

Revue générale des chemins de fer (1924)

I Revue générale des chemins de fer (1924). 1938/07/01.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :

- La réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source.

- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

[CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE](#)

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter reutilisationcommerciale@bnf.fr.

SIGNALISATION ET ACUITÉ VISUELLE

par M. le Docteur BOURDIER,

Ophthalmologiste de la Région de l'Est de la S. N. C. F.

M. le Docteur Bourdier, Chef du Service d'ophtalmologie du nouvel hôpital Beaujon, ophtalmologiste du Réseau (aujourd'hui de la Région) de l'Est, étudie depuis longtemps les délicates questions relatives à la perception des formes et des couleurs, particulièrement dans les Services de sécurité des chemins de fer. M. Bourdier a fait sur ce sujet le 15 mai dernier à l'École de Médecine, devant une assistance composée surtout de médecins et de constructeurs d'appareils, une conférence très intéressante, dont il a en outre pris la peine de rédiger lui-même l'important résumé qu'on va lire.

La Signalisation, dont la nécessité devient chaque jour plus impérieuse, se heurte, en pratique, à de graves difficultés provenant de l'organisme humain. L'**Impression** due à l'agent physique donne naissance, dans la Rétine, à une **Perception** qui va contribuer à l'élaboration, dans les Centres Cérébraux, d'une **Sensation**. Or, il n'y a pas de liens permanents qui établissent un rapport constant entre ces trois processus, les organes anatomiques, Œil et Cerveau, étant, du fait de multiples influences, des récepteurs variables.

La Rétine même est le lieu d'un pouvoir sélecteur qui la maintient en équilibre biologique avec ses facteurs d'excitation : dans un appareil photographique, le choix des plaques sensibles suffit pour assurer la qualité des épreuves ; pour la membrane sensorielle, la mise en charge préparatoire, c'est-à-dire l'apport des matériaux les plus utiles aux nécessités du moment, est assurée par un mécanisme spécial, celui de l'Adaptation. Cette fonction, essentiellement délicate, sous la

dépendance de nombreux processus organiques, est facilement troublée, soit par des oscillations physiologiques, soit par des tares pathologiques (fatigue provoquée par l'obscurité ; inertie due à l'éblouissement ; épuisement consécutif à un travail prolongé ou intensif ; défaut de vitalité accompagnant un amoindrissement général).

Si, en technique industrielle, il est possible d'avoir recours à des appareils de plus en plus perfectionnés, pour l'utilisation humaine, l'amélioration tend, au contraire, à admettre des organismes déficitaires, en les rendant de plus en plus compatibles avec la sécurité de la Locomotion.

Il importe, en pratique, de bien connaître les qualités de la Rétine : celle-ci est constituée par des territoires à capacités très dissemblables : la zone maculaire qui en occupe le centre est le lieu des investigations détaillées et s'oppose aux territoires excentriques, dont les perceptions deviennent de plus en plus grossières vers leurs

ultimes limites. Les éléments de la membrane sensorielle sont hautement différenciés et aptes à recevoir les uns, des impressions lumineuses incolores, les autres celles, plus complexes, de la gamme chromatique, d'autres enfin celles que peuvent donner d'un objet ses trois dimensions. Aux trois variétés de signaux (de formes, de couleurs, de feux incolores) correspondent les trois modalités de la vision : morphoscopique, chromatique, lumineuse, qui ont chacune leurs qualités et leurs défauts et, pouvant être mesurées, sont dites Acuité morphoscopique, Acuité chromatique, Acuité lumineuse. Toutes trois sont variables. Ainsi, à une constante émettrice (technique, industrielle) ne répond, dans aucune de ses propriétés, une puissance réceptrice stable : tels sont les deux éléments qui s'opposent en Signalisation.

Acuité Lumineuse et Signalisation. —

L'Acuité Lumineuse, pouvoir de perception des éclaircissements incolores mesuré par les photopomètres, est comprise entre les deux pôles qui constituent les extrémités de la sensation : obscurisation et suréclairage, provoquant tous deux l'inertie rétinienne. Outre les seuils absolus, minimum et maximum, il y a lieu de déterminer les seuils différentiels, inférieur et supérieur, représentés par les stades où l'inégalité d'éclaircissement de deux plages contiguës peut être discernée. La sensibilité de la Rétine est considérable : on calculait encore récemment qu'elle était environ dix mille fois supérieure à celle des appareils photométriques les plus parfaits. Cet écart tend à diminuer fortement par les progrès accomplis dans la construction des cellules photo-électriques.

L'Acuité lumineuse dépend presque uniquement des Lois de l'Eclairage : si la brillance de l'image rétinienne est maintenue identique, les autres qualités des tests ont peu d'importance : la diminution de grandeur apparente, compensée par une illumination progressive (inverse du carré de la distance) rend possible les éloignements les plus désirables et l'économie que procure toute restriction d'étendue des signaux (si l'angle visuel tend vers zéro, l'image devient punctiforme mais reste perceptible). Les plus grandes vitesses, utiles en signalisation, donnent des impressions dont la durée est de beaucoup inférieure à la

rapidité de perception des cellules sensorielles ; toutefois lorsque les feux sont intermittents, ils doivent être relativement espacés pour être perçus isolément : la persistance physiologique des images, qui est un des effets de l'inertie rétinienne, peut en provoquer le chevauchement (clignotement des films défectueux) avant d'en amener la fusion.

Les variations physiologiques de l'Acuité lumineuse sont non seulement considérables d'un individu à l'autre, mais chez le même individu, suivant l'âge, l'état corporel, l'éducation. Les courbes d'adaptation classiques n'ont qu'une valeur restreinte, parce que, prises le plus souvent en chambre noire, elles ne répondent pas aux circonstances pratiques dont l'influence n'est pas encore rigoureusement précisée. Aussi, la recherche du test utile relève-t-elle actuellement plus des méthodes biologiques et médicales que des applications certaines de la Physique.

L'utilisation de l'être humain, qui doit être recherchée au maximum, commande que soit déterminé jusqu'où il est possible de descendre dans la série des imperfections pour établir les compatibilités entre les signaux et les sensations lumineuses. Les défauts de l'appareil visuel agissent sur l'image rétinienne de deux façons : en l'étalant et en la déformant.

Les Cercles de diffusion (par amétropies et par troubles des milieux) enlèvent aux Perceptions en Luminosité ce qu'elles gagnent en grandeur apparente ; une correction est possible par l'augmentation d'influx de la source éclairante. Les déformations dues aux lésions de la Cornée, du Cristallin, des membranes profondes, créent des inaptitudes irrémédiables.

Il convient de conclure que la Signalisation lumineuse :

1^o dépend presque uniquement de la brillance. N'ayant besoin ni des qualités chromatiques, ni des propriétés morphoscopiques des objets, elle est la moins onéreuse ;

2^o autorise la réduction des dimensions des tests et leur éloignement presque infini ;

3^o permet les excitations les plus courtes et les répétitions les plus rapides ;

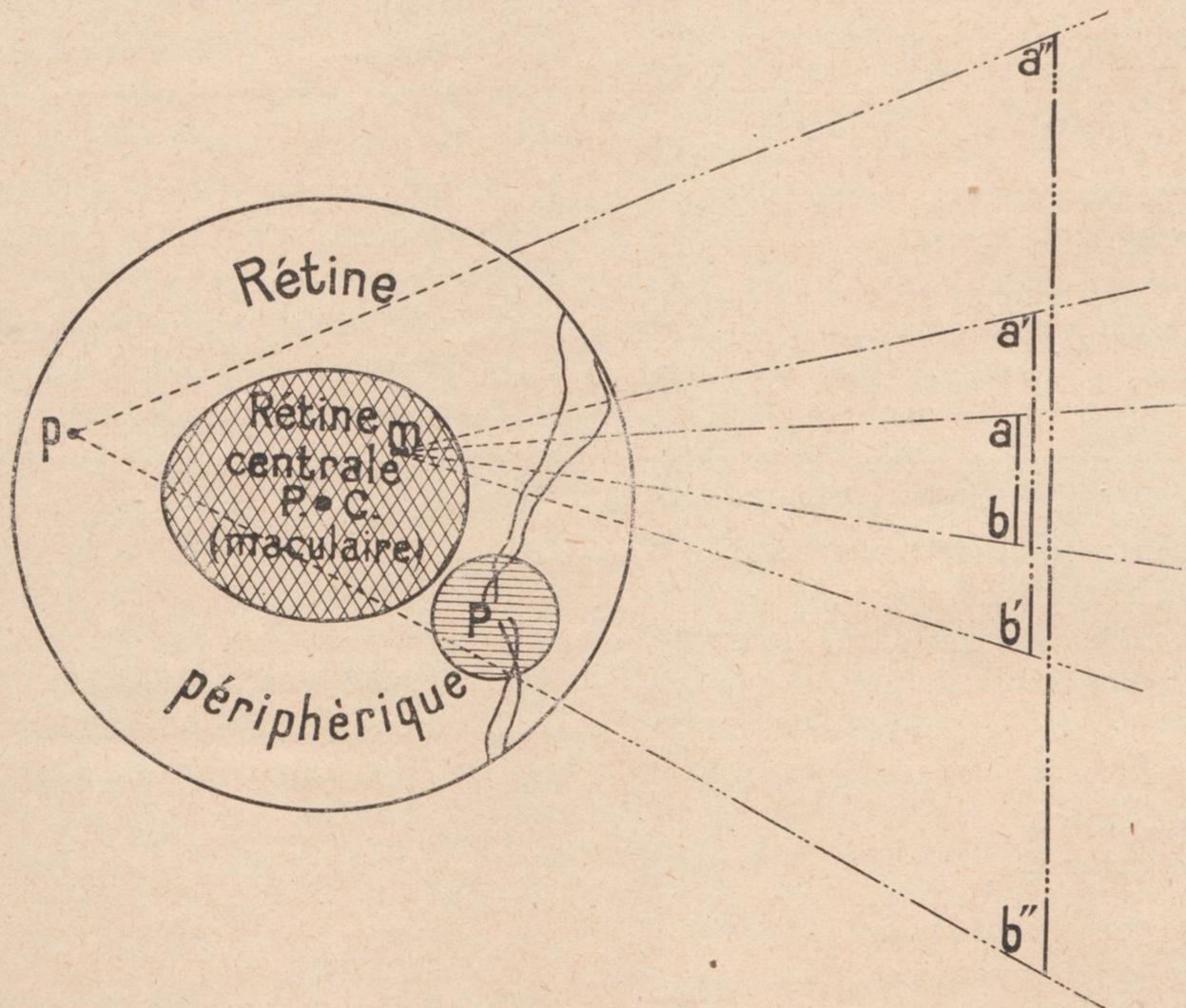
4^o est, par contre, la plus grossière : ne pouvant fournir que des indications simplifiées, elle est inutilisable pour la plupart des commandements conventionnels. Aussi est-elle la plus sûre parce

que la moins apte à provoquer des erreurs d'interprétations ;

5^o convient surtout aux sommations brutales, aux avertissements périphériques, et répond par là, aux exigences de la Route et de l'Aviation.

Acuité Chromatique et Signalisation. — L'Acuité Chromatique, d'acquisition plus tardive

Nature, comme dans l'Industrie, les teintes pigmentaires constituent des mélanges très variés ; l'œil humain est incapable d'en dissocier les composantes, c'est à-dire de reconnaître les proportions exactes en longueurs d'ondes. Chaque individu possède, d'ailleurs, un pouvoir sélectif propre, dû à ce que sa rétine se laisse plus favorablement impressionner par telle ou telle longueur d'onde.



LÉGENDE

- P. C. Point central (Fovéal de la Rétine maculaire).
- P. . . . Papille (Entrée du nerf optique sur la Rétine).
- m . . . un point de la Rétine centrale.
- p . . . un point de la Rétine périphérique.
- a b . . dimension minima (schématique) du test pour, à la distance figurée, être perçu par une Rétine maculaire normale ($V = 1 ; \alpha = 1'$).
- a' b' . dimension minima (schématique) du test pour, à la même distance, être perçu par une Rétine maculaire moins sensible ($V < 1 ; \alpha > 1'$).
- a'' b'' dimension minima (schématique) du test pour, à la même distance, être perçu par une Rétine périphérique normale ($V \ll 1 ; \alpha \gg 1'$).

que l'Acuité Lumineuse, tant ontogéniquement que phylogéniquement, met en jeu des processus rétiniens et cérébraux beaucoup plus complexes. Elle est sous la dépendance des deux grandes Lois de la **Saturation** et de l'**Eclairement**.

On entend par Saturation d'une couleur, la puissance de tonalité qui donne à la Sensation chromatique son maximum de pureté. Dans la

C'est à cette **absence physiologique de communauté d'étalonnage** qu'est due l'incertitude où nous sommes de posséder les mêmes sensations chromatiques. Cette imperfection grave de notre fonction sensorielle rend nécessaire en Signalisation l'usage d'un petit nombre de couleurs pigmentaires, aussi éloignées que possible les unes des autres par leur puissance d'impressions. Aussi,

l'utilisation des couleurs spectrales est-elle apparue aux techniciens la seule parfaite : elle offre l'avantage d'être fondée sur des notions précises et de permettre des mesures certaines, par le calcul des longueurs d'ondes. Mais elle est onéreuse et souffre de graves difficultés de réalisation. Les Physiologistes lui font la grave objection de l'inconstance des rapports entre l'impression physique et les processus biologiques, influençables non seulement par les tests, mais par toutes les circonstances extérieures et le milieu organique.

L'éclairement a un pouvoir modificateur considérable sur l'Acuité chromatique : si, à partir de l'obscurité, on augmente progressivement l'intensité lumineuse, la sensation de lumière incolore précède la sensation colorée ; les seuils chromatiques, absolus et différentiels, aussi bien le minimum que le maximum, sont inférieurs aux seuils lumineux. Ils varient pour chaque tonalité : d'abord sont perçus le vert et le jaune, puis l'orange et le bleu, enfin le rouge et le violet. Souvent, entre la zone de perception exacte et la zone lumineuse s'intercale une zone intermédiaire erronée ; en faible illumination, les feux de réseaux sont interprétés : le violet et le vert, blancs ; le rouge, violet, l'orange, rouge, le bleu est dit blanc lunaire ; en plein soleil, tous les feux virent au blanc, d'où la nécessité de les entourer de cadres noirs protecteurs.

Pour chaque tonalité existe un éclairage optimum : celui qui donne la sensation la plus nette, c'est-à-dire saturée. En éclairage solaire, c'est la région du vert jaune qui donne le maximum de clarté ; en éclairage réduit et en éclairage nocturne, il se produit un décalage vers de plus courtes longueurs d'onde (zone du vert : Phénomène de Pürkinje). La puissance d'éclairement varie suivant les tonalités ; elle décroît de part et d'autre de la zone maximale.

Chaque couleur possède ainsi sa qualité propre d'éclairement vis à-vis la rétine : on appelle **clarté** ou **valeur** de la couleur la puissance d'excitation que possède son pouvoir lumineux sur la membrane sensorielle. En raison de cette propriété, l'œil humain exercé peut reconnaître les teintes non seulement par leurs tonalités mais aussi par leurs clartés.

La perception chromatique, plus encore que

l'incolore, dépend des conditions de contraste et d'ambiance qui régissent, autant que le signal, les processus biologiques : l'adaptation chromatique est non seulement quantitative, mais qualitative.

Pour provoquer le maximum de saturation, le procédé le meilleur consiste à entourer une tonalité par sa complémentaire : très connu des peintres, il est parfois utilisé en signalisation. Au contraire, un entourage mal choisi influence défavorablement une composition bien déterminée : ce cas se produit fréquemment dans les expositions de tableaux.

Les phénomènes d'ambiance sont parfois très dangereux : une loi d'acuité chromatique fait que tout milieu, plus ou moins opaque, liquide ou gazeux, interposé entre l'œil et le test, absorbe une quantité variable de courtes longueurs d'onde et agit comme s'il opérait dans la gamme spectrale un virement vers le rouge, le bleu tend à passer au vert, le vert au jaune, le jaune à l'orange, l'orange au rouge. On comprend que plus un signal est éloigné, plus il subit cette influence, soumise à la plus ou moins grande pureté de l'atmosphère. Aussi le signal vert, pour ne pas être interprété jaune, doit-il être un feu bleu-vert. Seul, le rouge n'est pas altéré, mais plutôt accru : ainsi est légitimé son emploi pour les commandements absolus. Ces phénomènes sont fort différents de ceux produits par la diminution de l'intensité lumineuse qui, au contraire, éteint le spectre de ses extrémités vers son centre.

On comprend ainsi que les signaux colorés n'ont, entre eux, aucune équivalence : on ne peut pas conclure, au cours d'examens, des épreuves qui reproduisent les tests vus par réflexion à celles de transparence, pas plus que des méthodes utilisant l'éclairage solaire à celles qui emploient les sources lumineuses artificielles.

L'Acuité Chromatique est, par les Lois qui régissent la grandeur des tests et la vitesse des perceptions, plus influencée que l'Acuité Lumineuse, moins que la Morphoscopique. Si l'éclairement de l'image rétinienne conserve sa puissance, un signal coloré peut tendre à être ponctuel, d'où la possibilité de son éloignement. La distance, toutefois, est limitée par la modification de la sensation en suréclairage ; la couleur étant de plus en plus lavée, le feu pourra être interprété blanc.

La rapidité des perceptions chromatiques, si la **Loi de la Constance d'Eclairement de l'image rétinienne** est observée, est pratiquement infinie ; les expériences que nous avons faites avec notre appareil reproduisant les feux de la Compagnie de l'Est montrent que dans les conditions actuelles de signalisation, ils sont tous perçus au quatre centième de seconde. En pratique, il n'y a pas lieu de s'occuper de la vitesse d'apparition des signaux, lorsque les autres lois d'Acuité Chromatique sont judicieusement appliquées.

Toutes ces notions sont utiles tant pour ne pas faire de dépenses onéreuses d'éclairage que pour éviter un surcroît de fatigue rétinienne que ne compense pas une amélioration de la sensation.

Dans quelle mesure la Pathologie Chromatique permet-elle d'employer des individus anormaux ?

Les Vices de réfraction, en créant des cercles de diffusion, agissent, comme en Acuité Lumineuse, en diminuant la brillance ; ils altèrent la saturation et provoquent parfois, des erreurs graves telles que l'inversion amétropique des couleurs. Le bleu de Cobalt, autrefois très employé, était vu par les hypermétropes, comme un disque bleu entouré d'une couronne rouge et par les myopes comme un disque rouge entouré d'une couronne bleue.

Les troubles des milieux (cristallin, vitré) agissent comme les corps interposés (décalage vers les fortes longueurs d'ondes).

Dans notre Rapport de 1930 à la Société d'Ophtalmologie de Paris, nous avons mis en relief les deux grandes classes de **Dyschromatopsies rétiniennes** : Tonalités et Clartés. Les **Dyschromatopsies de tonalités** sont dues à la Confusion des Couleurs, quelle que soit la puissance de l'Eclairement. On admet généralement que le spectre comprend sept groupes de couleurs, en réalité la gamme des tonalités est ininterrompue, de telle sorte qu'un œil de plus en plus éduqué pourrait acquérir un pouvoir séparateur plus fort et augmenter le nombre des catégories. En Pathologie, c'est l'inverse qui se produit : certaines acuités chromatiques ne possèdent plus que 5, 4, 3, 2 ordres de sensations, par fusion de deux ou plusieurs zones en une seule dite unitonale (violet-bleu le plus souvent, puis orange-rouge, vert-jaune moins fréquemment). Dans d'autres cas, jaune,

orange, rouge sont agglomérés ; les daltoniens purs ne possèdent plus que deux sensations chromatiques qu'ils désignent bleu et jaune, le milieu du spectre étant incolore). Pour permettre aux dyschromates de tonalités la faculté de reconnaissance des signaux, l'emploi a été proposé de verres filtres éteignant toutes les couleurs, sauf une : l'incapable pourrait ainsi avoir à sa disposition une série de verres colorés lui permettant des diagnostics successifs. Malheureusement intervient ici la **Loi de l'inconstance des rapports entre les agents physiques**, en l'espèce les Signaux, et les processus biologiques qui déterminent les sensations chromatiques, les perceptions des tests variant suivant les multiples circonstances. L'erreur même d'interprétation qui se produit dans le sens d'un ordre de ralentissement ne saurait être admise, notamment en circulation ferroviaire.

Les Dyschromates de tonalités sont le plus souvent normaux, souvent même supérieurs quant à leur puissance de distinction des clartés ; l'éducation inconsciente qu'ils en ont acquise leur permet, dans certaines conditions, de ne pas se tromper dans le choix des couleurs et d'induire en erreur un examinateur insuffisamment averti. Si l'on photographie sur plaques panchromatiques les diverses teintes, on obtient des séries de gris permettant de construire une échelle d'équivalences : un rouge clair, par exemple, produisant la même sensation qu'un vert foncé. Les Dyschromates de tonalités possèdent du blanc au noir une gamme de gris dont ils usent au mieux pour suppléer à leurs déficiences : il en résulte que si un rouge et un vert ne leur donnent pas la même sensation, ils le discernent, sachant parfaitement que la teinte plus foncée correspond au rouge, la plus claire au vert. Mais si deux teintes différentes s'équivalent en gris, la confusion apparaît. Sur ce principe sont établies de nombreuses épreuves d'examen (Couleurs de Confusion. Tables pseudo iso-chromatiques).

Les Dyschromatopes de clartés qui ont perdu la faculté d'appréciation des gris sont bien plus bas dans l'échelle nosologique que le Daltonien le plus accentué. Il y a lieu de remarquer que tout œil sain est dyschromate de clarté lorsque l'intensité lumineuse est fortement diminuée ; le seuil chromatique minimum absolu étant très variable

suisant les individus et chez le même individu suivant les circonstances extérieures et organiques, une catégorie se trouve ainsi constituée pour laquelle toutes les transitions sont possibles entre l'état normal et l'erreur pathologique : celle des petits Dyschromatopes de clarté, excessivement dangereuse, qui crée à la réglementation de la circulation de graves difficultés.

Un des effets les plus curieux de cette tare nosologique est de nuire à l'appréciation des distances; un observateur normal, placé devant des tests de clartés différentes, estime que le plus clair est le plus rapproché. Si l'on dispose trois signaux : bleu, vert, rouge, de façon à être perçus également proches et que l'on fasse varier l'éclairage de l'un d'eux, le test paraît s'éloigner lorsque l'intensité diminue, se rapprocher lorsqu'elle augmente. En Signalisation, il convient de veiller à ce que le signal le plus proche provoque l'image rétinienne la plus lumineuse, afin de ne pas troubler l'appréciation des distances ni les sensations de profondeurs.

La pathologie chromatique dépend également du contraste et de l'ambiance : dans nos examens, nous avons eu souvent l'occasion, chez le même sujet, de noter des réponses parfaites aux tests unicolores alors qu'il commettait des erreurs dans l'observation des signaux doubles ou triples (feu vert entre deux rouges perçu blanc). Il existe également des anomalies exclusives d'ambiance, surtout si les tests ont des teintes très impures : parmi elles, nous signalerons l'inversion du phénomène de Pürkinje, décrit par Polack.

Un langage chromatique non erroné est indispensable pour la Locomotion; il résulte le plus souvent d'une mauvaise éducation qui a créé des erreurs d'interprétation cérébrale. La rééducation chromatique nous a permis un grand nombre de récupérations.

Il convient de conclure que la Signalisation chromatique :

1° dépend à la fois de la Saturation et de la Brilliance et comme telle est plus complexe que la Signalisation lumineuse;

2° autorise la réduction des tests et leur éloignement, à des distances toutefois moins grandes que celles des Signaux incolores;

3° rend possibles toutes les vitesses utiles d'excitation, mais ne permet pas les répétitions trop rapprochées;

4° donne des indications plus détaillées que la Signalisation incolore, mais beaucoup moins parfaites que la Morphoscopique;

5° a comme désavantages l'impureté des teintes et l'insuffisance de l'organe biologique récepteur;

6° convient surtout aux exigences de la Vision Centrale (Voies de Chemins de Fer) et aux indications urbaines peu détaillées.

Acuité Morphoscopique et Signalisation. —

L'Acuité Morphoscopique est la plus perfectionnée des trois acuités : elle obéit à **deux grandes Lois** : celle de la **Valeur angulaire**, d'où résulte la grandeur apparente des objets, celle de l'**Eclairage**, d'où dépend la brillance du signal.

Pour qu'un test soit visible, il faut que son image rétinienne ait des dimensions suffisantes pour provoquer une perception. Le minimum, considéré classiquement perceptible, est représenté sur nos échelles de lecture par des caractères qui doivent être reconnus à cinq mètres (distance où l'accommodation est pratiquement sans importance) et ont une hauteur de 7,5 mm : dans ces conditions, ils sont vus sous un angle de 1° qui est considéré comme l'angle visuel physiologique normal.

Plus le test est éloigné, plus l'angle sous lequel il se présente devient petit; la grandeur réelle de l'objet a donc moins d'importance que sa grandeur apparente, laquelle doit rester constante pour maintenir à l'image ses dimensions utiles. Il en résulte que les hauteurs des caractères doivent atteindre : à 10 mètres 15 cm; à 100 mètres, 1,5 m; à 300 mètres, 4,5 m; à 1 000 mètres, 15 m. D'où la nécessité d'accroître les surfaces des signaux, au fur et à mesure qu'on les éloigne.

Lorsque la vision est affaiblie, l'angle visuel nécessaire augmente. Tout individu qui, à 5 mètres, distingue seulement une lettre de 75 mm, a un pouvoir dix fois moindre que le normal : l'angle visuel est de 10' ($V = 1/10^e$). Pour $V = 1/3$, les hauteurs doivent être à 300 mètres, de 13,5 m; à 1 000 mètres, de 45 m.

Telle est la conception classique; elle ne répond pas à la réalité parce qu'elle ne tient pas compte de

la seconde Loi qui régit l'Acuité morphoscopique :
l'augmentation de l'éclairement diminue l'angle visuel unité.

Les optotypes de nos échelles de lettres ou de signes sont tels qu'un œil normal peut les lire sous un éclairement inférieur à 20 Lux. Si l'on augmente l'intensité lumineuse, l'angle utile diminue notablement; à 30 Lux, l'acuité morphoscopique s'élève à 1,4, 1,7, se rapprochant ainsi du double du chiffre étalon. Si au contraire les tests vieillissent, les noirs s'estompent, les fonds blancs deviennent gris; l'acuité diminue. Il en résulte que pour la perception des détails, le suréclairage utile des tableaux est proportionnel à la finesse des traits. D'autre part la Loi d'Eclairage (diminution de l'éclairement en raison inverse du carré de la distance) exige que pour une unité en un point donné, l'intensité nécessaire pour maintenir la brillance passe, lorsqu'elle est éloignée, à 10 000 à 100; 90 000 à 300; un million à 1 000 mètres.

On comprend que les signaux de formes soient surtout exposés, sur les voies, à l'Eclairage solaire, (malgré ses variations) et permettent seulement dans les gares (où les distances sont faibles et les vitesses lentes) des sources lumineuses artificielles.

Il y a lieu également de tenir compte de la Loi d'empiètement, qui veut que le test le plus lumineux déborde sur le plus sombre; les caractères blancs sur fond noir sont mieux vus que les noirs sur fond blanc.

En clinique, nous possédons des appareils excellents, qui ne nous donnent pas seulement des indications d'acuité morphoscopique isolée, mais mesurent la variabilité de cette acuité suivant l'éclairement (Appareils de Beyne et Worms. Appareil de Haas).

Les deux Lois combinées de l'Acuité Morphoscopique font que l'installation de panneaux à grande distance rencontrerait des difficultés multiples, les unes de pose, les autres d'entretien et surtout serait trop onéreuse.

Aussi, les Signaux de Formes qui, permettant des combinaisons multiples, tant par la finesse que par la variation des détails, sont les plus perfectibles, conviennent-ils surtout aux notions précises de la vision maculaire (écriteaux, plaques

indicatrices de routes, passages à niveau, noms des villages, tests conventionnels divers). Mettant en jeu des processus biologiques périphériques et centraux (opérations cérébrales complexes), ils ne peuvent servir qu'aux impressions lentes :
Vitesse et Acuité morphoscopique ne s'accordent pas.

Il convient de conclure que la Signalisation morphoscopique :

1° dépend à la fois de la grandeur apparente des objets et de la brillance et est encore plus perfectionnée que la Signalisation chromatique;

2° n'autorise pas la réduction des tests ni leur éloignement;

3° ne permet pas des excitations rapides ni fréquentes;

4° donne les indications les plus détaillées, et doit, en conséquence, être disposée dans le champ de la vision centrale;

5° convient surtout au langage conventionnel (celui des indications urbaines et des données descriptives de route).

Signalisations combinées. — En raison des qualités et des défauts de chaque acuité, il a été proposé de combiner l'acuité morphoscopique soit à la Lumineuse, soit à la Chromatique. On a essayé par des feux séparés de dessiner des lettres et des signes conventionnels; mais les cercles de diffusion créent des empiètements d'images. La combinaison Forme-Couleurs est plus impropre encore, car à la diffusion et à l'interpénétration s'ajoutent des phénomènes d'induction rétinienne.

Signalisation et Champ Visuel. — Il importe que nous soyons, au maximum, avertis et commandés autour de nous : **aussi les deux données de la Signalisation périphérique sont-elles celles de l'Etendue et de la Rapidité.**

Le champ visuel binoculaire dépasse 180° : toutes les variétés de réduction provoquent, tant pour notre orientation que pour notre sécurité, des déficits dangereux. Toutefois, les diverses circulations n'ont pas les mêmes exigences; elles peuvent être classées en :

1° circulation à une dimension (tel est souvent le cas dans les chemins de fer dont les voies constituent de longs rubans isolés);

2° circulation à deux dimensions (routière où l'automobiliste doit non seulement regarder devant lui, mais se garer des obstacles latéraux);

3° circulation à trois dimensions (dont le type est l'aviation);

Que deviennent les trois Acuités en Vision excentrique ?

L'Acuité Lumineuse diminue de la macula vers la périphérie : si le signal est suffisamment intense, il reste perceptible dans toutes les zones. D'autre part, la rapidité de perception est également conservée. Au double point de vue de la sécurité et de l'économie, le **signal lumineux est donc celui de l'avertissement**, permettant la sommation dans son maximum d'utilisation. Ainsi est légitime l'emploi des Feux à Eclipses en vision périphérique.

L'Acuité Chromatique est fortement restreinte au fur et à mesure que la sollicitation atteint une zone plus éloignée du centre. Les dessins du champ visuel classique donnent une étendue moindre pour le vert que pour le rouge, pour le rouge que pour le bleu, pour le bleu que pour le blanc. Mais si on intensifie suffisamment la brillance de chaque test, les limites, ainsi que l'a montré Landolt, sont identiques pour chaque couleur : cette méthode serait d'ailleurs peu pratique, car la mise en pratique entraînerait de grosses dépenses.

L'Acuité Morphoscopique décroît considérablement de la Fovea à l'Ora Serrata : il est peu indiqué de disposer des signaux au-delà d'un secteur de 30° d'angle. Pour des limites plus étendues, l'augmentation de surface à donner aux panneaux exigerait des figures monstrueuses. Aussi la Signalisation excentrique doit-elle renoncer à la vision des détails dont elle n'a

nul besoin, (les perceptions fines nuisant aux sensations d'ensemble) et **avoir surtout pour rôle de solliciter le regard afin de permettre l'inspection des tests par la rétine maculaire.**

Les déficits périphériques sont tels que toute lacune dans le champ visuel (scotome paracentral ou excentrique, hémianopsie) constitue une zone aveugle à la sommation, par conséquent fort dangereuse. **Dans la conduite des voitures, l'intégrité du champ visuel binoculaire importe plus qu'une diminution relative des acuités centrales.** En pratique, les signaux doivent être placés de façon à donner des impressions périphériques nettes, ce qui n'est pas toujours le cas dans les Dispositifs routiers et surtout urbains, où les tests sont souvent masqués et trop bas.

Il convient de conclure que la Signalisation périphérique :

1° n'a pas à utiliser l'acuité morphoscopique (la finesse des détails et la grandeur apparente des tests n'étant pas nécessaires);

2° ne peut faire appel à l'acuité chromatique que dans des proportions restreintes; en raison des grandes clartés et des grandes oppositions de tonalités qu'exige la vision excentrique, la signalisation chromatique périphérique est surtout urbaine;

3° fait appel au maximum aux propriétés de l'acuité lumineuse; par son étendue, par la rapidité de ses perceptions, la vision excentrique est surtout une vision schématique grossière adaptée aux qualités restreintes des feux incolores.

La Signalisation périphérique, de première importance pour la sécurité de la Locomotion, a surtout à utiliser l'appel brutal, dans une zone très étendue, en des lieux parfois très éloignés.