en effet très-constante.

» 2° Que la méthode d'observation par l'œil et l'ouïe est nécessairement supérieure au procédé d'enregistrement chronographique, puisque dans ce dernier procédé le temps enregistré est affecté de la même erreur que le temps estimé, et contient en outre une seconde erreur représentant le temps nécessaire à l'observateur pour mettre le doigt en mouvement.

» 3° Que s'il est vrai que l'erreur moyenne d'une observation soit moindre dans le procédé chronographique, comme l'ont montré M. Pape et M. Dunkin, la seule conséquence à en déduire est qu'il faut, au point de vue de l'estime du temps, perfectionner l'éducation des astronomes plus qu'elle ne l'a été généralement. Et l'emploi d'un appareil tel que celui que j'ai construit est très-propre à remplir ce but, puisqu'il réduit la correction personnelle à sa partie physiologique, en éliminant les causes d'erreur variables qui n'ont d'autre origine qu'une paresse de l'esprit. »