

---

**Des mouvements des yeux dans la lecture,**

par M. le D<sup>r</sup> LAMARE.

Je viens vous présenter le court résumé des longues recherches que j'ai faites il y a treize ans, au laboratoire d'ophtalmologie de la Sorbone, sur les *mouvements des yeux dans la lecture*, mais que je n'ai pas eu le loisir de faire aussi

étendues que j'aurais voulu, malgré les conseils et l'aide éclairée que m'a prodigués M. Javal.

La récente publication de M. Landolt sur ce sujet me fait un devoir d'exposer tels quels les résultats de mes expériences.

Ces recherches devaient compléter les études sur la physiologie de la lecture publiées par M. Javal dans les *Annales d'oculistique* en 1878 et 1879.

L'œil ne peut voir distinctement à la fois qu'une petite étendue du champ visuel ; pour lire toute une ligne, l'œil doit la parcourir successivement, et, exécutant un certain nombre de *mouvements*, la partager en un nombre égal de *sections* plus une.

Ainsi, dans l'article de tête d'un journal, je fais, pour lire une ligne, trois saccades des yeux : car mon œil partage cette ligne en quatre sections.

Le but que j'ai poursuivi a été de rechercher le *nombre de lettres* contenu dans une section, et l'étendue de cette section, c'est-à-dire de savoir le nombre de lettres qu'on peut lire en une fois, et l'étendue qu'elles occupent ; puis, de connaître les influences qu'exercent sur ces deux quantités les modifications éprouvées par la forme des caractères dans des textes divers.

Le procédé le plus rationnel consiste à rechercher la vitesse totale de la lecture, et à calculer la durée employée à lire les lettres d'une section.

En moyenne, je lis 1,200 lettres par minute, soit 20 lettres par seconde.

Or, lorsqu'on amène le regard sur un certain nombre de lettres et qu'on veut les comprendre, on est obligé d'y arrêter les yeux pendant un certain temps, afin de *percevoir* ; puis, de laisser l'image s'affaiblir, avant de regarder les lettres suivantes.

Or ce temps, d'après Beaunis, se subdivise en trois périodes :

1° *période latente*, qui dure  $\frac{1}{18}$  de seconde ; 2° *période d'énergie croissante*, durant  $\frac{1}{6}$  de seconde ; 3° *période d'énergie décroissante* durant  $\frac{1}{6}$  de seconde. Le temps pendant lequel on s'arrête est donc égal à  $\frac{7}{18}$  de seconde.

Les lettres ayant été lues, et la rétine étant revenue à un état presque normal, les yeux repartent et font un mouvement pour s'arrêter de nouveau. Quelle est la durée de ce mouvement? Nous ne la connaissons pas expérimentalement; mais par analogie, on peut l'avoir d'une manière approximative.

Chez l'homme, l'avant-bras peut exécuter 250 mouvements de flexion par minute, soit 1 mouvement en  $\frac{1}{4}$  de seconde; mais les muscles du bras, qui mesurent environ 20 centimètres sont quatre fois plus longs que les muscles de l'œil qui ont une longueur de 5 centimètres : ceux-ci doivent donc se contracter beaucoup plus vite et faire un mouvement dans un temps au moins deux fois plus court, soit  $\frac{1}{8}$  de seconde.

Le temps d'un mouvement des yeux et le temps d'un arrêt composent le temps d'une section dans la lecture courante : il est donc égal à  $\frac{7}{18} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$  seconde au plus. Or, je lis en une seconde 20 lettres; la section comprend donc 10 lettres au moins.

Mais cette méthode est quelque peu défectueuse, quoique donnant un résultat qui se rapproche des autres trouvés plus loin. J'ai compris, en effet dans le temps mis à lire des lettres, le temps pendant lequel les yeux reviennent au commencement des lignes. On doit donc lire en réalité plus de 20 lettres par seconde. D'autre part, il est à remarquer que les différentes périodes peuvent s'accroître ou diminuer, suivant l'intensité de l'attention du lecteur.

J'ai, par un autre procédé, recherché combien de lettres l'œil peut lire et déchiffrer par vision périphérique, restant fixé sur une lettre quelconque au milieu d'une ligne : cette étendue lisible, pour des caractères de 11 points, est d'environ 34 millimètres, contenant 21.7 lettres. Mais dans cette étendue il y a des lettres qui ne sont vues en réalité qu'imparfaitement, et plutôt devinées. Quand je ne tiens compte, dans une autre série d'expériences, que des lettres qui m'apparaissent à l'instant même très distinctement,

l'étendue lisible se réduit à la moitié, c'est-à-dire une moyenne de 17 millimètres, contenant 10.8 lettres.

Enfin j'ai employé une troisième méthode, qui consiste à *compter* les mouvements qu'exécutent les yeux le long d'une ligne.

Un aide peut *voir* ces mouvements. Il peut les *sentir* avec les doigts posés sur la paupière fermée d'un œil.

Mais le procédé qui donne les meilleurs résultats est celui par lequel on *entend* ces mouvements au moyen d'un petit tambour, dont la membrane d'ébonite supporte à son centre une petite tige qui s'applique sur un point du globe oculaire (conjonctive ou paupière, sans aucun inconvénient) et dont la caisse communique avec les oreilles de l'aide par deux tuyaux de caoutchouc. C'est M. Boudet de Paris qui a imaginé cet appareil; les trois premiers doigts d'une main, venant se fixer sur la face, maintiennent dans leur intervalle le tambour appuyé contre un des yeux.

L'appareil donne lieu à des sons nets, distincts, que l'aide compte et additionne, et inscrit immédiatement pour chaque ligne, en écrivant un signe conventionnel. Le mouvement de retour des yeux au commencement des lignes donne lieu à un bruit plus intense et plus prolongé, facilement reconnaissable; on n'a qu'à l'ajouter au nombre des *saccades* entendues depuis le commencement de la ligne, pour pouvoir *noter* aussitôt le nombre de sections en lesquelles la ligne a été lue.

J'ai enfin tenté, dans le laboratoire de M. Fr. Franck, d'enregistrer les mouvements des yeux: les quelques expériences que j'y ai faites me permettent d'espérer qu'on pourra par ce procédé arriver à des résultats intéressants.

Je n'ai fait porter mes expériences que sur mes propres yeux, à cause de la difficulté de l'apprentissage qu'elles demandent: il faut, en effet, arriver à tenir le tambour parfaitement appliqué contre l'œil, de manière à amener le maximum de frottement de l'œil contre la tige de l'appareil pour rendre les sons le plus intenses possible. Il faut aussi effectuer la lecture d'une façon régulière, sans arrêts intempestifs, sans retours en arrière qui viendraient troubler la notation.

Un de mes amis, M. Ch. Galis, avocat, m'a prêté un concours très précieux.

Je ne me suis pas contenté d'une seule lecture pour une ligne. En effet, par suite d'états d'attention différents, la même ligne peut être lue, à des moments divers, en un nombre de sections variable. Et d'ailleurs, les variations que j'ai constatées plus haut font aussi penser que, dans chaque section, les yeux n'embrassent pas le maximum de ce qu'ils pourraient lire : ils ont une sorte de liberté d'allure, dont ils semblent user avec indifférence, tout en se tenant dans une moyenne assez régulière, autour de laquelle oscillent les nombres de sections faites par ligne.

On peut comparer les mouvements des yeux aux pas que fait un individu qui descend le lit d'un torrent à sec parsemé de pierres : il est plus que douteux, qu'à chaque descente renouvelée du même point de départ il mette le même pied au même endroit, qu'il fasse chaque fois le même nombre exact d'enjambées. Mais, en fin de compte, une moyenne pourra servir à apprécier avec justesse la façon dont le phénomène s'est accompli.

J'ai appliqué ce raisonnement aux nombres de sections différents faits à divers moments dans la même ligne ; et j'ai défini la lecture de cette ligne par un nombre représentant la moyenne des sections trouvées.

J'ai fait de même pour les groupes de lignes lues consécutivement ; et j'ai caractérisé chacun de ces groupes par une moyenne de sections.

Mes expériences n'ont été faites que le soir, à la lumière d'une lampe de quatre à cinq bougies, distante de 80 centimètres. Et j'ai placé le livre lu à 34 centimètres de mes yeux.

J'ai lu des vers et de la prose. Les vers ont cet avantage de présenter des lignes écrites avec les mêmes caractères, mais de différentes longueurs. J'en ai pu tirer une loi qui montre l'influence de l'augmentation de longueur d'une ligne sur l'étendue des sections.

Diverses étendues de ligne sont lues en un même nombre de sections : une section offre donc des étendues diverses. Au moment où la section acquiert une certaine étendue (16 millimètres, avec des lettres de 10 points), l'œil a une tendance à

faire une section de plus par ligne, et par suite à diminuer l'étendue des sections, de façon à ce qu'elle ne soit plus que de 12 à 13,6 millimètres.

En outre, plus les lignes sont longues, moins facilement elles admettent de sections nouvelles, les sections tendant alors plus facilement à avoir leur étendue maxima.

Dans les expériences que j'ai faites en lisant de la prose, je me suis appliqué à rechercher à quel degré les différents éléments, dont sont composés ces caractères, peuvent influencer sur l'étendue d'une section et sur le nombre de lettres qu'elle contient.

Ces éléments sont surtout la *hauteur* et la *largeur*.

La hauteur est évaluée en points typographiques de 376 millièmes de millimètre; la largeur doit être considérée sur une lettre qui représente la largeur moyenne des lettres d'un même alphabet (sur l'o, d'après nos calculs).

Il faut tout d'abord remarquer, que la largeur des lettres ne diminue pas en rapport avec leur hauteur. Les graveurs font les petites lettres plus larges qu'elles n'auraient été proportionnellement; ils diminuent les caractères moins en largeur qu'en hauteur. Mais dans les textes que nous avons étudiés, il se trouve que les petits caractères (de 2, 3, 5 points) sont des reproductions photographiques de caractères plus grands: de sorte qu'en définitive les caractères hauts de 2 à 9 points *avaient une largeur proportionnelle à la hauteur* (tout près de la *moitié*), tandis que les lettres de 10 et 11 points avaient une largeur égale à celle des lettres de 9 points.

Quelle est l'influence de la hauteur des lettres ainsi construites, sur l'étendue d'une section?

Pour les lettres de 5, 7, 8, 9, 10, 11 points, l'étendue de section est proportionnelle à la hauteur (un peu moins de cinq fois cette hauteur, exprimée en millimètres).

Mais nous savons que la largeur des lettres de 9, 10, 11 points que nous avons employées est identiquement la même; nous devons alors penser que l'augmentation de l'étendue de section, pour ces grandes lettres, est due à l'augmentation de leurs seules dimensions verticales.

Entre la largeur des lettres et l'étendue de la section, j'ai pu établir la fonction suivante:

L'étendue d'une section est égale à 9 fois la largeur moyenne des lettres, plus 2 millimètres.

La moyenne des nombres de lettres par section n'est pas la même pour chaque hauteur. Mais, pour la plupart, et même pour quelques caractères d'annonces, ces nombres se ressemblent tellement qu'il faut bien les considérer comme identiques, et dire qu'en général le nombre de lettres par section ne change pas quand on lit des caractères de grandeurs différentes, et se trouve égal en moyenne à 10,5.

Nous avons pu, grâce au grand nombre de nos expériences, étudier l'influence qu'ont séparément les variations de largeur et celles de la hauteur des caractères sur le nombre des lettres contenues dans une section et sur l'étendue de celle-ci.

Pour les caractères de 8, 9, 10, 11 points, l'étendue de la section augmente, quand la largeur de ces lettres s'approche de la largeur moyenne correspondant à chacune de ces hauteurs (1<sup>mm</sup>,47 — 1<sup>mm</sup>,64 — 1<sup>mm</sup>,69). Une augmentation de 1 point de hauteur augmente l'étendue de la section de 1 à 2 millimètres.

Pour les caractères d'une même hauteur quelconque, l'augmentation de la largeur entraîne une diminution du nombre de lettres par section.

Si des lettres de différentes hauteurs ont la même largeur, ce sont les lettres les plus hautes qui fournissent le plus grand nombre de lettres par section (une augmentation de 1 point dans la hauteur des lettres produit, pour des largeurs identiques, une augmentation d'environ une demi à trois quarts de lettre dans le nombre de lettres par section).

Ainsi, on aura avantage à prendre de *grandes lettres étroites*, si l'on veut obtenir le plus grand nombre possible de lettres par section.

Enfin, je crois que l'on peut représenter les rapports, existant entre le nombre de lettres par section, la hauteur H et la largeur de ces lettres, par la formule suivante, construite d'après maints schémas et calculs.

Nombre de lettres par section =

$$\frac{16 - 0,9 H - 4 \text{ Larg.}}{1,5 - 0,1 H - 0,4 \text{ Larg.}}$$

Une des lois les plus importantes que nous ayons trouvées est celle qui est relative à l'influence de la distance sur le nombre de lettres par section. *Quelle que soit la distance à laquelle s'effectue la lecture d'un même texte (de 0<sup>m</sup>, 30 à 1<sup>m</sup>), le nombre de lettres par section NE VARIE PAS.*

On voit immédiatement les conséquences de cette loi, en particulier, au point de vue de l'acuité visuelle périphérique de la *macula lutea*, sur laquelle se projette exclusivement l'image de l'étendue d'une section, cette acuité visuelle va en diminuant du centre à la périphérie sur la *macula lutea*, comme sur le reste de la rétine.

Voilà sommairement énumérés les résultats de mes recherches. Je n'ai pas osé poser de conclusions, en un sujet dont la portée et les éléments ne sont pas encore assez bien définis. En tous cas, je ne crois pas que le grand nombre de mouvements exécutés par des yeux sains dans la lecture ordinaire, soit une cause de fatigue pour eux; suivant même quelques-unes de mes expériences, l'augmentation du nombre de ces mouvements pour un même nombre de lettres accroît la vitesse de la lecture. La fatigue surviendrait, si ces mouvements ne s'effectuaient pas avec la régularité, la cadence, qui est nécessaire à tout mouvement qui se répète un grand nombre de fois; et, dans ce cas, l'œil, exécutant des mouvements rapides, non coordonnés, éprouverait une fatigue particulière, l'asthénopie; de même que le manque de rythme dans les mouvements des membres amène la chorée, et que l'absence de coordination, de cadence dans les mouvements des organes de la parole amène le bégaiement.

Bien que les résultats de ce travail soient incomplets, et non étayés par une théorie, ils peuvent être utiles à ceux qui voudront poursuivre cette intéressante étude, et je tiens mes nombreux calculs, notes et schémas à leur disposition.

M. ARMAIGNAC. — Le très intéressant travail que vient de nous lire notre confrère me paraît reposer sur une base très discutable et, par suite, les conclusions qu'il en tire ne sont pas, je crois, exactes. Il y a une douzaine d'années, j'ai eu l'occasion de m'occuper longuement de la physiologie de la lecture et je crois avoir démontré alors que dans l'acte de la



lecture ce ne sont pas les lettres que nous lisons, mais bien les mots. En effet, tous les mots usuels constituent pour notre rétine des images, tout comme les objets. Que je regarde un mot usuel, instantanément le nom de ce mot, et par conséquent sa signification psychique, se révèle à moi de la même façon et aussi rapidement que lorsque je regarde un objet connu quelconque.

La chose est si vraie qu'il existe en Amérique une méthode de lecture dans laquelle on apprend à lire couramment avant de connaître les lettres. Ce sont les syllabes et les mots courts qu'on apprend à lire tout d'abord et les enfants arrivent très vite par cette méthode à lire couramment les mots plus compliqués.

Une autre preuve de ce que j'avance c'est que nous lisons aussi rapidement les mots que les lettres individuelles. Ce n'est que lorsque notre œil rencontre un mot qu'il n'a jamais vu qu'il le décompose, et encore ne le décompose-t-il pas en lettres, mais bien en syllabes.

Ce qui se passe pour la lecture des mots se passe également pour la lecture de la musique. On a calculé combien de notes par minute pouvait lire et exécuter un pianiste qui déchiffre, et encore ici le musicien ne lit-il pas chaque note individuellement mais par groupes, et la lecture n'est pas simple, car elle s'accompagne d'un acte réflexe qui produit le mouvement des doigts.

Je crois donc qu'en partant du point de départ que je viens d'indiquer, notre confrère pourrait arriver à des résultats fort utiles et qu'il n'obtiendra que beaucoup plus difficilement en se servant de la méthode qu'il a suivie jusqu'à ce jour.

M. JAVAL. — Les observations de M. Armaignac ne reposent que sur des vues de l'esprit et ne me paraissent pas pouvoir prévaloir contre les faits observés par M. Lamare.

Ces faits ont d'ailleurs une réelle importance pratique, car ils nous permettent de comprendre la prédilection des myopes pour les impressions fines qu'ils peuvent lire avec des mouvements plus petits que les textes en gros caractères. Grâce au travail de M. Lamare, nous comprenons aussi que le myope se servant de verres correcteurs qui, par exemple, mettent

son *remotum* à 30 centimètres au lieu de 15 y trouve l'avantage de lire en faisant des mouvements moitié moindres.

Ce qui est capital dans le travail de M. Lamare, c'est le fait suivant : que pour un même caractère typographique, le nombre des saccades oculaires est le même à quelque distance que ce soit. Il en résulte que plus les caractères seront éloignés et plus l'angle sera petit, et plus, par conséquent, les saccades seront faibles ; d'où une fatigue de moins en moins grande pour la rétine qui supporte les saccades. Conclusion : c'est pour cela qu'il faut faire lire les myopes à distance, et non pour autre chose ; c'est pour réduire au minimum leurs saccades rétiniennes et non pour diminuer l'effort de convergence.

Il en résulte encore, que le myope a intérêt à lire des lettres fines (d'ailleurs, il les préfère d'instinct), et cela se comprend puisqu'il exécute en les lisant moins de saccades. On devrait pour les myopes imprimer en caractères plus fins que pour les autres.

M. ABADIE. — M. Javal vient de nous démontrer qu'il y avait avantage pour les myopes à les faire lire de loin. C'est ce que nous avons toujours soutenu, n'ayant jamais pu comprendre pourquoi M. Javal leur prescrivait des verres convexes.

M. JAVAL. — M. Abadie paraît n'avoir pas compris l'emploi que j'ai proposé des verres convexes contre la myopie. J'ai dit expressément que ces verres peuvent être employés chez les enfants dont la myopie est de une ou deux dioptries, peut-être trois, jamais davantage. En effet, dans la myopie progressive, le commencement et la fin de la sagesse me paraissent être de faire tenir les objets aussi soigneusement que possible au *remotum*.

M. DE WECKER. — J'avoue que je dois me ranger du côté de mon ami Abadie. Moi non plus, je n'ai compris et ne viens de comprendre l'explication que nous a donnée dans ce moment M. Javal ; mais je crois devoir faire observer que ce n'est pas pour de très faibles degrés de myopie (de 1 dioptrie)

que M. Javal a prescrit des verres convexes, mais pour de fortes myopies. La dénégation qu'on vient de nous fournir, nous l'acceptons volontiers parce qu'elle nous fournit la preuve que M. Javal a renoncé à pareilles prescriptions, du reste uniquement préconisées par lui.

---