

# L'ECLAIRAGE DE LA FRESQUE DE DUFY AU MUSEE D'ART MODERNE DE LA VILLE DE PARIS

ALFRED CAYSSIALS

E.D.F. - Paris

Le Fresque de Dufy a été réalisée à l'occasion de l'Exposition de 1937 pour orner le Palais de la Lumière et de l'Electricité.

C'est une oeuvre de dimensions exceptionnelles (10 mètres de hauteur, 60 mètres de longueur) peinte sur des panneaux de bois avec des procédés de peinture spécialement adaptés. 250 panneaux sont ainsi fixés sur une charpente métallique permettant de les juxtaposer avec précision.

Après l'Exposition de Paris en 1937, cette oeuvre a été présentée dans d'autres musées mondiaux (parfois certaines parties seulement de l'ensemble étaient présentées). Il en résulte une légère dégradation surtout des parties se trouvant à la périphérie des différents panneaux et aussi une modification des coloris résultant du fait que certains panneaux ont été plus exposés que d'autres.

Une restauration de l'ensemble de l'oeuvre sera donc nécessaire pour lui rendre vraiment son harmonie initiale.

La Fresque de Dufy, représentant l'histoire de l'Electricité de ses origines à nos jours, comporte des contrastes très importants de couleurs et de densité de ces couleurs.

Certaines parties sont très douces, très « pastel » alors que d'autres éléments sont traités en couleurs très affirmées, presque violentes.

La partie inférieure est en général assez claire, les couleurs les plus sombres se trouvant plutôt dans les régions supérieures de la Fresque.

Dufy a peint une première maquette de dimensions réduites dans son atelier de Montmartre. Dans cet atelier, qui existe toujours, l'éclairage diurne pénètre par de larges baies sous une incidence qui se rapproche souvent de l'horizontale mais qui n'est jamais dirigée verticalement.

## **La fresque à l'exposition internationale de Paris en 1937.**

La Fresque elle-même fut réalisée, puis exposée dans un Pavillon de l'Exposition spécialement aménagé (voir croquis 1). La fresque était placée

le long d'un mur sensiblement plan faisant, par conséquent, 60 mètres de long. La partie inférieure se trouvait détachée du sol par un revêtement *clair* de 2,40 mètres de hauteur. Le plafond par contre avait été réalisé en *staff noir*.

Un des problèmes les plus importants qui se pose pour l'éclairage des tableaux est d'éviter que, par réflexion régulière sur la peinture ou les vernis la recouvrant, l'image des sources d'éclairage vienne frapper l'oeil des visiteurs. L'emplacement des appareils d'éclairage doit donc être déterminé avec soin, de façon que leur image soit renvoyée dans des régions inaccessibles aux visiteurs.

Ce problème fut résolu de la façon suivante: une rampe continue de sources à incandescence fut placée à 3,75 mètres de hauteur en face de la Fresque, les sources étant défilées de façon à n'éclairer la Fresque qu'à partir de 4,40 mètres de hauteur au-dessus du sol. Toutes les images des points lumineux étaient ainsi renvoyées vers le haut de la salle. Les 2 mètres inférieurs de la fresque furent éclairés au moyen de projecteurs concentrants placés dans des niches au plafond. Les images de ces appareils tombaient ainsi sur le sol, assez près de la Fresque, dans une région où les visiteurs ne circulaient pas.

Cet éclairage donna satisfaction à Dufy quoiqu'il le trouvât un peu « plat ». Il lui aurait dit-il préféré un éclairage de bas en haut si les conditions locales l'avaient permis; celui-ci donnant plus de relief à la peinture tout en rejetant les réflexions lumineuses vers le haut.

### **La fresque au musée d'art moderne de la ville de Paris.**

La Fresque de Dufy a maintenant trouvé place au Musée d'Art Moderne de la Ville de Paris. Aucune salle n'ayant les dimensions nécessaires pour l'exposer sur un plan, elle est disposée suivant approximativement un fer à cheval de 18 mètres de large et de 23 mètres de long. Le plafond a été surélevé pour pouvoir placer les éléments sur 10 mètres de hauteur, en ménageant au-dessous de la Fresque un panneau de 0,70 mètre de hauteur.

### **Eclairage.**

La disposition actuelle de la Fresque et les dimensions de la salle excluent donc un système d'éclairage semblable à celui utilisé pour l'Exposition de 1937. Les seules possibilités sont donc: éclairage par le haut ou éclairage par le bas.

L'éclairage par le haut nécessiterait l'établissement de nombreuses niches dans le plafond. L'évacuation des calories produites par les appareils



d'éclairage dans ces niches serait assez difficile. Enfin, les essais effectués ont montré que, dans ces conditions, de nombreuses images se forment sur la Fresque obligeant, pour éviter la réflexion lumineuse dans l'oeil des visiteurs, à neutraliser une zone très importante de la salle; ceci conduirait à limiter le nombre de visiteurs admissibles simultanément et surtout à réduire le recul nécessaire pour une bonne observation de la Fresque.

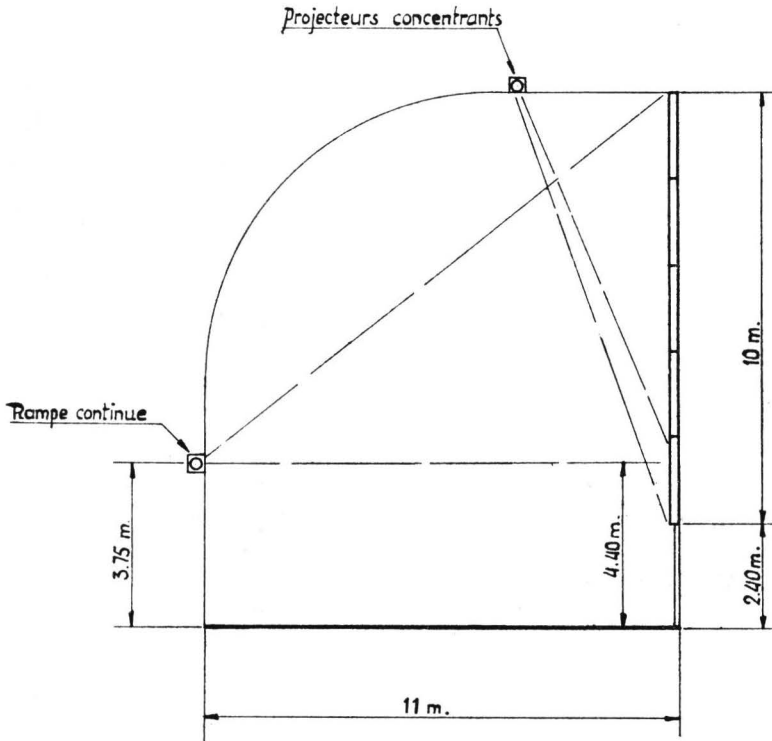


FIG. 1

La solution retenue pour l'éclairage de la Fresque est donc un éclairage dirigé de bas en haut. Pour en augmenter l'efficacité, le plafond devra être peint en noir, sa luminance relativement élevée nuisant à la bonne visibilité de la partie supérieure de la Fresque.

### Principes.

Un bon éclairage de tableau doit répondre à 5 impératifs:

- 1) Eviter soigneusement la vision des images des sources dans tous les emplacements accessibles aux visiteurs.

2) Réaliser sur la surface du tableau un éclairage relativement uniforme de façon que seule la volonté de l'artiste produise, par les différences de teinte et de densité qu'il a réalisées, les différences de luminance qui créent l'harmonie de l'oeuvre.

3) Réaliser les contrastes convenables de teinte et de luminance entre le tableau et l'espace environnant de façon à le détacher de l'ensemble.

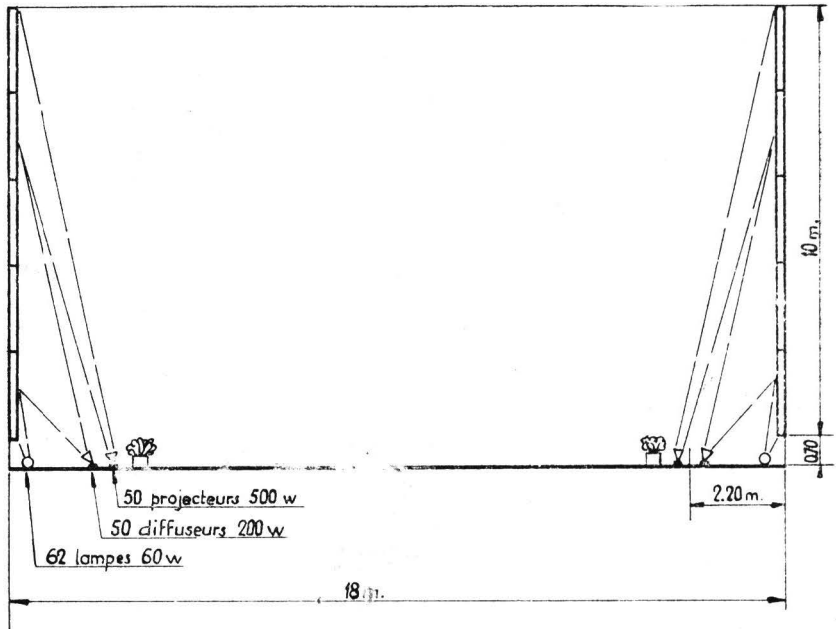


FIG. 2

4) Rechercher les sources dont la qualité de couleur restitue la lumière sous laquelle l'oeuvre a été conçue et avec laquelle le tableau prend toute sa valeur et son relief. Ceci consiste en fait à choisir la température de couleur des sources la mieux adaptée au tableau exposé.

5) Limiter l'éclairage sur le tableau à une valeur maximum excluant absolument toute dégradation de l'oeuvre dans le temps par les différents rayonnements émis par les sources d'éclairage. Des études très importantes ont été faites, entre autres au Conseil International des Musées, sur ce sujet depuis de nombreuses années, en particulier depuis l'avènement de la lampe fluorescente et l'utilisation de plus en plus grande de la lumière dans les musées.

Le Centre d'Information de la Couleur a récemment fait la synthèse

de ces travaux et a rédigé des recommandations qui viennent d'être publiées par l'Afnor. Ces recommandations concernent d'ailleurs l'éclairage naturel aussi bien que l'éclairage artificiel.

### **Réalisation (voir croquis 2).**

Une ligne de projecteurs est disposée à 2,20 mètres de la base de la Fresque.

Pour réaliser une bonne uniformité d'éclairage entre le haut et le bas de la Fresque les appareils sont de deux types, l'un et l'autre alternant à la périphérie de la salle. 50 appareils de 200 Watts largement diffusants éclairent les parties inférieures de la Fresque; des projecteurs Spot à optique très précise éclairent la Fresque dans les 3 mètres supérieurs. Enfin, une série de 62 lampes de 60 Watts à réflecteur incorporé, placées à la base même de la Fresque, estompent les inégalités produites à la partie inférieure par les diffuseurs.

### **Résultats.**

1) Toutes les images des sources lumineuses produites par réflexion régulière sur la peinture sont renvoyées vers le plafond de la salle. On élimine ainsi complètement les réflexions des sources dans certaines parties de la Fresque quelles que soient les positions occupées par les visiteurs.

2) L'éclairage produit sur l'ensemble est très uniforme. Il atteint, suivant les niveaux, des valeurs comprises entre 130 et 200 lux. Cette valeur est bien inférieure au niveau maximum recommandé par l'Afnor (500 lux dans des conditions semblables). Elle est néanmoins très suffisante pour une parfaite visibilité des parties les plus obscures de la Fresque.

L'échauffement produit par les sources lumineuses sur la Fresque elle-même est pratiquement nul. Par contre, la rampe de projecteurs ainsi constituée détermine, par son émission calorifique, une sorte de rideau de courant d'air ascendant vers les orifices de ventilation ménagés dans le plafond. Ce rideau évite, dans une certaine mesure, que les poussières dégagées dans la salle viennent se fixer sur la Fresque.

3) Le plafond ayant actuellement un coefficient de réflexion bien supérieur à la Fresque, la luminance produite par le flux perdu émanant des projecteurs gêne l'observation de l'oeuvre. Cette gêne disparaîtra lorsque le plafond sera peint en noir, laissant ainsi l'oeuvre seule en pleine lumière se détacher sur un fond sombre.

4) De nombreux essais effectués sur place avec des observateurs différents ont déterminé la température de couleur des sources la plus favorable à la vision de la Fresque. Compte tenu des conditions d'alimentation,

cette température de couleur est obtenue par le mélange des différentes sources utilisées dans la salle du Musée d'Art Moderne.

### **Conclusion.**

L'éclairage actuel de la Fresque de Dufy au Musée d'Art Moderne semble satisfaire à toutes les règles d'un bon éclairage de tableau. Il met parfaitement en valeur la qualité de l'oeuvre tout en assurant sa parfaite conservation dans le temps.

La disposition des projecteurs ne gêne aucunement l'observation même détaillée de la peinture. Les appareils pourront être dissimulés derrière un écran reproduisant la forme de la salle de façon à les défilier complètement aux yeux des visiteurs. Cet écran pourrait d'ailleurs être garni de plantes pour en atténuer la rigueur et servir d'ornementation à la salle elle-même.

# L'ECLAIRAGE DANS LES MUSEES

MAURICE DERIBERE et M. ROBIN

Centre Eclairagisme de la Compagnie des Lampes Mazda - Paris

D'importantes mises au point sur l'éclairage des biens culturels ont été réalisées pratiquement au cours des expositions temporaires qui se sont tenues en ces dernières années au Musée du Louvre, à l'Orangerie, au Musée d'Art Moderne.

Les premiers essais des nouvelles techniques datent de l'Exposition des Etrusques.

Les principes essentiels consistent à réaliser un éclairage réglable avec souplesse. Des lampes incandescentes à réflecteur incorporé de 150 et 300 W à faisceau extensif ou intensif sont montées sur des tringles, en appareils sur rotules. Ceci permet de régler les faisceaux selon la disposition des objets, avec de grandes latitudes dans les possibilités, non seulement pour fournir aux points voulus les concentrations de lumière nécessaires, mais aussi pour jouer des ombres. En soulignant les motifs éclairés les ombres ont, en effet, une grande importance.

Des projecteurs plus concentrants sont utilisés en certains cas (100 à 250 W) pour des effets.

En ce qui concerne les vitrines qui se comportent toujours comme de véritables serres on préfère, en incandescence, situer la source au dehors lorsque la vitrine est entièrement transparente, mais l'effet de serre joue toujours. D'une façon générale on dispose l'éclairage à l'intérieur et l'on adopte alors l'éclairage fluorescent qui permet de limiter les échauffements. On prend le plus souvent des lampes du type « blanc soleil de luxe » dont la lumière s'harmonise à l'éclairage incandescent des salles.

Des effets très heureux ont été obtenus en tendant les vitrines selon les effets à obtenir en tons chauds (un ocre un peu rosé) ou en tons froids (un bleu ciel). Des contrastes très intéressants ont été réalisés de cette sorte, notamment lors de l'Exposition « *La Vie en Grèce et à Rome* » ou l'Exposition *Barye*. De nouveaux effets, très heureux, ont été obtenus avec des fonds lilas. La teinte des fonds doit être adaptée au genre de sujets présentés.

Les éclairagements réalisés, en général, vont de 100 à 300 W. Ils sont

un peu plus élevés dans les vitrines. En certains cas ils ont été limités, par exemple dans l'Exposition des Dessins de la Renaissance ou sur des pastels spécialement fragiles, sur la demande des conservateurs, ou dans l'Exposition *Cathédrale* pour l'obtention d'une ambiance particulière.

Les mises en place sont toujours le résultat d'une coopération étroite sous le contrôle du conservateur qui opère comme maître-d'oeuvre.

Une série de clichés ont permis de présenter des exemples de telles réalisations sur le plan des expositions temporaires qui se prêtent bien à des recherches de mise au point et aussi sur quelques réalisations diverses sur installations définitives à Paris, en province et à l'étranger.

SECTION III  
APPLICATIONS TEXTILES

Sous la présidence d'honneur de M. le CHANOINE PINTE (France) et de  
M. ROBERTO GIOVANNINI, Maire de Prato (Italie)

*Président:*

M. DUVAL (France)





# RESISTANCE A LA LUMIERE DES AZURANTS OPTIQUES

JEAN JACQUEMART  
Institut Textile de France

## I - Position du problème.

L'appréciation de la blancheur des matériaux, fibres, fils et tissus, problème fort important pour l'Industrie Textile, est rendu maintenant très complexe en raison de l'emploi généralisé des traitements d'azurage optique. De tels traitements n'ont qu'une durée de vie limitée et il importe de disposer de moyens de contrôle pour évaluer l'apport de ces agents de « blanchiment » en fonction de leur nature et de leur concentration, et suivant les supports textiles. Il importe, également, d'être en mesure d'apprécier leur comportement à l'usage en fonction de lavages répétés et surtout de prévoir les changements éventuels de nuances du tissu traité, par suite d'action photochimique ou de réaction secondaire entre produits, colorants et supports, sous l'action de l'exposition à la lumière.

Pour résoudre ce problème, diverses techniques de contrôle ont été proposées, particulièrement l'utilisation des gammes de blancs traités à différentes doses de produits fluorescents qui peuvent être comparées, dans des conditions définies d'illumination, aux échantillons inconnus, mais ces méthodes semi-objectives se révèlent imparfaites à l'usage.

En effet, l'appréciation visuelle des échantillons et des étalons, la réalisation d'illuminant standard et le vieillissement différent des étalons secondaires chez les divers utilisateurs constituent autant de nouvelles difficultés à résoudre, tandis qu'aucune donnée chiffrée ne peut être établie par ce contrôle subjectif qui fait l'objet de critiques et de discussions. Nous devons donc nous tourner vers la photométrie pour établir un classement objectif qui repose sur l'évaluation directe des propriétés de diffusion du matériau et des caractéristiques du flux de fluorescence, dû au traitement d'azurage optique.

## II - Principe de mesure.

Photométriquement, en l'absence de fluoromètre conçu à cet effet, diverses adaptations ont été réalisées dont la plupart sont du type colorimétrique; elles donnent des résultats satisfaisants mais fragmentaires. On utilise, en général, une source riche en rayonnement U.V. équipée d'un filtre capable de couper ces rayonnements et l'on compare les flux diffusés par l'échantillon en lumière totale et en lumière visible seulement. La

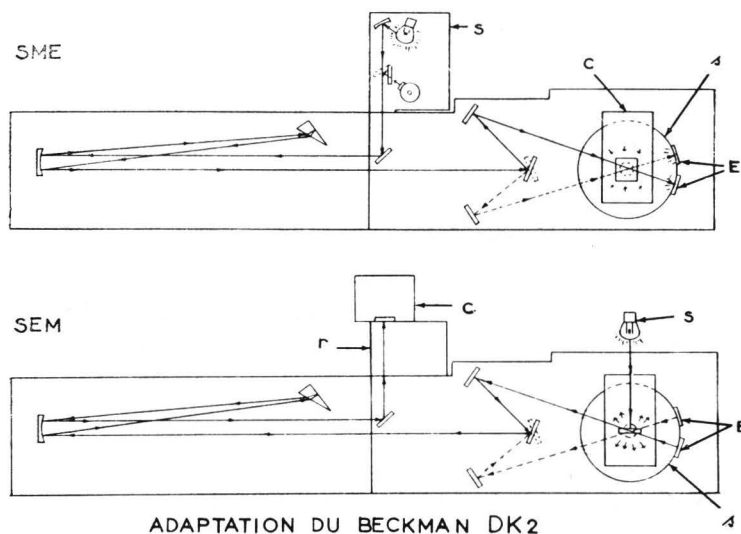


FIG. 1

Pour adapter le spectrophotomètre BECKMANN DK. 2 à la mesure de la fluorescence des échantillons, il suffit d'un dispositif auxiliaire pour éclairer l'éprouvette en lumière totale diffuse. On effectue alors les deux examens suivants: a - SME - montage normal: source, monochromateur, échantillon pour évaluer le facteur spectral de diffusion  $\beta$ . b - SEM - montage modifié: source, échantillon, monochromateur pour analyser le flux de fluorescence de l'agent d'azurage.

différence des signaux permet d'évaluer l'intensité et l'efficacité du traitement, en tenant compte du flux visible réémis par excitation de la fluorescence des corps fixé par le support, sous l'influence du rayonnement U.V. de l'illuminant (1).

Pour notre part, nous avons utilisé un spectrophotomètre enregistreur Beckman DK 2 en l'adaptant à ce problème précis (fig. 1):

### a) Analyse qualitative.

Dans les conditions normales d'utilisation, cet appareil mesure le facteur spectral de luminance  $\beta$ , longueur d'onde par longueur d'onde

au cours du défilement du spectre visible. Aucune excitation des produits de fluorescence ne peut intervenir et l'enregistrement obtenu ne tient compte que des propriétés de diffusion du support dans le domaine visible.

En poursuivant l'analyse dans le proche U.V., on détectera la nature des agents de blancheur optique en mettant en évidence une remontée du

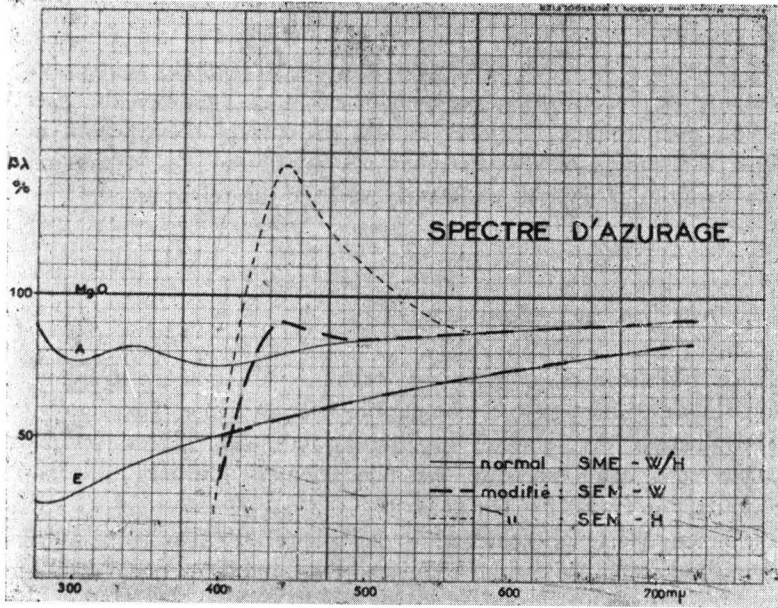


FIG. 2

En superposant les courbes de diffusion spectrale obtenues suivant les deux montages du spectrophotomètre, on met en évidence la présence de l'azurage, suivant la nature des échantillons (E: écru, A: blanchi et azuré). L'intensité du flux de fluorescence dépend des conditions d'excitation (W: lampe à tungstène survoltée; H: lampe à hydrogène).

signal dans les bandes d'absorption U.V. du produit utilisé. Cette analyse de la courbe indique la bande spectrale caractéristique des longueurs d'ondes absorbées dont l'énergie est réémise dans le domaine visible, et la cellule détectrice cumule alors deux rayonnements de bandes spectrales très différentes (fig. 2).

b) *Analyse quantitative.*

Dans une seconde opération, on renverse le système optique Illuminant-Récepteur, en éclairant l'échantillon en lumière globale diffusée par la sphère d'intégration, et l'on analyse le flux réémis par l'échantillon longueur

d'onde par longueur d'onde. En l'absence de corps fluorescent, la courbe que l'on obtient alors est rigoureusement identique et se superpose à la précédente. Dans le cas contraire, l'analyse du flux réémis par l'éprouvette met en évidence la superposition au flux normal, caractérisant la diffusion monochromatique de l'échantillon, du flux visible résultant de la transformation d'énergie par fluorescence, dans une bande limitée de longueurs d'ondes, du flux U.V. absorbé. Utilisable dans les travaux de laboratoire, un tel dispositif reste critiquable car il fait appel à un éclairage en lumière globale. L'appareil idéal devrait posséder comme source un monochromateur, de façon que l'on puisse exécuter l'analyse du spectre de réémission pour chaque longueur d'onde du spectre d'excitation, mais des problèmes de puissance d'éclairage, de sensibilité des détecteurs et de prix du matériel n'ont pas permis de réaliser un tel appareil.

### III - Expression des résultats.

A ce problème essentiellement pratique, il convient d'apporter une solution simple et, si possible, compatible avec le mode d'expression retenu pour l'évaluation des qualités photométriques des blancs ordinaires (2), particulièrement celui présenté lors des 6èmes Journées Internationales de la Couleur à Evian en 1962 (3).

L'examen spectrophotométrique des blancs textiles montre que tous les échantillons ont une courbe représentative simple et que l'utilisation du système trichromatique leur fait attribuer, à tous, sensiblement la même longueur d'onde dominante, c'est-à-dire que dans un système représentatif quelconque les échantillons de blancs textiles se répartissent dans le plan caractéristique de longueur d'onde 575 m $\mu$ . En utilisant ce plan représentatif, l'écart entre le blanc idéal, diffuseur parfait sans absorption sélective et les blancs textiles dont la description nécessite la connaissance de la dominante, de la pureté et de la clarté sera exprimé par la distance  $P$  qui sépare le point figuratif de l'échantillon et le pôle caractérisant le blanc idéal (fig. 3).

L'emploi de coordonnées trichromatiques se révèle peu approprié au problème et le nombre d'appareils utilisables est alors réduit, tandis que les calculs nécessaires deviennent prohibitifs. Mais en tenant compte des constatations qui ont été faites, à savoir:

a) les échantillons de blancs textiles sont tous dotés d'une même dominante, soit  $\lambda = 575$  m $\mu$ ,

b) la courbe spectrale du blanc textile dans la région du spectre de 420 à 700 m $\mu$  est une courbe monotone et sensiblement rectiligne,

il est possible de caractériser chaque échantillon par une variable intermédiaire de clarté (Ton Moyen) et de saturation (Facteur de Coloration)

et la connaissance de ces variables assure le repérage graphique des échantillons suivant deux coordonnées rectangulaires dans le plan  $TM-FC$ , caractéristique de longueur d'onde dominante  $\lambda = 575 \text{ m}\mu$ .

(On appelle Ton Moyen ( $TM$ ) la valeur en % de l'ordonnée de la correctrice de la courbe spectrale entre 420 et 700  $\text{m}\mu$  et Facteur de Coloration ( $FC$ ) la différence exprimée en % entre les valeurs du facteur

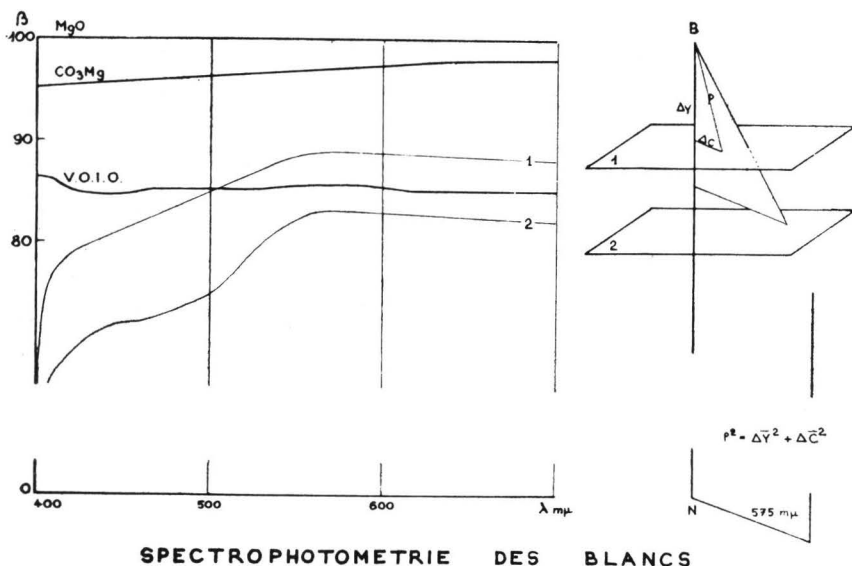


FIG. 3

L'examen spectrophotométrique assure la caractérisation des échantillons textiles (1 et 2) et d'étalons secondaires de blanc (carbonate de magnésium et Verre opale) comparés à l'oxyde de magnésium. Lorsque les échantillons ont même dominante, leurs points figuratifs, dans un système représentatif quelconque, se situent dans un même plan de chromaticité. Ils diffèrent du blanc parfait  $B$  par la clarté ( $\Delta Y$ ) et la saturation ( $\Delta C$ ).

spectral de diffusion  $\beta$  mesurées aux longueurs d'onde de 450 et 650  $\text{m}\mu$  (fig. 4).

Dans ce système de représentation  $TM-FC$ , l'usage des traitements de bleuissement et d'azurage optique entraîne une variation des coordonnées qui permet de suivre l'évolution photométrique des échantillons. Cependant, il est remarqué que l'apparition d'un Facteur de Coloration négatif correspond en fait à un changement de longueur d'onde dominante, ce qui signifie que les échantillons ne se situent plus dans le même plan de chromaticité pour lequel avait été établi le système simplifié de repérage graphique. On

peut, cependant, utiliser encore cette forme de représentation si la nouvelle dominante est proche de la complémentaire de 575 m $\mu$  et c'est le cas pour les agents d'azurage étudiés dont la dominante est de l'ordre de 435 m $\mu$ .

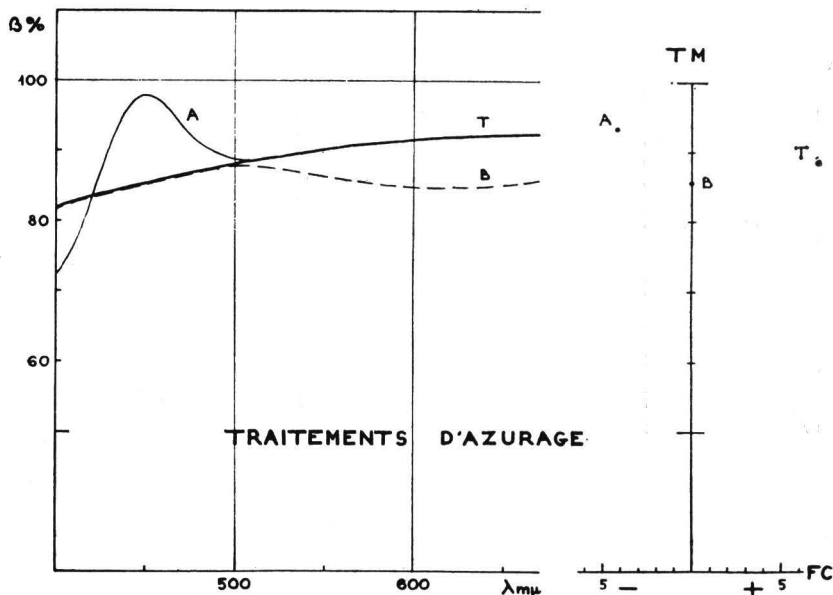


FIG. 4

La transformation des données spectrophotométriques dans le système représentatif Ton Moyen (TM) et Facteur de Coloration (FC) rend compte de l'influence des traitements subis par l'échantillon témoin (T): azurage par colorant (B) et agent fluorescent (A).

#### IV - Résistance à la lumière des agents d'azurage.

Pour obtenir une dégradation rapide de ces produits, on utilise de brutales insulations, naturelles ou artificielles, et la perte de fluorescence est mesurée en fonction du temps d'exposition. On remarque alors que l'apport du flux diffusé dans la bande de fluorescence subit une chute importante au début de l'insolation, puis une diminution est de plus en plus lente pour les insulations successives. La décroissance de fluorescence mesurée dans la bande de réémission ( $\lambda = 435$  m $\mu$ ) est sensiblement logarithmique (fig. 5). Dans le système de représentation TM-FC, la position respective des échantillons est matérialisée en fonction de la dégradation de l'agent d'azurage et du jaunissement résultant du support. On peut, éga-

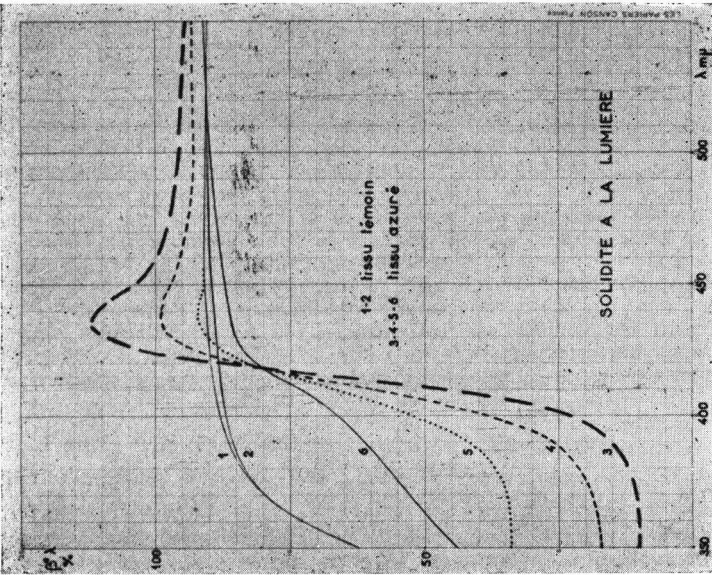


Fig. 5 a

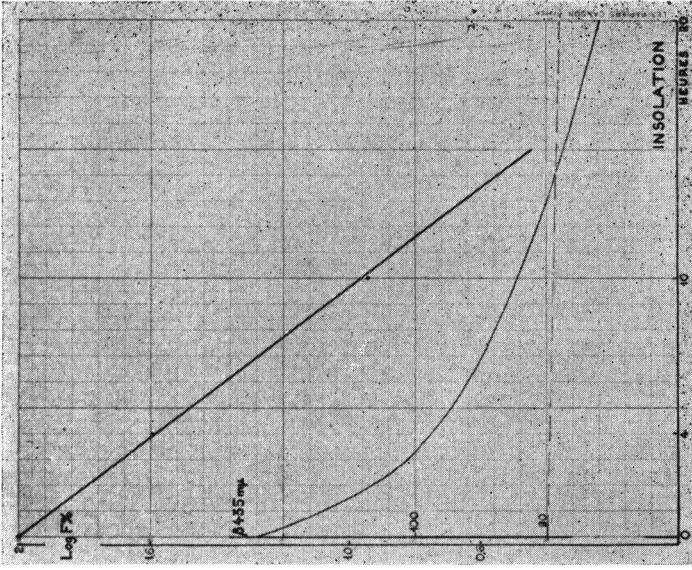


Fig 5 b

lement, proposer d'évaluer la résistance à la lumière des agents d'azurage en reliant le pouvoir émissif résiduel du produit et le temps d'insolation. Par exemple, on déterminera le temps nécessaire pour réduire l'émission de fluorescence à une valeur moitié de la valeur initiale et ce temps peut

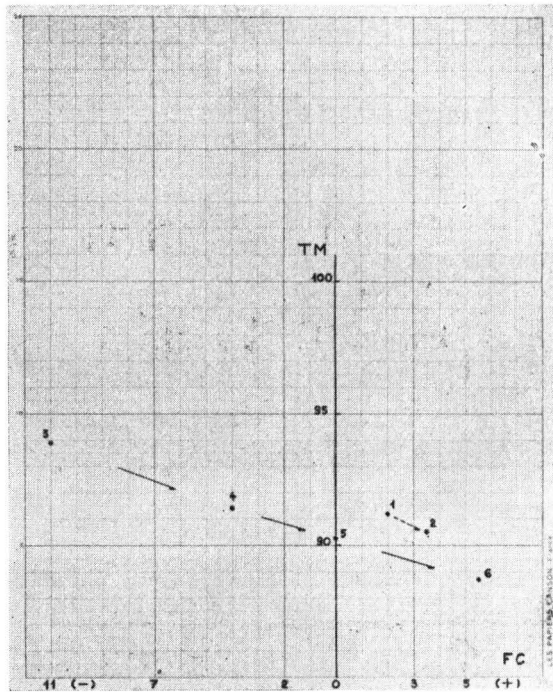


FIG. 5 c

En comparant l'influence de l'exposition à la lumière sur des tissus témoin (1, 2) et azuré (3, 4, 5, 6), on remarque la faible évolution du Témoin qui s'oppose à la brutale perte de fluorescence des tissus traités (fig. 5a). En étudiant la variation d'intensité du flux de fluorescence dans la bande de réémission ( $\lambda = 435 \text{ nm}$ ), on suit la décroissance logarithmique de l'activité du produit, dans le cas d'expositions au Fadéomètre de 4, 10 et 20 heures (fig. 5b). L'Utilisation des coordonnées *TM-FC* assure le repérage précis des échantillons et met en évidence le jaunissement important du tissu traité qui contraste avec la stabilité du témoin (fig. 5c).

être exprimé en unité conventionnelle. Suivant le Code E.C.E., on indiquera le numéro de l'échantillon de la gamme des bleus qui se trouve dégradé par une exposition à la lumière de cette durée.

L'étude de divers produits d'azurage entreprise sur ces bases a permis de mettre en évidence des différences sensibles de comportement suivant



les échantillons et de distinguer essentiellement les trois cas suivants (fig. 6):

a) *Traitement fort, mais résistance à la lumière médiocre.* Dans ce cas, le point figuratif de l'échantillon non insolé est caractérisé par le ton moyen plus élevé que celui du témoin, quant au FC, il est nul ou négatif. Suivant la progression des insulations, le TM des échantillons décroît rapidement, tandis que leur FC augmente sensiblement et atteint des valeurs notablement supérieures à celles caractérisant l'échantillon non traité ayant

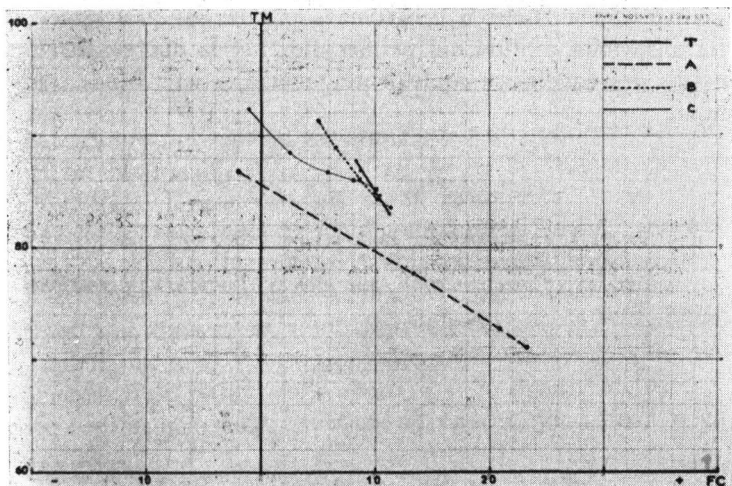


FIG. 6

L'étude comparative de trois types de produits d'azurage permet de caractériser leur résistance à la lumière du jour. Les insulations successives effectuées correspondent à la dégradation des étalons 1, 2, 3 et 4 de la gamme des bleus du code de solidité E.C.E. Le traitement C est le plus efficace.

subi les mêmes expositions à la lumière; il y a donc jaunissement du support.

b) *Traitement peu marqué, mais résistant.* Les points figuratifs des échantillons traités et insolés sont légèrement décalés par rapport à ceux du témoin non traité (TM plus élevé, FC plus faible), mais on constate rapidement après trois insulations la confusion des tissus traités et témoins.

c) *Traitement efficace.* Les points figuratifs des échantillons traités sont caractérisés comme pour le traitement a) par des coordonnées de meilleure blancheur: TM plus élevé et FC nul ou négatif. Mais la suite des insulations ne provoque qu'une dégradation limitée des caractéristiques photométriques du tissu traité qui reste nettement supérieur au témoin ayant subi les mêmes insulations.

## Conclusions.

Les coordonnées *TM-FC* constituent un système représentatif efficace pour assurer le repérage des échantillons de blanc ainsi que pour caractériser la résistance à la lumière des agents d'azurage optique; ce mode de représentation met nettement en évidence le jaunissement des échantillons lorsque celui-ci se produit, et l'examen visuel de nombreuses séries d'échantillons témoins et diversement insolés est en excellent accord avec les mesures photométriques. L'utilisation d'un dispositif photométrique adapté permet la comparaison des propriétés de divers produits d'azurage et l'emploi, comme source, d'une lampe à tungstène survoltée est préférable en raison du spectre ultraviolet continu qui permet d'exciter la fluorescence des divers produits dans des conditions équivalentes, même si leur bande d'absorption est différente.

(1) CHAN. PINTE J. et ROCHAS P., Bull. I.T.F., 1951. 27-25, 28-39, 29-9.

(2) J. JACQUEMART, Teintex 1962. 2-79, 3-163.

(3) J. JACQUEMART, *Communication aux 6èmes Journées Internationales de la Couleur*, Evian 1962.

# I COLORI INDANTHREN NEI TESSILI DI COTONE E FIBRE AFFINI

SIRO CUNEO DELL'ACQUA  
Indanthren - Ufficio per l'Italia, Milano

Come è noto, gli Indanthren sono un vasto assortimento di circa 150 coloranti per fibre cellulosiche caratterizzati da brillantezza di tono ed eccezionale solidità al lavaggio ed agli agenti atmosferici.

Essi sono il risultato di lunghi studi della grande industria chimica tedesca, per soddisfare la millenaria aspirazione dell'uomo a dare un colore agli oggetti che lo circondano, imitando i colori della natura e a disporre di coloranti che conservino il più possibile la loro originaria bellezza.

Il colore ha sempre attratto l'uomo fin dai tempi più remoti, come testimoniano già le pitture sulle rocce e nelle caverne dell'epoca glaciale o le strisce ornamentali sulle ceramiche di epoche più recenti o gli splendidi mosaici antichi.

I colori, per il nostro occhio, si possono definire come sensazioni provocate da radiazioni luminose di determinate lunghezze d'onda. Esse risultano dalla proprietà dei coloranti di assorbire determinate lunghezze d'onda della luce bianca e di riflettere le altre. Ricevitori di queste radiazioni sono i coni retinici, cioè le terminazioni del nervo ottico nella retina. Sui fenomeni di natura fisica e chimica che là avvengono si sono già fatte molte supposizioni ed elaborate varie teorie; tuttavia al giorno d'oggi non sappiamo ancora nulla di preciso in proposito. Comunque sia, il nostro occhio è uno dei maggiori portenti del creato. Come le sensazioni del colore prodotte dallo stimolo della luce sui coni della retina si trasmettano dall'occhio al cervello e come esse riescano ad influire sull'anima e sullo spirito, anche questo è tuttora un mistero per noi. Certo è però che, fin dalla sua origine, l'uomo conosce ed ama i colori.

In origine fu il regno minerale a fornire i materiali necessari per dipingere: i composti di manganese per il nero, ossido di ferro per il rosso, ocra per il giallo. Successivamente, l'uomo imparò a servirsi anche di sostanze coloranti, ricavate da erbe, legni e animali. Già i babilonesi e gli egiziani erano maestri nel tingere le loro materie tessili con tali coloranti. A quei tempi, per esempio, una pianta d'oriente, la robbia, con la sua

alizarina rossa aveva già la grande importanza che mantenne ancora per migliaia di anni, diventando poi anche in Europa uno dei coloranti più noti. Essa è il costituente principale della sostanza colorante che si estraeva dalle radici della robbia, nella quale si trova sotto forma di glucoside, l'acido ruberitrico. Questo, per opera di un fermento contenuto nelle radici stesse o degli acidi o delle basi, si sdoppia in alizarina e glucosio.

Questi coloranti hanno trovato impiego fino al secolo scorso ed oltre la robbia ricordiamo la pianta del guado, nota anche sotto il nome di « pastello », che forniva il colore turchino. Il terzo colore fondamentale, il giallo, si otteneva fra l'altro anche dall'erba guada o reseda lutea, una pianta della famiglia delle malvacee.

Una volta aperti i traffici con i paesi d'oltremare, trovarono largo impiego da noi anche gli estratti di legni coloranti, il legno di campeggio, il legno giallo eccetera.

Dopo la scoperta dell'India, il colorante blu del guado o pastello venne gradatamente soppiantato dall'Indaco che fruttò all'India, sua terra d'origine, una posizione di monopolio mondiale. L'indaco si ricava dalle foglie di alcune leguminose del genere « Indigofera ». In esse non si trova l'indaco già formato, ma un glucoside incolore, solubile in acqua, detto Indacano, che per effetto di speciali fermenti si scinde in glucosio e indossile, il quale, per azione dell'ossigeno dell'aria si trasforma in azzurro indaco.

L'applicazione sulla fibra avveniva mediante riduzione con fermenti in ambiente alcalino e, più recentemente, con riducenti sempre in ambiente alcalino. Mediante ossidazione si otteneva l'indaco, fissato nella fibra.

Le tinture su cotone ottenute con l'Indaco hanno un tono blu vivace, non stingono quasi per niente alle lavature e resistono anche bene all'azione della luce. Tutte queste proprietà costituivano allora una novità per l'Europa: ora però sappiamo che gli egiziani conoscevano ed usavano l'Indaco già ai tempi dei Faraoni.

Un altro colorante famoso fu la porpora, conosciuta anche come porpora degli antichi o porpora di Tiro, la città dei tintori fenici. La porpora era ai tempi dell'impero romano il colore delle toghe delle alte cariche di Stato ed è rimasta a tutt'oggi il segno della dignità regale ed ecclesiastica.

I maestri tintori dei tempi antichi, i greci ed i fenici ricavavano laboriosamente il colore porpora dalla secrezione di certi molluschi marini, quali le varie specie di Murex.

Recenti ricerche hanno dimostrato che questa sostanza colorante è costituita da un derivato dell'indaco e probabilmente da un dibromoindaco. Occorrevano milioni di conchiglie di questi animali per poter tingere una pezza di stoffa e per ottenere sempre lo stesso punto di colore, si dovevano seguire delle complicatissime ricette. Non ci si può quindi meravigliare se una libbra di porpora costava quanto tre libbre di oro fino.

Un giorno i Fenici scoprirono a occidente dell'Africa settentrionale le

« Isole dei beati », le odierne Canarie e vi trovarono il lichene del tornasole e l'albero del « Sangue di drago » e combinando il succo bluastrò del primo con la resina color rosso sangue dell'altro, ottennero delle gradazioni del colore porpora, ancora più calde e più brillanti. Ciò consentì ai fenici di produrre la porpora in notevole quantità e di conquistare una posizione di predominio sui mercati dell'epoca.

La scoperta delle isole venne tenuta segreta con ogni mezzo e i fenici fecero diffondere nel vecchio continente le più paurose leggende per conservare la loro posizione di monopolio; nessuno si attentò di navigare verso occidente, oltre le colonne d'Ercole, cioè al di là dello stretto di Gibilterra, ove ogni nave cadrebbe nel vuoto, perché là finisce il disco terrestre: inoltre vi si incontrerebbero orribili mostri marini, vortici giganteschi e acqua bollente!

Soltanto in tempi relativamente recenti i progressi della ricerca chimica sperimentale portarono a quel grandioso sviluppo dell'industria dei coloranti che rivoluzionò l'industria tintoria portando i tessuti colorati alla ~~postura~~ di tutte le borse.

Si può affermare che la rapida ascesa della chimica ha avuto inizio dopo che Scheele in Svezia nel 1771 e, indipendentemente da lui, Priestley in Inghilterra nel 1774, avevano scoperto l'ossigeno ed il francese Lavoisier aveva enunciato la sua teoria sull'importanza dell'ossigeno per il mantenimento della vita e per le trasformazioni chimiche.

Da allora i chimici lavorarono instancabilmente per addentrarsi sempre più nei segreti della natura. Nel diciannovesimo secolo le scoperte della chimica si susseguirono senza posa.

Già nel 1833 il chimico tedesco Friedrich Ferdinand Runge, il quale aveva scoperto nella corteccia di china il chinino, specifico contro la malaria, ed aveva isolato la caffeina, nelle sue ricerche sul catrame di carbon fossile, aveva trovato il fenolo, detto anche acido fenico e carbolico.

Runge scoprì inoltre che nel catrame si trova l'anilina, un liquido oleoso e presagì che questa anilina ricavata dal catrame poteva diventare una importante materia prima per una futura chimica dei coloranti.

Subito dopo Runge, fu il tedesco Augusto Guglielmo von Hoffmann, insegnante di chimica a Londra ad iniziare delle ricerche sulle possibilità di impiego dell'anilina. Hoffmann aveva un allievo di nome William Henry Perkin. Nel corso degli studi fatti con Perkin, Hoffmann indusse questo giovane scienziato a sottoporre l'anilina del catrame a varie reazioni, sperando di poter ottenere artificialmente l'importante chinino. Nel fare queste esperienze, Perkin nel 1856 trovò inaspettatamente il primo colorante sintetico che egli in seguito fabbricò in scala industriale. Egli diede a questo colorante il nome di Malveina per il tono violaceo simile a quello dei fiori di malva. Si cercava un medicinale e si è trovato un colorante artificiale.

Tale vicenda si verificò spesso anche in seguito e per questa ragione le fabbriche di coloranti sono diventate anche produttrici di medicinali e la loro attività in questi due campi ha procurato alla Germania rinomanza mondiale.

Nel 1858, cioè due anni dopo la scoperta della Malveina, il chimico Peter Griess dell'Università di Marburg trovò gli importanti diazo-derivati, ponendo così le basi dei coloranti azoici (caratterizzati dal gruppo diazo- $-N=N-$  che essi contengono). Essi presero in seguito un grande sviluppo, soppiantando definitivamente i coloranti naturali.

Da allora per la tintura e la stampa dei tessili non si impiegarono più che i coloranti artificiali, di gran lunga superiori ai coloranti naturali sia per le loro solidità, sia per la grande varietà di colorazioni possibili. E da quel tempo i colori cessarono di essere una prerogativa della gente agiata. Tuttavia ci si accorse che i nuovi coloranti, per quanto dotati di notevole brillantezza, non resistevano alla luce e al lavaggio.

Le ricerche dei chimici si rivolsero quindi all'analisi dell'Indaco, nell'intento di riuscire a fabbricarlo sinteticamente.

Nel 1880 Adolf von Baeyer, professore di chimica all'Università di Monaco di Baviera riuscì a determinare la costituzione chimica dell'indaco naturale ed a produrre in laboratorio indaco per via sintetica. Non solo, ma von Baeyer, che per questa sua grande scoperta ottenne poi nel 1905 il premio Nobel per la chimica, aveva superato la natura, in quanto l'indaco da lui prodotto in laboratorio era migliore e più puro di quello indiano.

Dopo diciotto anni di costose prove, la Badische Anilin und Soda-Fabrik riuscì nel 1897 a mettere a punto la fabbricazione industriale dell'Indaco. Incominciarono allora tempi difficili per l'India, perché l'indaco sintetico poté ben presto essere venduto ad un prezzo di gran lunga inferiore a quello naturale.

Anche l'alizarina venne preparata sinteticamente per opera di Graebe e Lieberman, partendo dall'antracene.

A questi successi seguì una intensificazione delle ricerche. Esse erano rivolte soprattutto alla scoperta di nuovi coloranti e alla soluzione del problema della resistenza nel tempo e della resistenza all'uso e all'acqua. Infatti questi elementi hanno distrutto ogni traccia di bellezza di meravigliose pitture di antichi maestri e di preziose vesti di nobili o sacerdoti.

Questo problema fu risolto più di sessant'anni fa dal chimico della Badische Anilin und Soda-Fabrik, Renè Bohn che, partendo da un altro componente del carbon fossile, l'antracene, pervenne nel 1901 alla sintesi del primo colorante della serie antrachinonica, il bleu che egli chiamò con il nome di fantasia Bleu « Indanthren ». All'esame delle sue qualità tintoriali, questo colorante dimostrò delle caratteristiche eccezionali: esso tingeva il cotone in un tono blu che non sbiadiva né con frequenti lavaggi, né con la luce solare intensa e neppure con l'esposizione per lunghi

mesi alla luce, al vento e alla pioggia. Era quindi una tintura molto più solida di quella ottenuta con Indaco, fino allora considerato il re dei coloranti. Partendo dalla sua costituzione chimica di base, René Bohn ed i suoi collaboratori scoprirono presto altri coloranti dotati di corrispondenti solidità. In breve tempo non vi fu alcun grande laboratorio di coloranti nel mondo in cui non si studiasse, e con successo, di realizzare altri coloranti del genere.

L'interesse dell'industria tessile e del pubblico per questi coloranti crebbe rapidamente e il loro impiego specialmente per quegli articoli che richiedono colori di grande resistenza al lavaggio e alla luce aumentò velocemente.

Come è noto, i coloranti Indanthren sono come l'Indaco insolubili in acqua. Per essere applicati sulle fibre tessili vegetali, essi devono essere solubilizzati, mediante un processo di riduzione con idrosolfito sodico in ambiente alcalino. In questo stato il colorante in determinate condizioni, a seconda che si tratti di tintura o di stampa, passa in gran parte dalla soluzione alla fibra, penetrandovi intimamente. Terminato il processo tintorio, il colorante viene ossidato con aria o altri ossidanti, restando intimamente fissato nella fibra.

La tecnica di applicazione di questi coloranti, come la loro uniforme penetrazione nelle fibre cellulosiche sono state, specialmente agli inizi, piuttosto delicate e i tecnici delle Case fabbricanti di coloranti hanno svolto una intensa opera di assistenza, riuscendo a familiarizzare i tintori e gli stampatori con questi coloranti.

Circa 40 anni fa, la IG-Farbenindustrie di Francoforte ha creato il marchio di garanzia Indanthren e l'etichetta costituita da una grossa I tra l'immagine del sole raggiante e quella di una nuvola stillante pioggia si diffuse in tutto il mondo, appoggiata da una efficace propaganda sul pubblico consumatore, come garanzia di tinte e stampe di insuperata resistenza al lavaggio, alla luce, all'uso.

L'esperienza ha portato alla constatazione che, per munire i tessuti di questo marchio di fama oramai mondiale, non era sufficiente tingere o stampare con coloranti Indanthren, ma occorreva fare in modo che la merce etichettata possedesse uno standard straordinariamente elevato di solidità generali.

Furono quindi emanate norme sempre più precise per i tintori e gli stampatori, ottenendo il risultato di far conoscere il nome Indanthren non solo come un marchio di fabbrica, ma come un simbolo di qualità, un marchio di garanzia.

Dopo la crisi dovuta alla guerra e precisamente nel 1952 il marchio e il nome Indanthren furono dichiarati marchi di Associazione e depositati a nome dell'Associazione per il marchio Indanthren. Di essa fanno parte le quattro Case tedesche produttrici di coloranti e le più importanti Asso-

ciazioni dell'Industria tessile tedesca, nonché l'Indanthren-Textil-Einkaufsgemeinschaft GmbH, anch'essa allora fondata.

Nel 1960, la massima esponente dell'industria francese dei coloranti, La Compagnie Française des Matières Colorantes è entrata a far parte della Associazione Indanthren, come primo membro straniero, e ciò costituisce un avvenimento della massima importanza nella storia dell'Indanthren. Ben presto la nuova organizzazione si dimostrò pienamente rispondente allo scopo. Si perfezionarono le Norme per l'uso del marchio, e si intensificarono i mezzi di propaganda sia sugli utilizzatori che sul pubblico per mezzo di giornali, riviste, vetrine, mostre, stampati di ogni tipo, radio, cinema, televisione, avvisi stradali, collaborazione con grandi magazzini ecc. Ma il mezzo più efficace era soprattutto l'etichetta applicata all'asciugamano, alla camicia, al grembiule, al tessuto ed il numero di etichette distribuite agli operatori tessili ha subito un continuo aumento.

In tutti i paesi, incaricati dell'Associazione Indanthren, prelevano continuamente campioni di tessuti muniti del marchio Indanthren, sia nei negozi che presso trasformatori o presso tintorie. Essi vengono esaminati da Laboratori specializzati per verificare se le tinte o le stampe rispondono alle norme sopradette.

Così l'etichetta Indanthren ha sviluppato la sua reputazione ed è diventata un simbolo mondiale che rende testimonianza della realtà del concetto che essa rappresenta: insuperata solidità delle tinte!

Ne deriva la conseguenza di grande importanza pratica che i tessuti contrassegnati col marchio Indanthren costituiscono per il venditore una valorizzazione della sua merce e per il consumatore una garanzia di inalterabilità delle tinte.

## **7° giornate internazionale del colore.**

Riassunto della Relazione che il dott. Siro Cuneo dell'Acqua dell'ufficio per l'Italia dell'Associazione per il Marchio Indanthren ha tenuto nella giornata del 4 maggio 1963 a Prato.

### *I colori Indanthren nei tessuti di cotone e fibre affini*

- Cenno sull'interesse mostrato dall'uomo per il colore fin dalla più remota antichità.
- Il colore e l'occhio umano.
- I colori naturali e la scoperta dei primi coloranti sintetici.
- Lo sviluppo dell'industria chimica tedesca dei coloranti. La sintesi dell'Indaco e del primo colorante Antrachinonico.
- La crescente richiesta di coloranti solidi da parte dell'industria tessile.



- L'applicazione dei colori Indanthren sulle fibre cellulosiche (cotone, lino, canapa, raion, ecc.): cenno ai metodi di tintura dei tessuti e dei filati e a quelli di stampa dei tessuti.
- La Convenzione Indanthren, le norme per la produzione di tinture o stampe etichettabili Indanthren, la distribuzione delle etichette e degli altri principali mezzi di propaganda.
- I controlli dei tessuti muniti di marchio Indanthren e il prelevamento di campioni tinti o stampati sia in fabbrica che alla vendita al dettaglio.

# DER EINFLUSS DER FARBSTOFFVERTEILUNG IN DER FASER AUF DAS REMISSIONSVERHALTEN DER FÄRBUNG

WERNER BUBSER und H. EICHMANN  
Textilforschungsanstalt - Krefeld, Deutschland

## 1. Einleitung.

Diese Untersuchungsergebnisse resultieren aus Arbeiten über das Wanderungsverhalten von substantiven Farbstoffen in Zellulose regeneratfasern. Zu diesem Zweck ist es notwendig, die Menge des Farbstoffes, der sich auf der Faser befindet, zu bestimmen. Bei der Gegenüberstellung der Analyseergebnisse die durch Remissionsmessungen der Färbungen ermittelt und jenen, die durch Abziehen des Farbstoffes von der Faser und anschließender colorimetrischer Messung erhalten wurden, konnten in einigen Fällen erhebliche Abweichungen festgestellt werden. *Abbildung 1* zeigt die Remissionskurven zweier Färbungen, die auf gleichem Fasermaterial dieselbe Farbstoffmenge, analytisch bestimmt nach der Abziehmethode, besitzen.

Demgegenüber sind in *Abbildung 2* die Remissionskurven zweier Färbungen wiedergegeben, wo auf dem gleichen Fasermaterial unterschiedliche Farbstoffmengen vorhanden sind. Diese zunächst unverständlich erscheinende Tatsache läßt sich durch eine unterschiedliche Farbstoffverteilung im Faserquerschnitt erklären.

## 2. Bedeutung der Farbstoffverteilung in der Faser.

Je nach den gewählten Färbebedingungen wandert der Farbstoff in der Zeiteinheit mehr oder weniger schnell in die Faser. So können bei gleicher Färbedauer je nach den Färbebedingungen die in den *Abbildungen 3-5* gezeigten Unterschiede in der Farbstoffverteilung auftreten.

Einige der, die Farbstoffverteilung bedingenden, Einflüsse während des Färbeprozesses sind in *Tabelle 1* dargestellt.

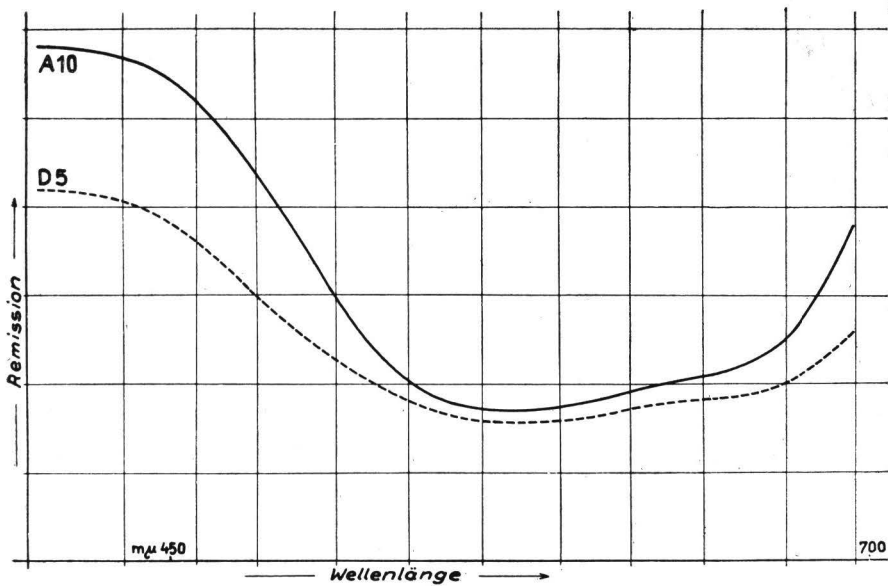


Abbildung 1

Unterschiedliche Remissionskurven bei gleicher Farbstoffkonzentration.

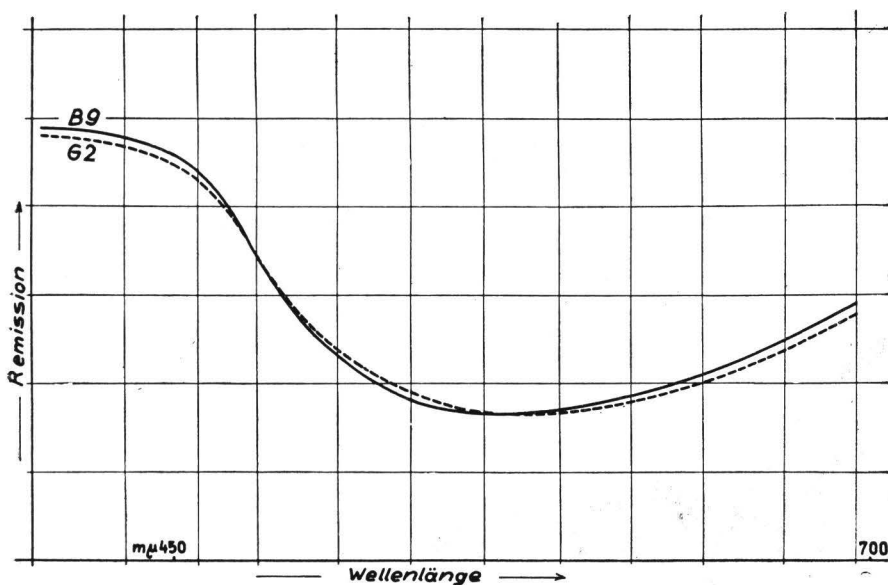
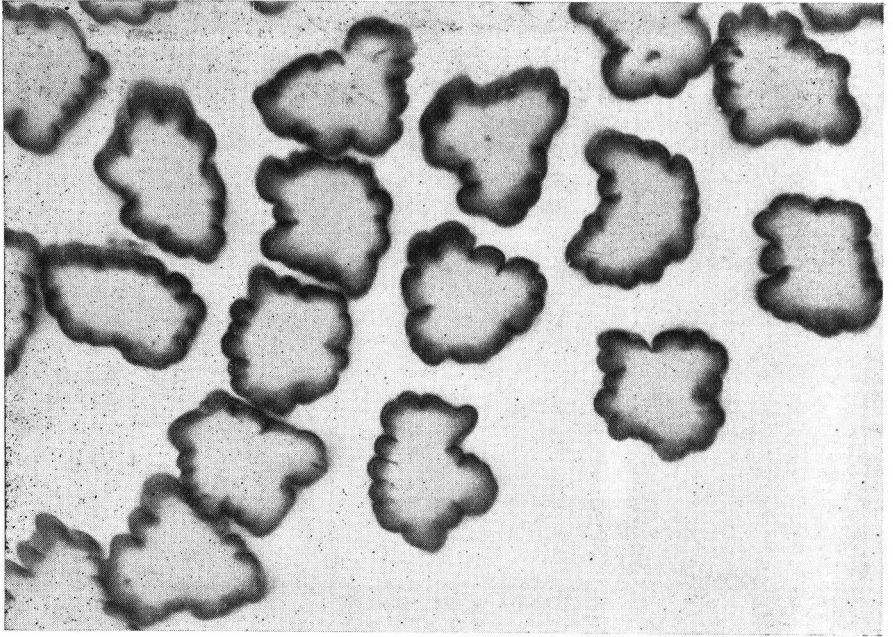
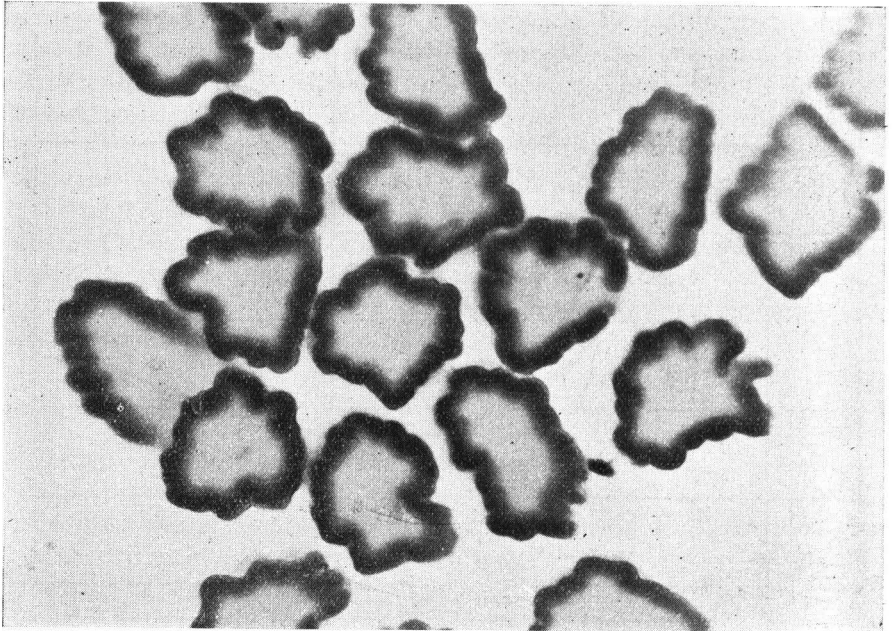


Abbildung 2

Gleiche Remissionskurven bei unterschiedlicher Farbstoffkonzentration.



*Abbildung 3*  
Randfärbung.



*Abbildung 4*  
Halb durchgefärbter Querschnitt.

TABELLE 1

Einflüsse der Färbebedingungen auf die Farbstoffverteilung in der Faser.

	Gute Durchfärbung	Schlechte Durchfärbung
Farbstoffkonzentration im Färbebad	niedrig	hoch
Färbetemperatur	hoch	niedrig
Elektrolytzusatz	niedrig	hoch
Färbedauer	lang	kurz

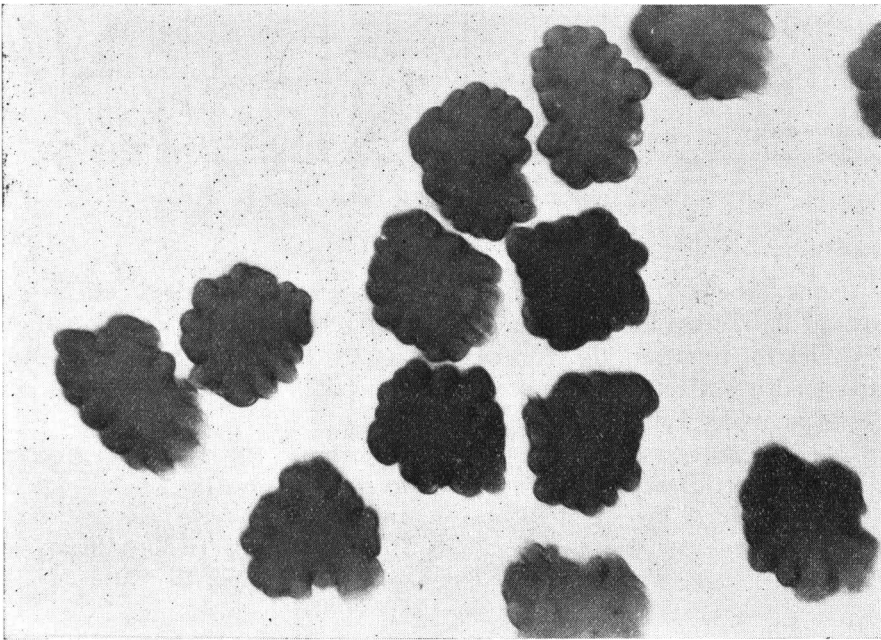


Abbildung 5  
Durchfärbung.

Neben den angeführten sind noch weitere, die Farbstoffverteilung beeinflussende Faktoren, wie z.B. das Flottenverhältnis, Fasermaterial u.a.m. zu berücksichtigen, in der vorliegenden Arbeit wird jedoch nur der Einfluß des Elektrolytzusatzes näher untersucht.

Die Färbungen  $A_{10}$  und  $D_5$  bzw.  $G_2$  und  $B_9$ , deren Remissionskurven in den Abb. 1 bzw. 2 wiedergegeben sind, wurden unter den in *Tabelle 2* angeführten Färbebedingungen hergestellt. Die Färbezeit betrug in allen Fällen 30 Minuten.

### Färbebedingungen

Färbung G<sub>2</sub> und B<sub>9</sub> zeigen dieselben Remissionskurven.

Färbung D<sub>5</sub> und A<sub>10</sub> zeigen verschiedene Remissionskurven.

	Färbung G <sub>2</sub>	Färbung B <sub>9</sub>	Färbung D <sub>5</sub>	Färbung A <sub>10</sub>
<b>Flottenverhältnis</b>	∞	∞	∞	∞
<b>Färbetemperatur</b>	70°C	70°C	70°C	70°C
<b>Farbstoffkonzentration im Färbebad</b>	5 g/l	5 g/l	5 g/l	5 g/l
<b>Elektrolytkonzentration (ausgedrückt durch die spezifische Leitfähigkeit [ΩS])</b>	≪ 1	125	10	135
<b>Farbstoffmenge auf der Faser</b>	G <sub>2</sub> < B <sub>9</sub>	B <sub>9</sub> > G <sub>2</sub>	D <sub>5</sub> = A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub> = D <sub>5</sub>
<b>Durchfärbung</b>	G <sub>2</sub> ≫ B <sub>9</sub>	B <sub>9</sub> ≪ G <sub>2</sub>	D <sub>5</sub> > A <sub>10</sub>	A <sub>10</sub> < D <sub>5</sub>

TABELLE 2

Aus Tabelle 2 ist zu ersehen, daß der verschiedenartige Verteilungszustand des Farbstoffes im Faserquerschnitt, hervorgerufen durch Variation des Elektrolytzusatzes, die Abweichungen der Remissionskurven vom zu erwartenden Verlauf — entsprechend den chemisch-analytischen Werten der Bestimmung der Farbstoffmenge — verursacht.

Die Wirkungsweise des Elektrolytzusatzes auf die Farbstoffaufnahme und den Durchfärbegrad ist in *Abbildung 6* dargestellt. Es sei darauf hingewiesen, daß die in *Abbildung 6* angegebenen Werte sich auf eine Färbedauer von 30 min beziehen. Die Färbungen befinden sich nicht im Zustand des Färbegleichgewichtes, dort liegen völlig andere Verhältnisse vor.

Der Kurvenverlauf macht es verständlich, daß sich bei zwei verschiedenen Elektrolytkonzentrationen zwar gleiche Farbstoffmengen auf den Fasern befinden können, die Verteilung des Farbstoffes im Faserquerschnitt muß jedoch dann unterschiedlich sein.

### 3. Abhängigkeit der Farbstoffverteilung in der Faser vom Aggregationszustand des Farbstoffes in der Färbeflotte.

Die Verteilung des Farbstoffes im Faserquerschnitt hängt von der Diffusionsgeschwindigkeit des Farbstoffes in das Faserinnere ab, diese wiederum ist abhängig von der Beweglichkeit des Farbstoffes und damit von seiner Teilchengröße.

**Abhängigkeit der Farbstoffmenge auf der Faser von der Elektrolytkonzentration.**  
 (Färbedauer: 30 Min. – vor dem Gleichgewicht)

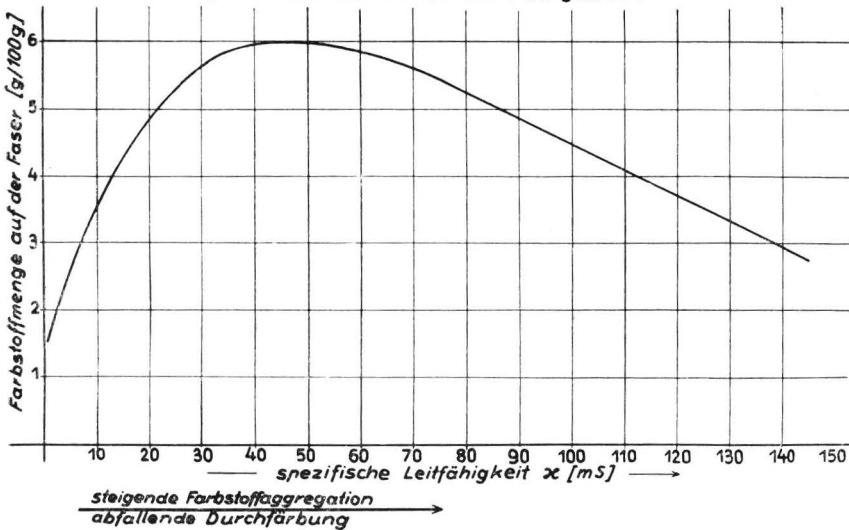


Abbildung 6

Bei substantiven Farbstoffen ist die Teilchengröße vom Aggregationsgrad abhängig. Die, mit Ausnahme der Färbedauer, in *Tabelle 1* angeführten Einflüsse auf die Farbstoffverteilung sind ursächlich Faktoren, die die Farbstoffaggregation beeinflussen. Somit ist die unterschiedliche Diffusionsgeschwindigkeit und die daraus sich ableitende Farbstoffverteilung eine Folge der Farbstoffaggregation.

Der im Färbebad vorliegende Aggregationszustand des Farbstoffes läßt sich photometrisch über Transmissionsmessungen bestimmen. *Abbildung 7* zeigt die Extinktionskurven von Lösungen gleicher Farbstoffkonzentration und verschieden hohen Elektrolytzusätzen.

Kurve 1	=	0 Mol NaCl/1	steigende Farbstoffaggregation
Kurve 2	=	0,5 Mol NaCl/1	
Kurve 3	=	1 Mol NaCl/1	
Kurve 4	=	2 Mol NaCl/1	

Hohe Farbstoffaggregation bedingt geringe Diffusionsgeschwindigkeit.

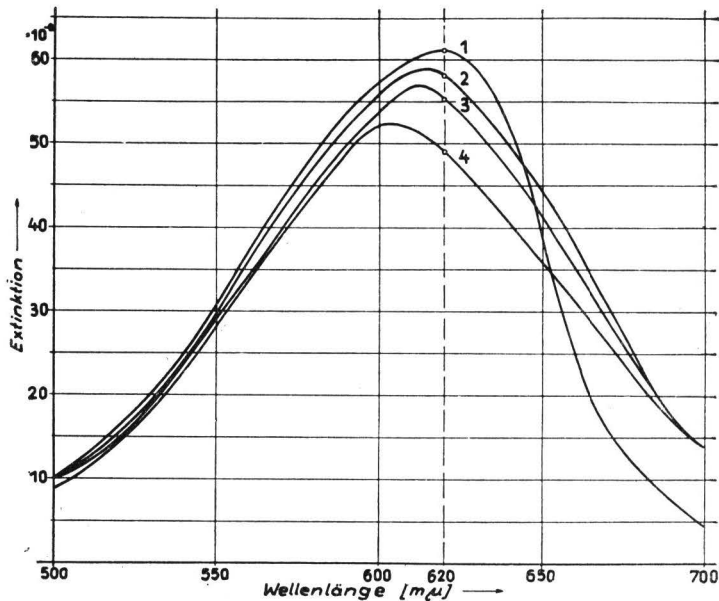


Abbildung 7

Extinktionskurven von Benzobrightblau 6 BS bei verschiedenem NaCl-Gehalt.

#### 4. Schlußfolgerungen.

Es ist also die Möglichkeit gegeben, mit Hilfe der Extinktionskurven Rückschlüsse auf das zu erwartende färberische Verhalten dieses Färbekochens zu ziehen. So ist bei kurzer Färbekochdauer in Bädern mit hohem Elektrolytzusatz schlechte Durchfärbung zu erwarten. Schlecht durchgefärbte Fasern besitzen aber geringe Echtheitseigenschaften; als Beispiel mögen die Lichtechtheiten von Benzobrightblau 6BS auf Viskose dienen, die in *Tabelle 3* aufgeführt sind.

TABELLE 3

Lichtechtheiten von Benzobrightblau 6 BS auf Viskose in Abhängigkeit von der Farbstoffverteilung.

Art der Farbstoffverteilung	Belichtungsstufe	Echtheitsnote
Randfärbung	first break	3
Durchfärbung	first break	4
Randfärbung	entsprechend	4-5
Durchfärbung	Graumaßstab Stufe 3	6



Es darf also aus einer visuellen Farbgleichheit zweier Färbungen des gleichen Farbstoffes nicht unbedingt auf gleiche Farbstoffverteilung und damit auf gleiche Echtheit geschlossen werden. Diese Untersuchungen haben auch für die praktische Färberei ihre Bedeutung, wo sich z.B. beim Nuancieren einer Färbung der Nuancierfarbstoff in den meisten Fällen — bedingt durch die kurze Färbezeit — nur in den Randzonen der Faser befindet.

# SOME PRACTICAL NOTES ON STANDARD ILLUMINATION PRACTICES FOR COLOR MATCHING IN THE U.S.A. - PAST, PRESENT AND FUTURE

NORMAN MACBETH Jr. and WARREN B. REESE  
Macbeth Corp., Newburgh, N. Y. - U.S.A.

The technical investigation of illuminants for color matching going on today in many countries throughout the world and the United States, is of great interest to those of us in the United States, who are concerned with such matters. The results of this excellent work is already significantly expanding our collective understanding and increasing our reservoir of common knowledge on a subject which is complex. Complex because it is implicit in our mutual efforts to find and agree upon common international illumination standards which are technically compatible with all nations and acceptable to colorists who are to ultimately make visual color judgments under such standard light sources. Lighting standardization is also complex because we are simultaneously dealing with scientific physical data which are themselves usually indisputable and purely objective, while on the other hand, the use of such light sources involves human perception of color which leads us into the subjective areas of color technology i.e. physiological, psychological and psychophysical aspects, about which man really knows very little. We are all too familiar with the discontinuities which continually arise between perceived color and measured color. On the question of illumination for making human color judgments, we are irreversibly committed to the resolution of any differences between objective solutions and subjective requirements before International Standardization can become a reality in practice.

It is our experience in the U.S. that we could not have made any progress on standardization within our own country without having found a proper balance in the human and technical color equations first. Consequently, we would like to encourage others to take a closer look at the human side of this question to at least determine if our experience can or cannot be independently corroborated.

International agreement only results from international understanding. In this paper we see our responsibility to attempt to develop, in sufficient

detail, what is going on in the U.S. in standardization of illuminants for color matching in the hopes that what has been done and why it has been done will be more clearly understood by others.

Since man has been on earth he has only recently had artificial illuminants available and consequently his principal visual experience was and is referenced to all forms of natural daylight. It is natural then to choose the simulation of natural daylight as a starting point. Let us pause here and state that it can be argued and agreed that a colorist could learn to match colors by incandescent lamps and do an excellent job with enough experience. However — do we choose a course of action which requires the retraining of all colorists or should we try to find that form of natural daylight preferred by colorists based on their experience? We chose the latter course of action and began to investigate and study the natural form of daylight preferred on the average by American colorists. In other words, the human side of the equation was the starting point. This work began in 1915 and until 1923 the Macbeth Daylighting Company built and sold color matching lamps, using Ives-Brady glass filters with incandescent bulbs. The experience from this period indicated a need for improvement. In 1923, Norman Macbeth and Dr. H.P. Gage of the Corning Glass Works developed the Macbeth Daylighting glass 590. They subsequently jointly published a paper on « Filters for Artificial Daylighting, Their Grading and Use » (1). It was the practice in those days to supply the colorist with a lamp and a series of filters and he would subjectively, by himself, compare samples under the artificial light and under natural daylight and select a filter which would satisfy him that he was able to see color the same. It must be remembered that this was before the 1931 CIE Colorimetry Standards were evolved and also before Spectrophotometry was practiced to any significant extent. There was really no other reliable practical approach at that time except by subjective experiments.

Nevertheless, the filters individually selected by thousands of colorists indicated a trend of preference, both with regard to color temperature and also for chromaticity, of the light produced with daylight glass filters. There being no accepted CIE Colorimetry method in use at the time necessitated the development of an arbitrary method using what is called « Pink to Green » tolerances. *Fig. 1* shows these tolerances as plotted on a CIE Chromaticity diagram for two tungsten light sources at 2854 and 3000° K.

It will be seen that these tolerances for between Pink 2 and Green 2 limits lie entirely above the Planckian locus or on the green side. This arbitrary method of tolerances can create confusion. The word « Pink » cannot be taken literally, since it lies on the green side of the Planckian locus. It is pink only in the sense that it is less green than the greenest tolerance. About 1928 as mentioned earlier, it became necessary for Macbeth to control filters within tolerances of from Pink 3 to Green 3. *Fig. 1* does

not show these tolerances, but suffice it to say, Pink 3 lies practically on the Planckian locus and is slightly greener. In 1946 Macbeth closed these tolerances to those shown of Pink 2 to Green 2.

For the past eight years the results of Standardization in the U.S. has required us to narrow these tolerances to between Pink 0 and Green 1 for color matching lighting equipment. It is interesting to note the colorimetric measurements being made today reveal that natural daylight also falls on the

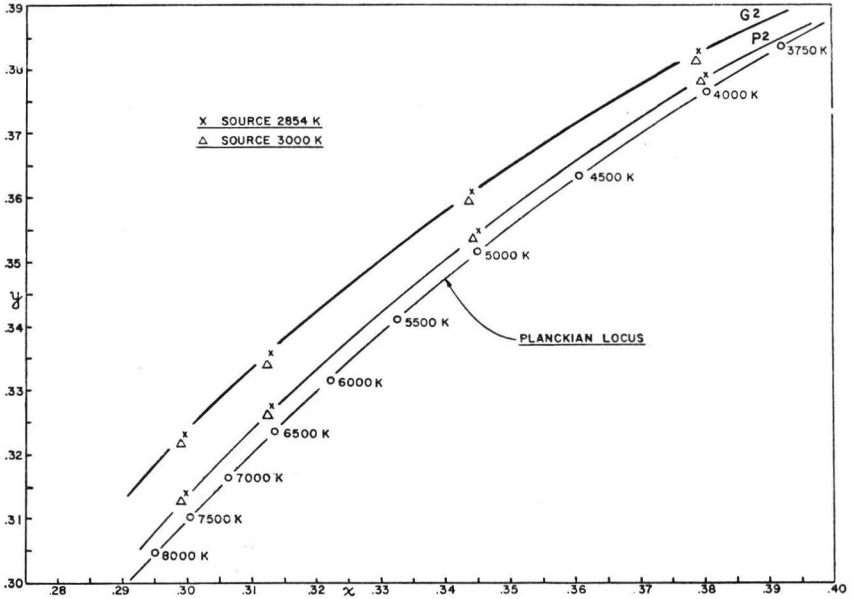


FIG. 1

green side of the Planckian locus. *Fig. 2* is 1962 data as measured by Nayatani and Wyszecki at the National Research Council of Canada (2). *Fig. 3* shows plotted data by Nickerson of the daylight data from Great Britain, Middleton of Canada (3) and Taylor-Kerr (4) and Moon (5) of the United States. Both figures 2 and 3 show overwhelmingly that natural daylight falls on the green side of the Planckian locus and objectively confirms the trends noted by Macbeth from subjective tests by colorists since 1928. There are many other such current color measurements which are also in general agreement on this point. The authors trust they will be excused for not including them all. In conclusion, it would seem that the evidence both objective and subjective is sufficient at this time for all to agree that the chromaticity for a color matching illuminant should fall on the green side of the Planckian locus.

Now we would like to turn to the question of the preference for a particular color temperature of natural daylight. In the United States the color matcher has for years done his visual color matching work by a north window. Again, a trend as to the color temperature of natural daylight the colorists wanted duplicated in an artificial source was first noted by the kinds of filters selected by colorists as far back as 1923.

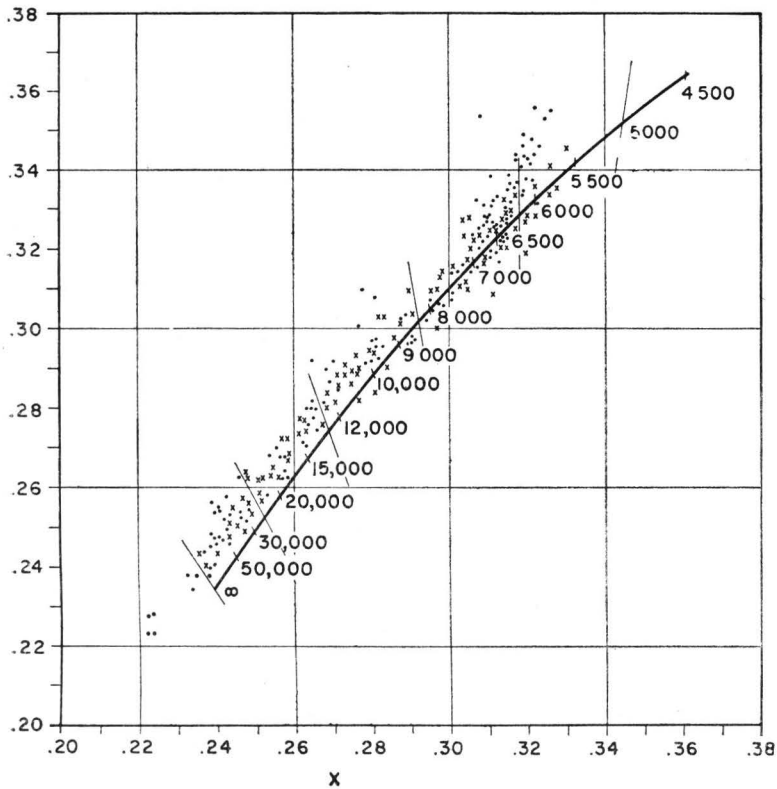


FIG. 2

It soon became evident that the majority of color matchers had subjectively selected filters, which when used with a tungsten lamp produced a correlated color temperature between 7000° K - 9000° K. We would like it to be clear that these preferences were universal and independent of each other and independent of the nature of the samples being matched. It has been thought that color temperatures above 7000° K were selected because it accentuated the yellowness of cotton. This simply is not true and has been misunderstood. Preference above 7000° K came from colorists in

paints, textiles, plastics, ceramics, inks, gems, graphic arts, as well as cotton and agricultural industries. The only reason they share the same preferred color temperature range is because the color matchers in all these industries were using the same light from a north window. It was desirable to try to find the average value so standardization could be achieved. The I.S.C.C.

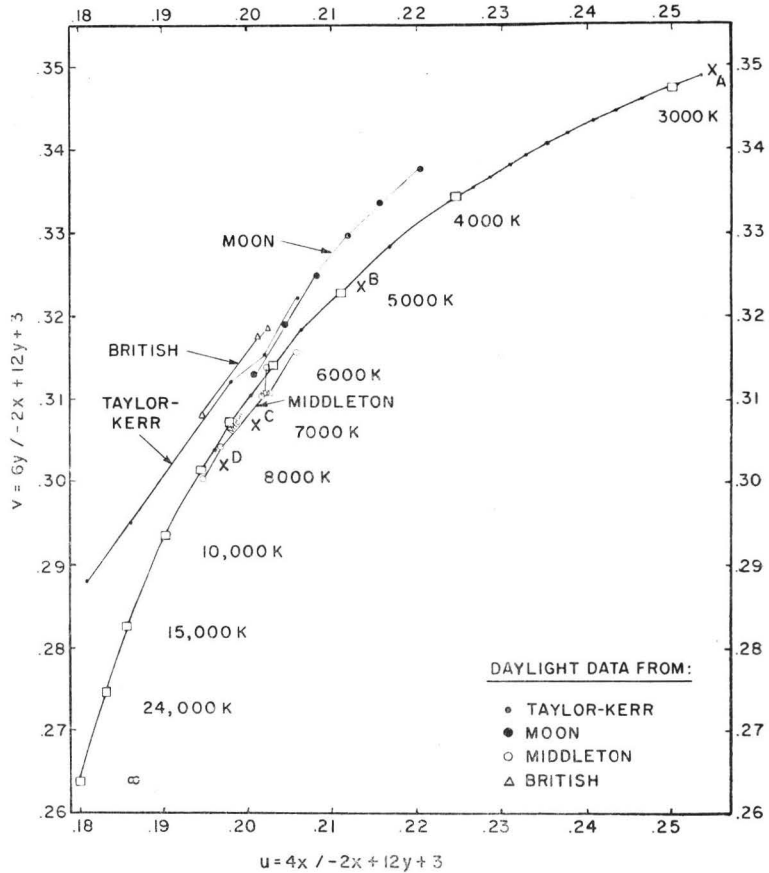


Fig. 3

Problem 13 Committee studied this problem and determined that the average value of preferred *natural* north sky daylight was approximately 7500° K, which is described as a moderately overcast north sky. This was reported by Nickerson (6) (7) and confirmed the earlier subjective tests. Since 1946 standardization in the U.S. has moved rapidly and is in wide use today. A digest of present lighting specifications and practices (8) for such industries

as automotive, paint, textiles, cotton, roofing materials and gems is shown in the exhibit which is a part of this paper. The Graphic Arts specifications are not fully completed and are discussed in Reese's paper (9).

It will be noted that some of the U.S. color matching light source practices listed in the exhibit specify Macbeth Daylight at 7400° K or equal.

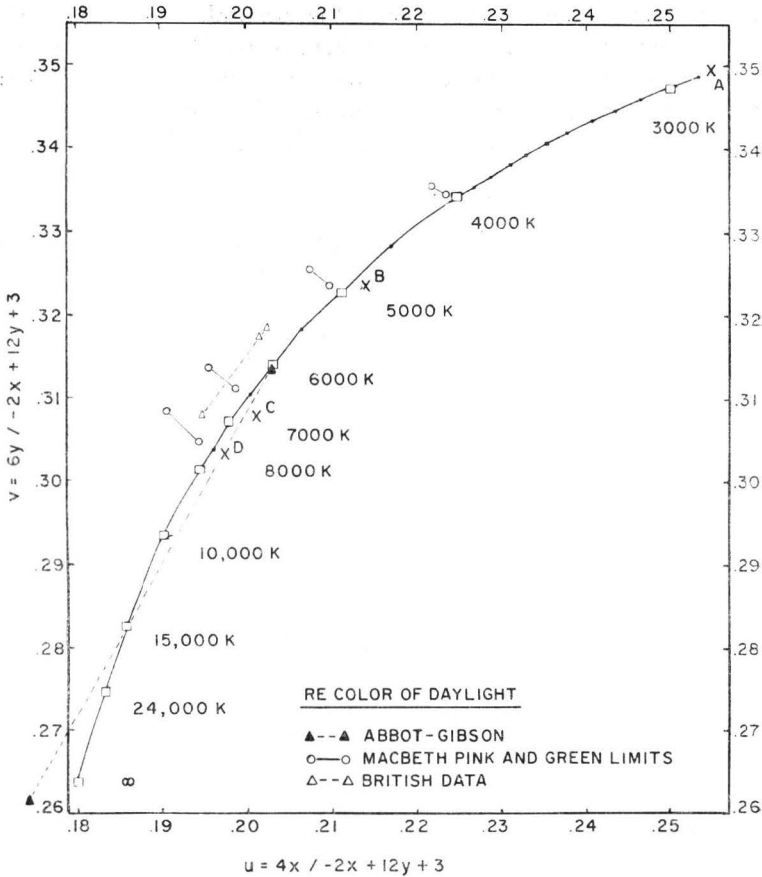


FIG. 4

It became evident in 1956 that a method of specifying a light source should be approached by comparing the spectral energy distribution of the artificial light source with the spectral energy distribution of a theoretical natural daylight at the same correlated color temperature. A tentative method was proposed by Nickerson and is referred to as the « Conformity Index Method ». The design standard selected at this time was the same Abbot-Gibson

daylight computed data which was suggested to Nickerson by Gibson in 1940 and published by Nickerson in 1940 (10). *Fig. 4* shows that Abbot-Gibson (11) (12) data from approximately 6000° K to 15000° K plots truly on the magenta side of the Planckian locus and is therefore in error compared with what we have seen earlier.

This error is due to the fact that the computed data did not take into account the scattering by water vapor in the atmosphere which would have shifted it to the green side of the Planckian locus. Better natural daylight measurements were not available at the time, so the method was put temporarily into effect as an interim method only. *Fig. 4* also shows good agreement between British data and Macbeth pink and green limits from 5500° K to 7500° K.

*Fig. 5* shows a plot of measurements made by Nayatani and Wyszecki (2) in Canada with a Donaldson Visual Colorimeter. Color temperatures ranged from approximately 6000° K overcast near north skies to over 100,000° K clear blue, near north skies. Their paper also points out that similar observations have been made in Japan. The data on *Fig. 5* may reveal why the U.S. earlier selected 7400° K as being a valid arbitrary average as it is certainly near the center of gravity of this plotted data. Wyszecki has also commented that for a north window 7400° K correlated color temperature occurs most frequently. This would seem to objectively confirm the subjective preferences noted as early as 1923.

What about the actual Spectral Energy Distribution curve shapes? Recent measurements by Middleton (3) of Canada and Henderson (13) of Great Britain and earlier data of Moon (5) are all plotted on *Fig. 6*, and cover a wide range of daylight distributions. Macbeth filtered daylight at 7400° K and Macbeth Examolite blend of deluxe Examolite fluorescent and incandescent lamps secondary standard at 7400° K are illustrated on *Figs 7 and 8*. It is interesting to note the general similarity in these curve shapes. *Fig. 9* is a plot of Abbot-Gibson Daylight.

United States color matchers preference for 7400° K, we believe, is not unique to North America but transcends geographic and political boundaries and is rather a natural occurrence. We do not know for a fact whether the majority of colorists throughout the world prefer natural daylight from a north window in the Northern Hemisphere or a south window in the Southern Hemisphere. If they do then we suspect the colorimetric or spectroradiometric measurements of natural daylight from this portion of the sky would turn out about the same as it has in the U.S., Canada and Japan.

If, in fact, colorists the world over prefer north daylight or equivalent then it seems to us, as stated at the outset, that further measurements by various countries be made to bring into balance the subjective and objective sides of the equation before any proposed solution to the problem will



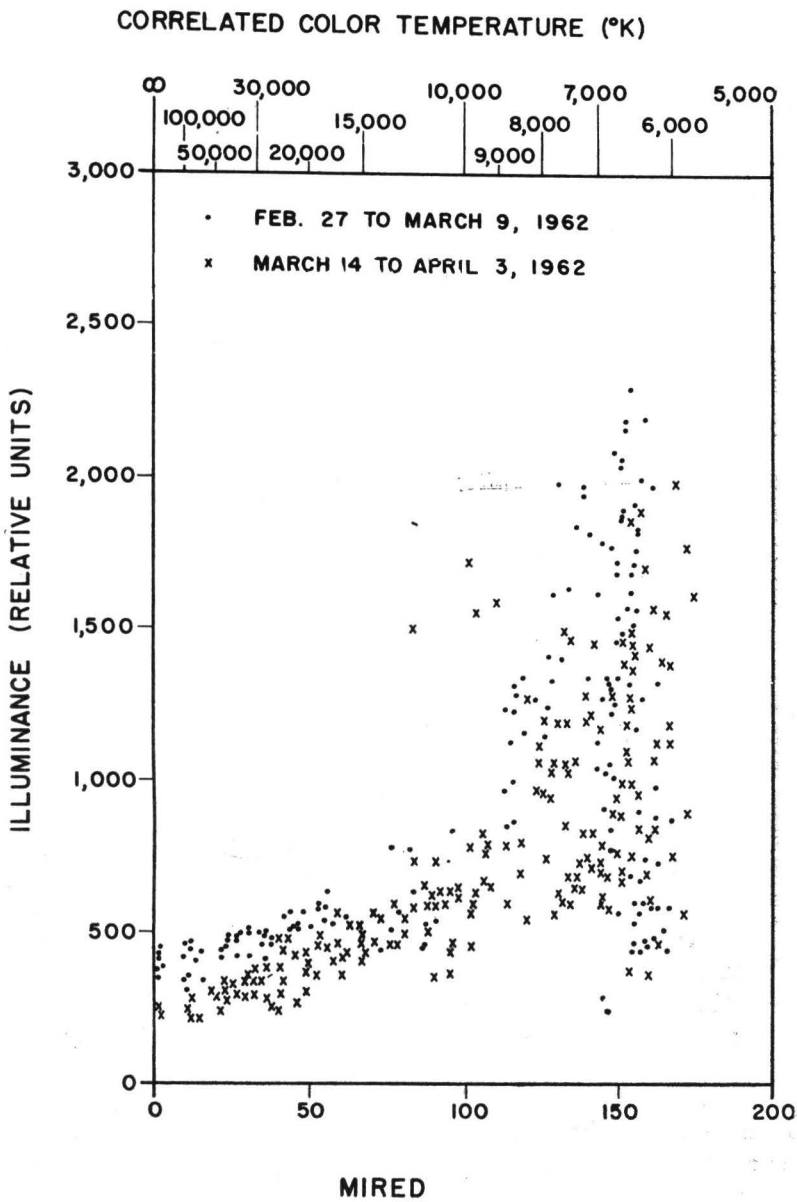


FIG. 5

be satisfactory. Some of the new natural daylight data during the past two years may have been collected without particular regard to the color matchers present practices and preferences. If the colorists in other countries, on the other hand, have other traditional practices different from north sky daylight, then these must be the governing criteria for standardization within each country. Under these conditions, International Standardization would seem more difficult.

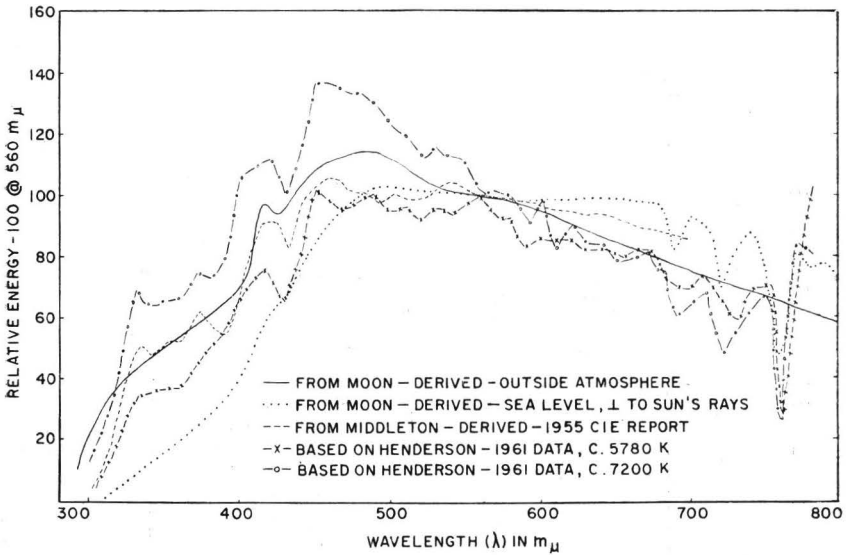


FIG. 6

In addition to any international differences in the color matchers light source preferences, there exists the potential area of conflict between visual color matching and color measurement. The present international illuminant « C » at 6750° K for colorimetry differs in color temperature and chromaticity from natural daylight at 7400° K. Consequently correlation between physical measurement and visual evaluation of color is more difficult. Physicists would prefer not to change illuminants because much of their historical data might have to be remeasured at 7400° K. The color matcher, however, as shown earlier, prefers 7400° K and also resists changing and adjusting to the pinker chromaticity and lower color temperature of illuminant « C ».

Such problems are slow to resolve and perhaps the need to resolve such a conflict may be overemphasized on a short time basis.

New illumination problems have arisen in the past 6 or 8 years with

the increased use of fluorescent dyes and fluorescent optical bleaches or brighteners in paper and soap products. No formal standardization has been established in the U.S. but for over 6 years we have been supplying Macbeth daylight lamps, with an ultraviolet energy additive. Fortunately, the new

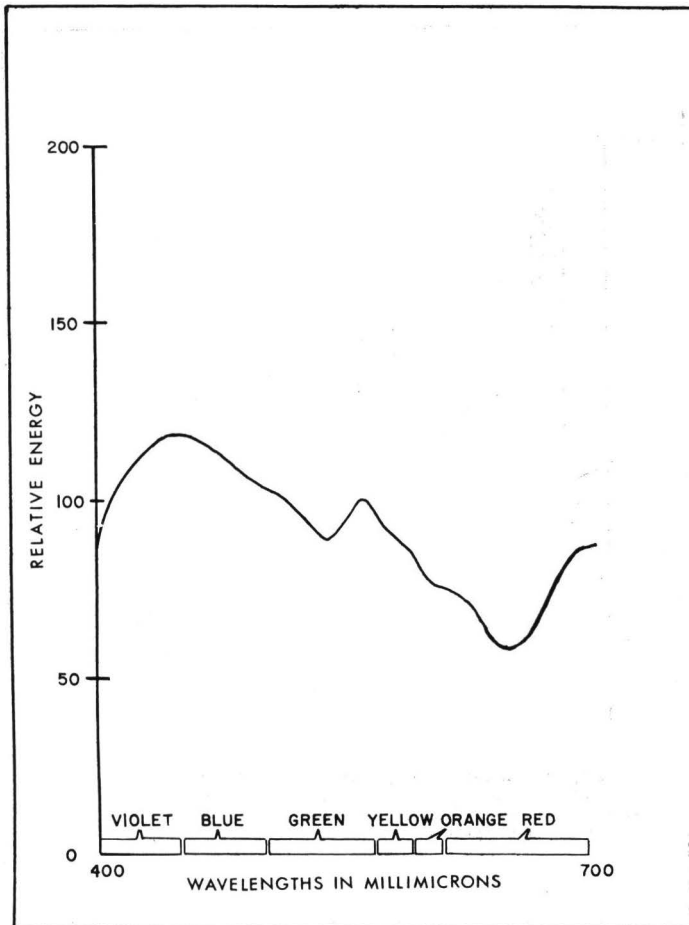


FIG. 7

daylight data being collected throughout the world and in the U.S., have included the ultraviolet energy content and these data can be used as the basis for designing improved color matching lighting equipment.

We do have a difficult task in deciding what particular spectral energy distribution for the ultraviolet region of the spectrum is the best compromise.

It would appear that objective measured data and subjective experiments could point the way to a satisfactory compromise. A more serious obstacle for the physicist is inherent in the *UV* colorimetry problem. For example, fluorescent Munsell samples, as well as others, need to be developed.

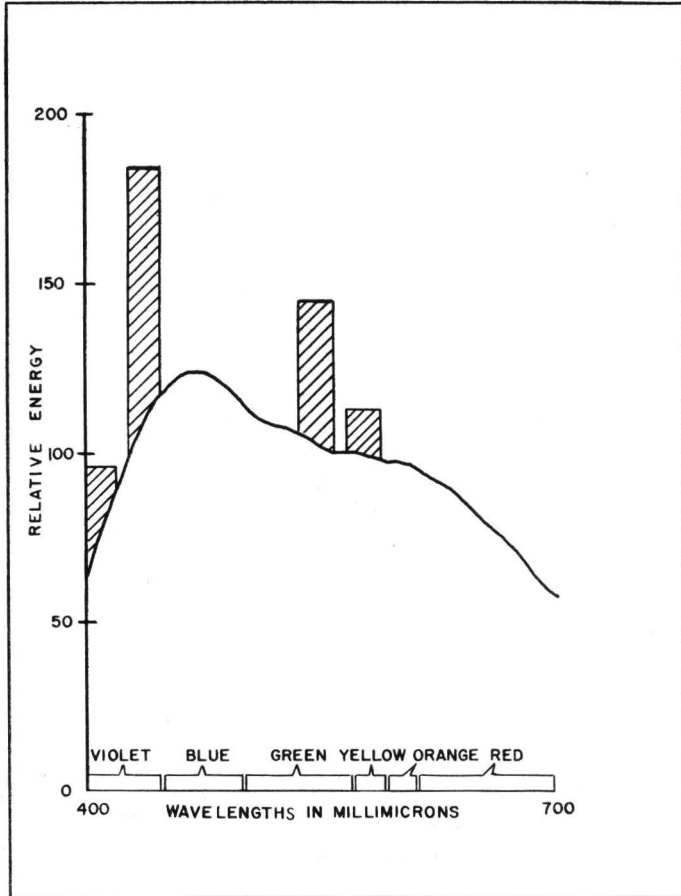


FIG. 8

Instrument redesign is indicated and physical instrument reference standards must also be developed.

What are the future plans in the U.S. for lighting for color matching? We are busy developing new improved glass filter and lamp combinations which will give a closer duplication of preferred natural daylight including

the *UV* portion of the spectrum as future primary standards. It is also our objective to have these new source-filter combinations suitable for use in optical measuring instruments so better correlation between color measurement and visual judgment can be achieved. We are also busy developing improved

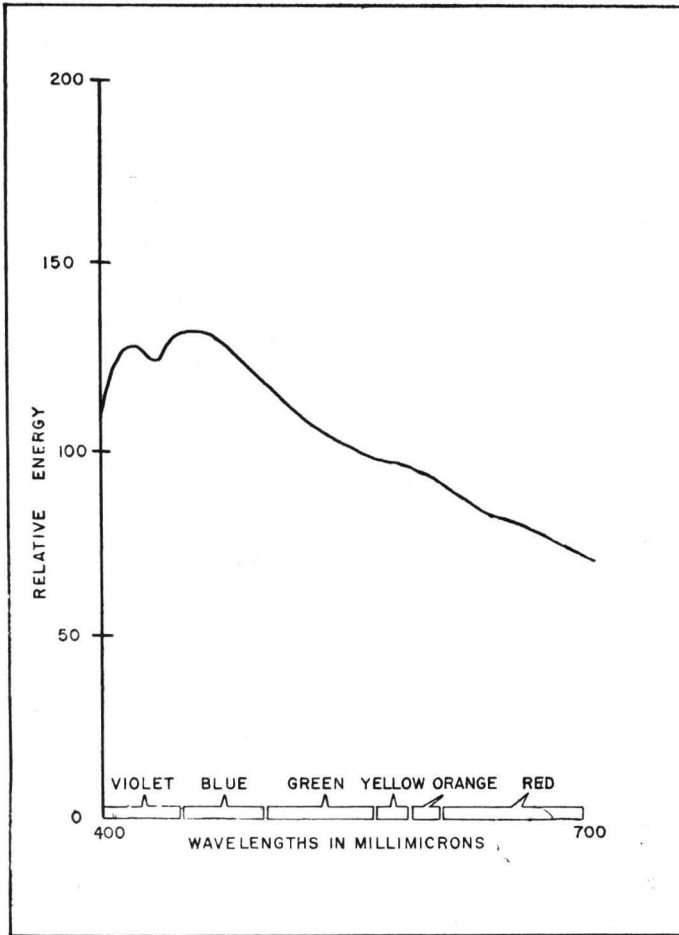


FIG. 9

blends of fluorescent and incandescent sources as future secondary lighting standards. We are also gaining experience from developing multiple light sources to be used when the color of industrial and consumer products are selected by styling and designers. Too often industrial color rejects are due

not to poor color matching but rather to inattention to the lighting used when the original color was selected. It is our opinion that there is no substitute for originally selecting product colors by viewing them under several light sources to determine whether undesired hue shifts will occur before manufacturing the product. For this purpose, we have installed several color styling rooms illuminated with at least 3 illuminants. They are 7400° K artificial daylight, to standardize the stylist with the color matcher, incandescent light at 2850° K for simulating home illumination and the third source is selected based upon the particular marketing conditions of the product and might be Deluxe Cool White or Standard Cool White fluorescent used in stores or a minus red daylight fluorescent used in industrial lighting. This multiple source approach to lighting for original color selection is working well and is in its early beginning in the U.S.

Light sources for color matching cannot be discussed without mentioning metamerism. For more than 40 years Macbeth has supplied two light sources with its primary standard color matching lamps. The two sources are high color temperature filtered daylight and low color temperature (2300° K) incandescent light. Successive visual examination under these two sources will usually exaggerate the visual differences in Metameric pairs and thus alert the color matcher so that he can make whatever adjustments in his colorant mixture he is able in order to reduce the Metameric color differences. This is the well known 2 variant light source principle, and suggests viewing samples under one light, which is bluer (7400° K) than *average* daylight (6000° K) and yellower (2300° K) than incandescent light (2850° K). Samples which visually match under both sources have a better chance of matching under all other sources in between. There are some colorant formulas which match under both these sources but are metameric under other sources, such as a Cool White fluorescent lamp. Fortunately, these occurrences are rare. Perhaps it may portend the desirability of examining color matches successively under 3 light sources as indicated earlier for color selection in styling and design.

Unfortunately, time and space does not permit discussion of other important factors such as illumination levels, geometry of illumination, optimum size of color matching area to be illuminated, brightness contrast of the environment, color of the background or surround, sample size and the orientation of source, observer and sample.

*Figures 10 through 14* illustrate installations of both Macbeth filtered primary daylight sources and Macbeth Examolite secondary sources used in the U.S.

In conclusion, it is hoped that the foregoing may have served in some small way to foster better understanding through the sharing of our experience. The future will undoubtedly see a clearer course on many of these matters.

The CIE Committee E-1.3.1, Colorimetry, Dr. D.B. Judd Chairman, is currently reviewing all the new data and measurements in order to recommend revised CIE Standard Illuminants.

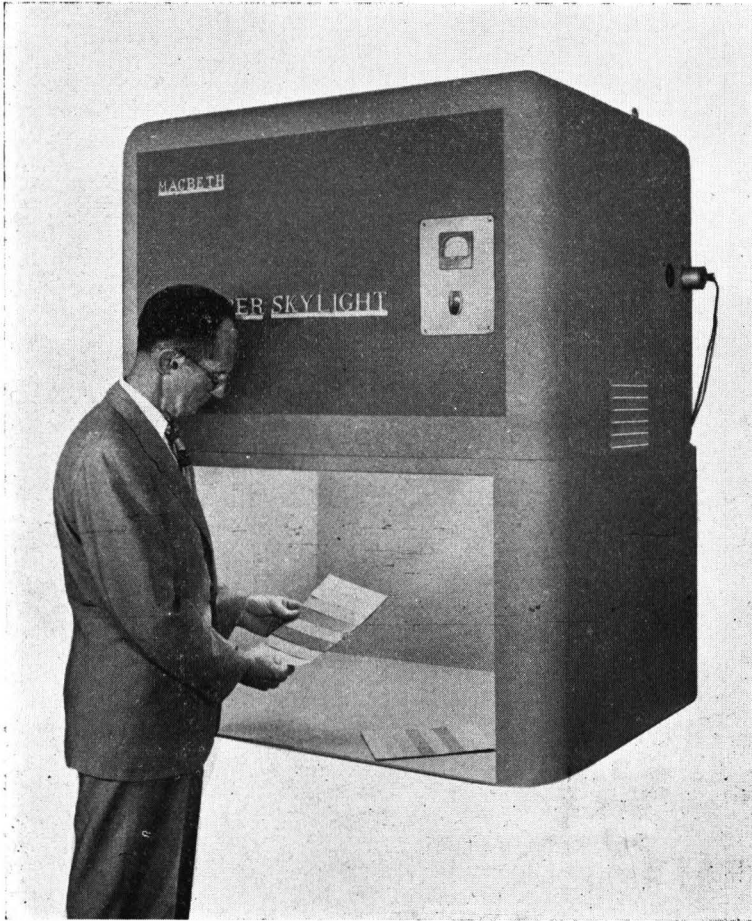


FIG. 10

The authors wish to thank Miss D. Nickerson and Dr. G. Wyszecki for their assistance and constructive criticisms of this paper as well as acknowledgement of the excellent work which has and is being done by color experts throughout the world.

**Current U.S. specifications (6) or recommended practices for color matching of visual evaluation of colour.**

*Automotive:* Fisher Body Division. Approved equipment and procedure for material inspection and shading. (T.E.D. 101 ER. No. 3-56770, Revised 1962) Specifies: Filtered daylight, Macbeth Model BX-1014, 7400K and 2300K.

Similar specifications are used by others in the automotive industry (e.g., Ford, Chrysler) for checking color on materials used for exterior and



FIG. 11

interior decoration of automobiles, e.g., leather, plastics, paint, rubber, anodized aluminum, etc.

*Textiles:* U.S. Army. Philadelphia Quartermaster Depot Spec: Macbeth BX-1014, filtered tungsten skylights at 7400K. This source has long been used in testing for acceptance of military fabrics and materials (textiles, plastics, etc.).



American Association of Textile Chemists and Colorists formulated and published a standard in 1941-42, which specifies use of two illuminants, one within tolerance of 2300K to 2900K (to include both illuminant A and

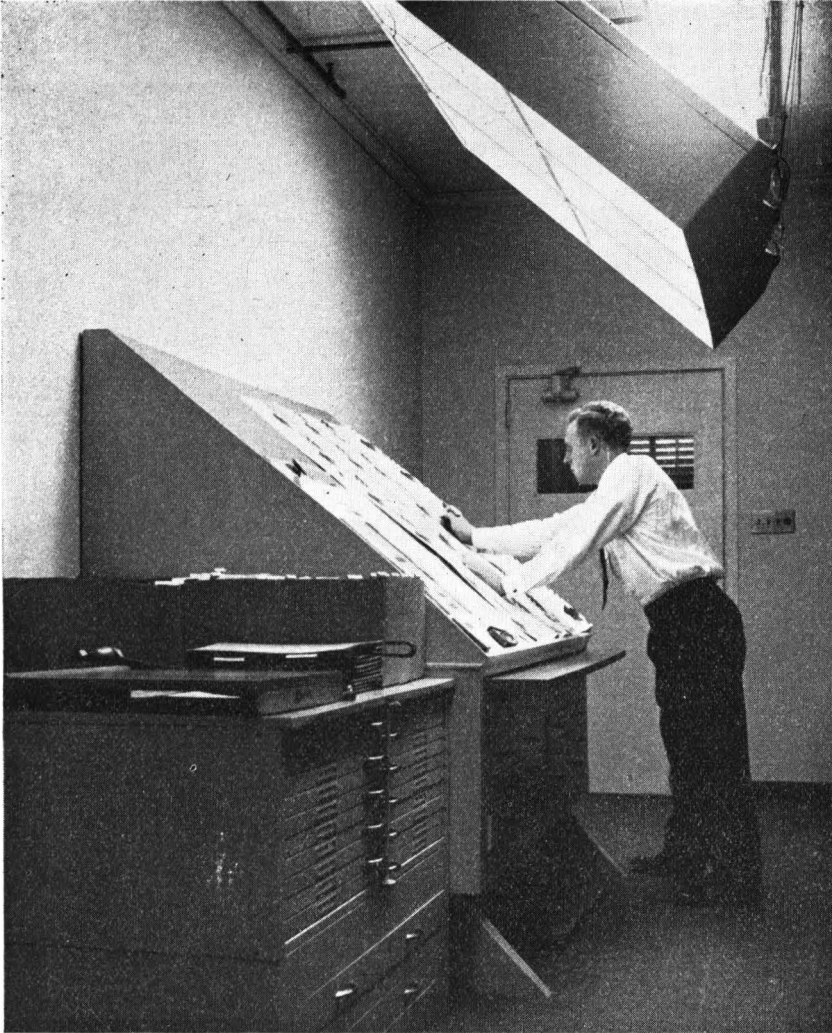


FIG. 12

horizon sunlight at 2300K), with a check tolerance for comparison between laboratories of  $\pm 25K$ , the other to be within 6500K to 7500K (to include use of C illuminant or 7500K « whichever comes nearer to the preferred

illuminant») with a check tolerance between laboratories of  $\pm 100\text{K}$ .  
Am. Dyestuff Rptr. 31 (15): p. 363-364 (1942).

1948: Recommendations of Inter-Society Color Council's committee on ISCC Problem 13, *The Illuminant in Textile Color Matching*, are that artificial daylight lamps for textile color matching be aimed at 7500K (although this was found not outstandingly better than color temperatures

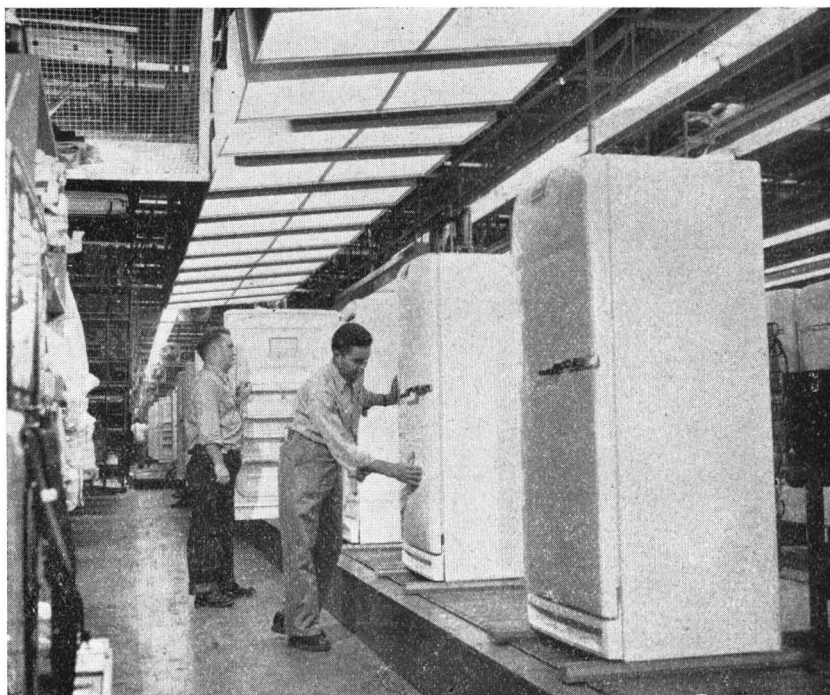


FIG. 13

somewhat higher than this). The definition of artificial daylighting is given as «an illuminant that has an energy distribution as similar to that of daylight, of equivalent color temperature, as it is possible to obtain commercially». Illuminating Engineering XLIII, 416-467.

1959: ASTM D1684-61 (59T, under jurisdiction of D-13, Textiles) *Recommended Practice for Lighting Cotton Classing Rooms for Color Grading*, specifies color and spectral quality of daylight of a moderately overcast north sky, as represented by curve of Abbot-Gibson daylight at 7400K.

Tolerance for color are  $\pm 200K$ , tolerances for spectral distribution are a conformity index of 225, or less, as determined by a specified equal area 31-band method.

Use of the conformity index is noted as « an interim method that may be used until it is possible to establish a true measure of color rendition ».

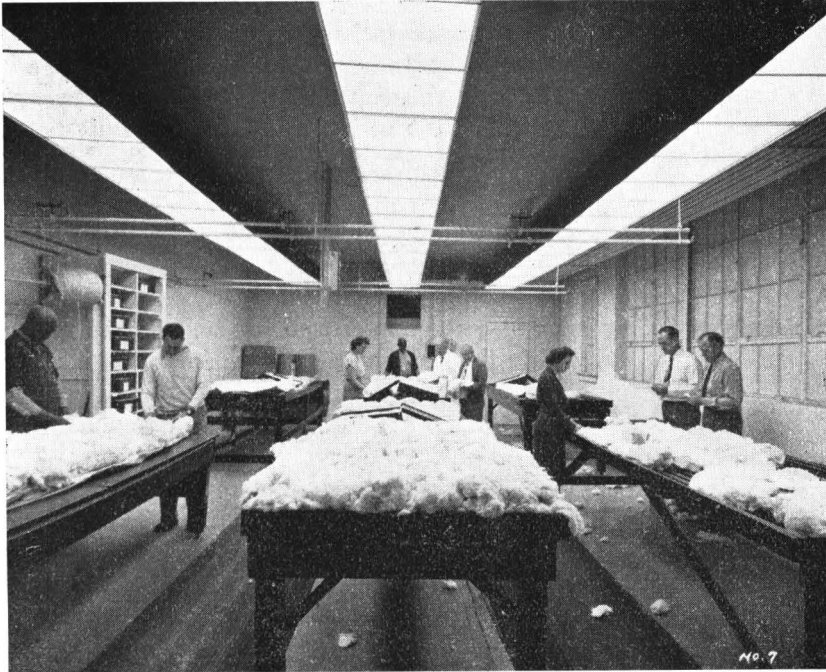


FIG. 14

*Agricultural Products: 1939:* Earliest specifications for lighting for grading of agricultural products (Jour. Opt. Soc. Am., 29:1-9) include: color and spectral distribution to match that of slightly overcast north sky (7400K minimum). This remains the target standard.

*Graphic Arts: 1957: Recommended Lighting Practice for the Color Appraisal of Reflection-Type Materials,* sponsored jointly and published separately by Research and Engineering Council of the Graphic Arts, Inc., and Illuminating Engineering Society, specifies spectral energy distribution and color temperature of a primary light source for appraising color quality of reproduction compared to original copy, and for a secondary light source

for appraising color uniformity of press sheets and proof, also a dual light source for testing metamerism in color matching of basic materials.

*Primary Source:* Daylight at 7400K (Abbot-Gibson curve) is specified as design standard for spectral energy. Tolerances require a continuous spectrum with no emission lines, a conformity index of 130 or less, and color temperature between 7100-7800K.

*Secondary Source:* The same design standard (Abbot-Gibson 7400K curve). The tolerance is widened to include presence of mercury lines, which shall « not have a combined energy greater than 15% of total light energy », the conformity index is raised to « 165 or less », color temperature between 7100K-7800K.

*Dual Light Standard:* One shall be the Primary Light Source, the second may have the spectral energy distribution of an incandescent filament bulb operating no higher than at 2800K.

Requirements for color of surroundings, and for amount and geometry of illumination are included in this Recommended Practice.

*Paint, etc.:* 1960: ASTM D1729-69T (under jurisdiction of D-1 Paint, Varnish, Lacquer and Related Products). *Recommended Practice for Visual Evaluation of Differences of Opaque Materials* specifies spectral, photometric and geometric characteristics of two light sources to be used, with AAA and AA tolerances specified for conformity to spectral and color requirements. The daylight source shall approximate the color and spectral quality of light from a moderately overcast northern sky, as represented by Abbot-Gibson 7400K. The incandescent source shall approximate the color and spectral quality of CIE Source A (2854K). To meet AAA requirements, the 7400K light source must be within  $\pm 200\text{K}$ , and have a maximum conformity index of 130, the A source must be within  $\pm 75\text{K}$ , and have a maximum conformity index 50. For AA requirements the tolerances are 7400K  $\pm 300\text{K}$ , a maximum conformity index 225; and 2854K  $\pm 100\text{K}$ , a maximum conformity index 75.

Requirements for color of surroundings, and for amount and geometry of illumination are included in this Recommended Practice.

*Color Perception Test:* AO-H-R-R Pseudoisochromatic Plates test instructions require illuminant close to CIE C. Macbeth New London Lamp is recommended, a filtered-incandescent at 6750K.

Defense Medical Supply Center specification requires filtered-incandescent at 6750K for illuminating color perception tests; Macbeth ADE-10 lamp is indicated as meeting these specifications.

*Asphalt Roofing*: 1957: Asphalt Roofing Industry Bureau, Index No. 1.1118. Method of judging color quality of asphalt roofing granules under standardized lighting conditions: Requires filtered tungsten to produce light with a spectral energy distribution as closely as possible simulating moderately overcast north sky daylight at 7500K  $\pm$  600K, the filter to be Corning No. 5900.

*Diamond Viewing and Grading*: Jewelers who are members of the Gemological Institute of America use a small lamp, Macbeth 7400K filtered tungsten plus ultraviolet, for color grading of diamonds.

*Photographic Prints and Transparencies*: ASA Standard PH2.23-1961 for viewing photographic color prints and transparencies. Practical experience has shown that a general purpose illuminator for use in existing room lighting must have an intermediate color between limits of 2800K to more than 7000K, and this has been set to approximate that of a black body radiating at 3800K. Tolerance limits are still under discussions (3800K  $\pm$  200K).

*Color Television*: In the special sense of the term being studied by USNC-CIE E-1.3.2. committee, the problem of color rendering of light sources does not arise in color television. This is because only two sources are used in practical color television, sunlight and tungsten luminators. The reason for illuminating color television studios by continuous-spectrum sources are that at the present state of the art they are easier to handle (to meet the 300 f.c. requirements of typical studio lighting), easier to adjust by dimming, or to turn on and off, than either arc or fluorescent sources. Consequently, for reasons quite different from color rendering, color television studios are illuminated by continuous spectrum sources.

#### REFERENCES

- (1) H. P. GAGE and NORMAN MACBETH, «Filters for Artificial Daylighting, Their Grading and Use», Transaction of the Illuminating Engineering Society, 31, 995 (1956).
- (2) Y. NAYATANI and G. WYSZECKI, «Color of Daylight from North Sky», National Research Council of Canada.
- (3) W. E. K. MIDDLETON, J. Opt. Soc. Am. 44, 793 (1954).
- (4) A. H. TAYLOR and G. P. KERR, «The Distribution of Energy in the Visible Spectrum of Daylight», J. Opt. Soc. Am., 31, 3 (1941).
- (5) P. MOON, «Proposed Standard Solar-Radiation Curves for Engineering Use», J. Franklin Inst., 230, 583 (1940).
- (6) D. NICKERSON, «The Illuminant in Color Matching and Discrimination», Illuminating Engineering, 36, 373 (1941).
- (7) D. NICKERSON, «Artificial Daylighting Studios», Transactions of the Illuminating Engineering Society, 34, 1233 (1939).

- (8) D. NICKERSON, Chairman, USNC-CIE Techn. Comm. EI.3.2, Color Rendering Survey Questionnaire 1962.
- (9) W. B. REESE, « Lighting for Color Control », Inter-Society Color Council 1957 Symposium on Color. Problems in the Graphic Arts, Published by ISCC (1959).
- (10) D. NICKERSON, « Computational Tables for Use in Studies of Artificial Daylighting », USDA-AMS, 1940.
- (11) C. G. ABBOT, F. E. TOWLE and L. B. ALDRICH, « The Distribution of Energy in the Spectra of Sun and Stars », Smithsonian Misc. Collection, 74, No. 7, Publ. No. 2714, (1923).
- (12) K. S. GIBSON, « Aproximate Spectral Energy Distribution of Skylight », J. Opt. Soc. Am., 30, 88 (1940).
- (13) S. T. HENDERSON and D. HODGKISS, « The Spectral Energy Distribution of Daylight », Br. J. of App. Physics, March 1963.
- (14) G. J. CHAMBERLIN, A. LAWRENCE and A. A. BELDIN, « Observations on the Related Colour Temperature of North Daylight in Southern England », Light and Lighting, March 1963.

**SECTION II**  
**PHYSIOLOGIE DE LA VISION**

*Président:*

M. PICKFORD (Royaume Uni)





# ON SOME PECULIAR EFFECTS OCCURRING UNDER GREEN AND BLUE STIMULATIONS

LUCIA RONCHI - MARCELLA BITTINI

Istituto Nazionale di Ottica - Arcetri-Firenze, Italia

*RIASSUNTO.* - Si riportano i risultati di alcune ricerche da noi precedentemente eseguite, che mettono in evidenza la non validità delle proprietà integrative della retina extrafoveale, a luminanze mesopiche. L'effetto in questione si riscontra nel caso di radiazione verde (e bianca), ma non per il bleu. Si sottolineano le difficoltà che si incontrano quando si cerca una interpretazione generale dei risultati, che riguardano diversi aspetti della percezione visiva e si riferiscono alle più disparate condizioni sperimentali: sensibilità al contrasto, fusione di un campo con illuminazione intermittente, recupero della sensibilità dopo adattamento alla luce, e, infine, risposta elettroretinografica.

*SUMMARY.* - A number of experiments are summarized which demonstrate a failure of the integrative properties of extrafoveal retina, at mesopic luminances. Such an effect is tested for green (and white) light, but not for blue. The difficulties encountered when seeking for a general theoretical explanation of the observed facts, are emphasized; in fact many visual functions and disparate experimental conditions are involved, such as sensitivity to contrast differences, fusion conditions of a flickering field, recovery of sensitivity after adaptation to light, and, lastly, electroretinographic response.

## I. - Preliminary remarks.

The influence on visual performance of the « time distribution of luminance » (or else, the time shape of the stimulus) has been investigated by Luckiesh (1) in 1914; since that time on, the problem received but little attention. During the past few decades, some experiments were devoted to the study of how a change in light-dark-ratio affects critical flicker frequency. Such a problem is rather complicated, and a general solution

(<sup>o</sup>) This research was supported in part by the United States Air Force under Grant N. AF-EOAR 63-4, monitored by the European Office of Aerospace Research.

of it has been recently found by a number of authors (2) (3), starting from the Fourier analysis of the stimulus.

Other experiments were performed at very low rates of interruption, far from fusion conditions, and the « conspicuity » of flashing light signals was compared with that of steady signals (4).

Lastly, in a number of studies visual acuity and speed of reading were determined both under steady and intermittent illuminations (5) (6) in order to test whether the former was more effective than the latter or not.

In some experiments performed by us and briefly reported in the following, the influence of time shape of light stimulus on scotopic *b*-wave of human *ERG*, on contrast perception, and on critical flicker frequency was investigated. Let us consider a plot of intensity vs time like that shown

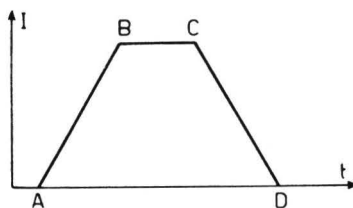


FIG. 1

A plot of intensity versus time showing the « shape » of the light stimulus

in fig. 1; we may assume as parameters relative to the light pulse, the duration of the flash and its peak intensity, or a combination of both, that is, the total energy. If the duration does not exceed the so-said « critical value », which, in turn, is known to be a function of the luminance level to which the retina is adapted (7), the effect produced by the stimulus is known to depend solely on the amount of energy conveyed by the stimulus itself, because of the so-said integrative properties of the retina.

Now, a failure of such a law is tested in some particular cases reported below. We like to emphasize that such a failure is tested for some wavelengths but not for others.

## 2. - Electroretinographic experiments.

### 2-1. Apparatus and method

The recording system is of standard type: active electrode fitted in a contact glass, indifferent electrode on the forehead; pre-amplifier, double-beam Cossor Oscilloscope; overall time constant 0.7 sec.

The stimulator provides flashes in Maxwellian view; the diam. of focal area is of a few degrees; intensity is varied by the aid of neutral

filters placed in front of the eye. The source is an incandescence lamp 2800° K. Fig. 2 shows the transmission curves of filters used for obtaining colored stimuli.

Responses were recorded from the dark-adapted retina.

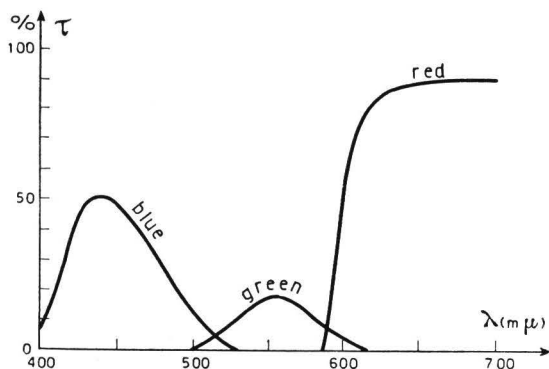


FIG. 2

Transmission curves relative to filters used in most of our experiments. The blue filter is the Wratten 47, the red filter is the Wratten 52.

## 2-2. Experimental findings.

A number of experiments (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) show that the amplitude of the *b*-wave recorded in response to a triangular pulse is greater than that recorded by the aid of a rectangular pulse of equal total energy, the durations of both stimuli being lesser than 60 msec, so that the stimulating energy falls within the latency time of the scotopic *b*-wave. Note that the « predominance » of the response to the triangular pulse is relevant at relatively low levels, that is for sizes of the *b*-wave no greater than, say 200  $\mu v$ . Figures 3 and 4 show that such an effect holds for green and white but not for blue light.

The above reported finding refers to stimuli of different durations and equal peak luminance (equal total energy). The effect, however, has a general validity. Many different kinds of stimuli were employed (17), and the conclusion is that for *white or green (but not for blue) light*, a decrease in the total energy of the stimulus may be compensated by an adequate increase in the « total time of variation » of luminance  $t_v$ , within the latency time of the scotopic *b*-wave (fig. 5). In other words, all the stimuli contained in each row of fig. 6 may be regarded as « equivalent » in that they elicit *b*-waves of the same size, whatever their shape: for data concerning latency and implicit times see the original papers.

### 2-3. Tentative theoretical explanations

According to « classical » views, b-waves recorded in the above reported conditions are essentially scotopic, and they may be regarded as responses of rod system. The fact that green light produces different effects with

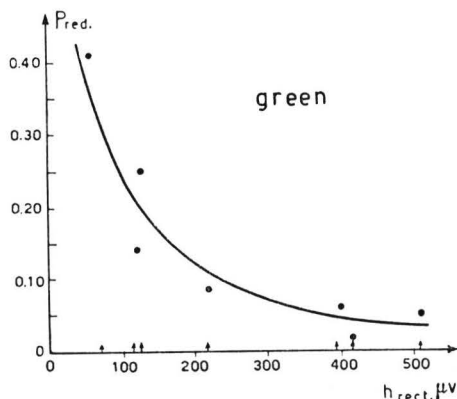


FIG. 3

*Abscissae:* size  $h_{rect}$  of the response to a rectangular green flash, of variable intensity. *Ordinates:* quantity  $P_{red} = (b_{tr} - h_{rect}) / \frac{1}{2}(b_{tr} + h_{rect})$ , where  $b_{tr}$  represents the size of the response to a triangular flash of equal energy than the rectangular one eliciting a response of size  $h_{rect}$ . The durations of both the said flashes do not exceed 60 msec. Each point in the graph refers to a given amount of energy.

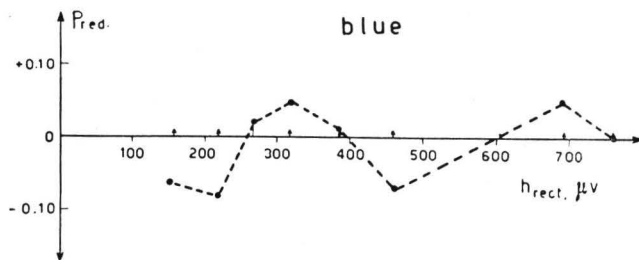


FIG. 4

As for fig. 3, but now the color of stimulus is blue.

respect to blue light, may be ascribed to the disunity of retinal receptor system (18) (19), in terms of « ideal rods » which dominate the green response and of « rod-like-cones » which dominate the blue response. In addition, a control experiment performed by the aid of red light (20) shows that the size of the b-wave is greater in the case of triangular

pulses that in the case of rectangular pulses of equal energy, while the size of the x-wave does not seem to depend on the time shape of the stimulus. This led us to infer that rod system only would be sensitive to changes in «time of variation of luminance», while cone system (usually regarded as responsible for the x-wave) was not. Consequently,

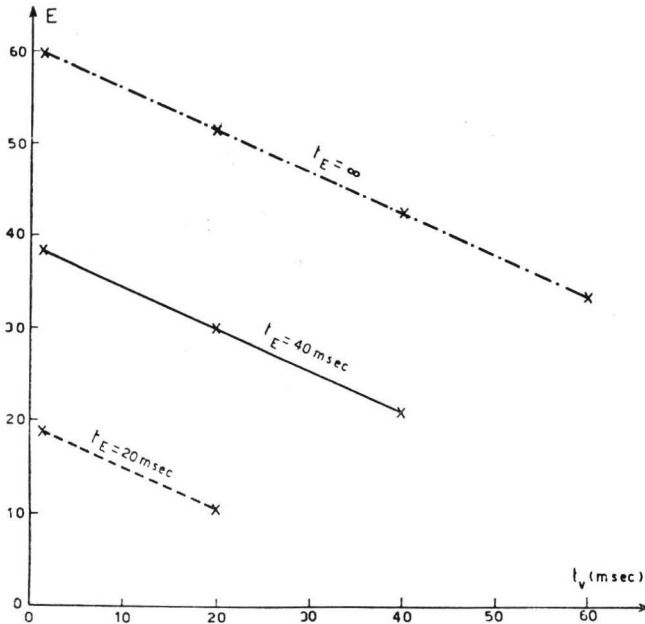


FIG. 5

*Abscissae:* the total time of variation of luminance in a given stimulus.  
*Ordinates:* the amount of energy needed in order to record a response of given size. Each line refers to a given value of duration  $t_E$  of stimulus. For a given  $t_E$  value, a decrease in the energy conveyed by the stimulus may be compensated by an adequate increase in  $t_v$ , in order to record a response of given size. In any case, only the events occurring within the latency time of the b-wave seem to be effective as far as the size of the b-wave is concerned.

in the case of blue stimulation, the said parameter would have no relevant effect in that rods would behave like cones.

Now, the above said distinction between different kinds of rods (from the functional stand point), does not find its adequate counterpart in the field of retinal histology. Thus, we were led to infer that rod-like-cones would be the result of an interaction between rods and extrafoveal cones particularly blue sensitive, or, else, the so-said « blue cones » (19) (21).

Nowadays, however, the term « interaction between rods and cones » is regarded as scarcely significant (22) (23) in that some experiments perfor-

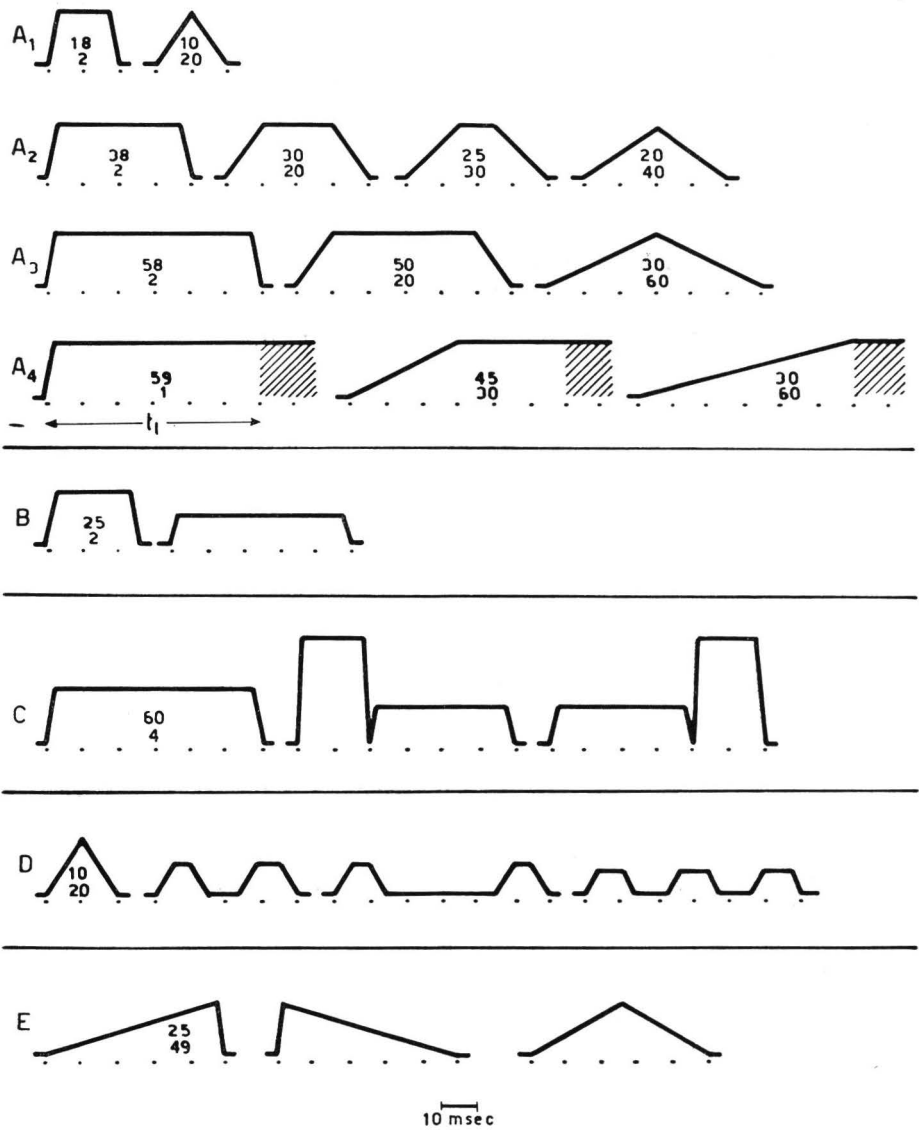


FIG. 6

The stimuli contained in a given row elicit ERG responses of equal sizes. Note that the lesser the total energy is, the greater the  $t_v$  value.

med by the aid of microelectrode technique and ERG recordings from pure cone retinae fail to provide the wanted informations about the mechanism subserving them.

The above reported tentative explanation, in addition, contradicts also the known statement according to which rods are characterized by integration, while cones are characterized by their differentiation (24). Another puzzling question is that concerning the latency -and implicit— times of the electroretinographic responses of either type of receptor. Cone reaction is known to be fast and to occur earlier than rod reaction. This is the case, for instance, of the red response consisting of an x-wave well distinct from the b-wave. Under blue stimulation the main and the sole feature of the response is the b-wave, which may be regarded as a "scotopic" event. Thus, the hypothesis relative to a possible intrusion of cones, in the case of blue response requires some additional assumption about the time characteristics of cone responses. Even if some circumstances (one of these is for instance the fact that the slope of the linear branch of the intensity functions, in the plot size of the b-wave against log intensity is greater for blue than for green light (25)), seem to encourage us to formulate some assumptions, we prefer to avoid it, by now at least.

Apart from the classical distinction between rods and cones and apart from the existence of possible intermediate situations, our experimental evidence leads to the conclusion that the peripheral retina reacts in a different manner to green and blue stimulations, respectively. This holds in a limited range for luminance, which is hard to be specified, in that the b-wave is assumed to be elicited mainly by light scattered by transparent eye media.

Now, ERG represents a transitory change in retinal potential, evoked by a sudden change in the level of adapting luminance (this latter being practically zero in our experiments, where the retina is dark-adapted); in a certain sense of the word, such a response represents a "rapid" change in the state of adaptation. Thus, without advancing any hypothesis about the histo-anatomical nature of the mechanism which is going to be disadapted, the following conclusion may be drawn: for the system responsible for blue electroretinographic response, any change in adaptation state is controlled by the total amount of energy supplied within the latency time; the system responsible for green response, on the other hand, seems to appreciate the dynamic characteristics of the stimulus (even within the latency time of the b-wave) as far as desadaptation is concerned.

### 3. - Psychophysical experiments.

#### 3-1. *Absolute threshold.*

A few years ago some absolute threshold determinations have been performed by Long (26), in extrafoveal vision, by using as stimuli both rectangular and triangular pulses of equal total energy but different time distributions of luminance (fig. 7). The two stimuli have been found to produce

the same effect, in spite of the difference in their shape, or, else, the two stimuli may be regarded as "equivalent" as far as absolute peripheral threshold is concerned.

The validity of such a finding, however, is confined to the case of single pulse (29) (28), but fails to hold in the case of slowly flickering light as it has been shown for instance in an experiment performed by us (27). Fig. 8 shows how the perception probability relative to a stripe subtending  $1^{\circ}.5$  by  $3^{\circ}$  at the eye, darker than background, viewed in extrafoveal vision, varies as a function of luminance. The illumination of the test-field is either inter-

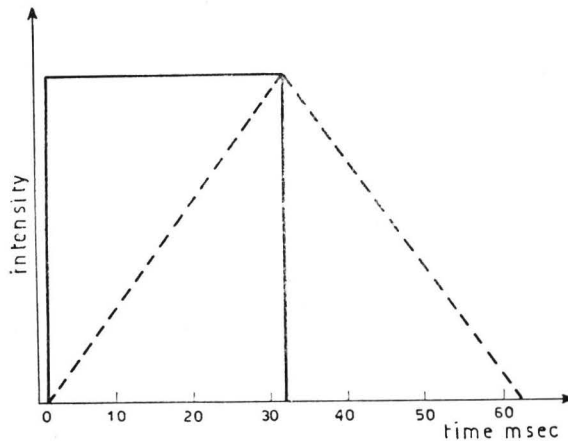


FIG. 7

Stimuli used by Long (26) for absolute threshold determinations.

rupted (either square-waves or triangular waves) or steady, the peak level being the same in any case; the range investigated refers to scotopic levels. Note that « triangular » stimulation is as effective as steady stimulation, and that both are more effective than « rectangular » stimulation. In conclusion, a pulsating light may be as effective as a steady light of greater total energy, provided the interruptions are suitably shaped in time.

### 3-2. Differential threshold.

Sensitivity to luminance differences, in extrafoveal vision, has been determined (30) by using a light flash, 12' diam., centered  $7^{\circ}$  nasal, viewed on a background of  $2^{\circ}$  by  $2^{\circ}$ . The exposure time relative to the test-spot was varied within broad limits. The overall retina was dark-adapted, except for the small area stimulated by the background which was adapted to the



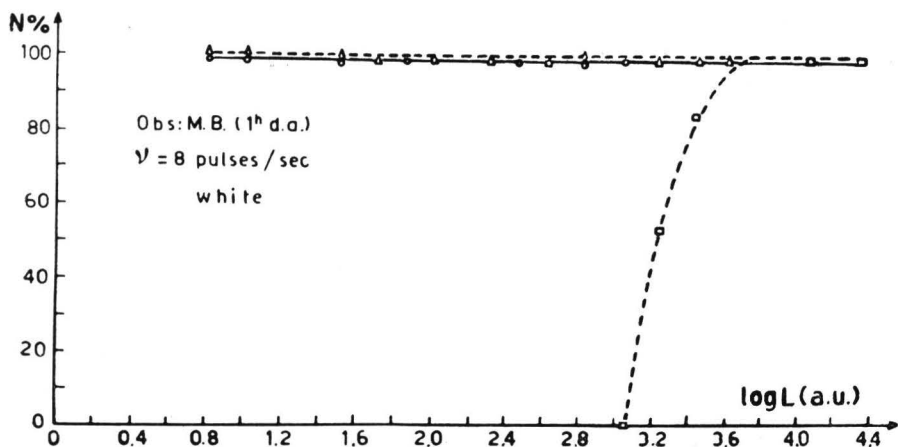
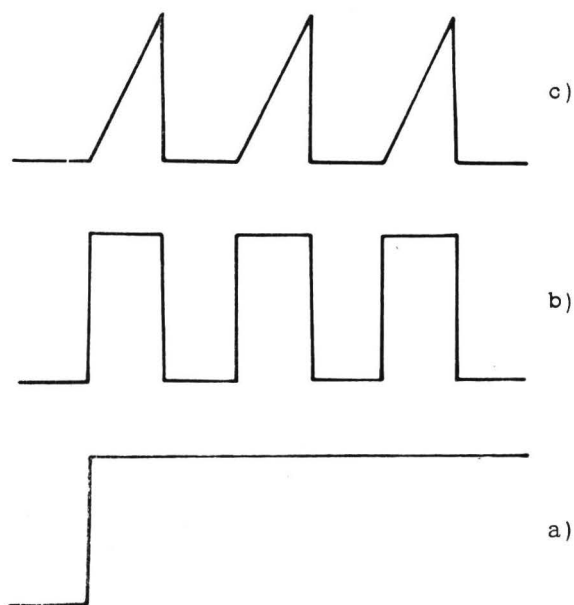


FIG. 8

*Abscissae:* log luminance of test-field in arbitrary units. *Ordinates:* percent perception probability relative to a stripe darker than background of variable contrast. The eye was pre-adapted to dark for one hour, and the test-field, kept at very low scotopic levels, was surrounded by dark. The effects of three different kinds of stimuli, all showing the same peak intensity, are compared: (a), steady illumination, small squares; (b) intermittent illumination at a rate of 8 cps, rectangular pulses; (c), triangular pulses. Note that, in the range investigated, the steady stimulus is as effective as the sequence of triangular pulses, while the rectangular sequence is the lesser efficient.

luminance of the background itself (kept at mesopic levels). Two different types of stimuli were used, rectangular and triangular respectively, of equal energy (equal duration and different peak luminances).

Triangular pulse is found to be more effective than rectangular pulse, in a peculiar range for luminance; this holds for green but not for blue light.

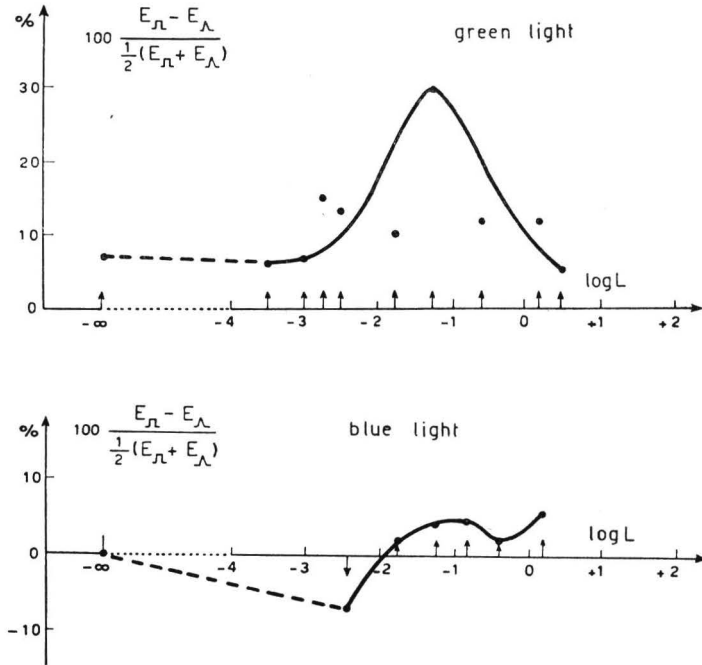


FIG. 9

*Abscissae:* log luminance of adapting field, in nits. *Ordinates:* percent relative difference between the threshold luminances for rectangular stimulus and for triangular stimulus, respectively.

At absolute threshold (regarded as a limiting case of differential threshold, in fig. 9), the difference in effectives becomes irrelevant; Long's finding is thus again confirmed.

### 3-3. Critical flicker frequency.

The dark-adapted retina has been stimulated by the aid of a small (1 deg. diam.) flickering spot, and critical luminance has been determined for any given value of the frequency of interruption (the light-dark ratio being equal to the unity). A sequence of triangular pulses has been found

to be more effective than a sequence of rectangular pulses (conveying the same amount of energy, physically speaking) (31) (32) (33).

This holds for frequencies ranging from 7 to 15 cps, for green (and white), but not for blue light, and in peripheral but not in foveal vision (fig. 10 and 11).

### 3-4. Contrast perception under intermittent illumination.

The experiment reported below (27) refers to near-to fusion conditions. The test-field consists of an opal glass illuminated from the rear, containing in its middle a vertical dark stripe subtending at the eye 1.5 by 3 deg; the illumination is either steady or intermittent. The contrast of the stripe relatively to the background is near to the threshold of perception, for luminance levels just above the critical value as far as flicker fusion is

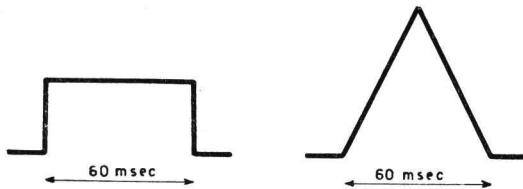


FIG. 9 bis  
Shapes of stimuli used.

concerned, at a given frequency. Thus, the observer reports a vague sensation of flicker. During the course of the session devoted to contrast threshold determination, the luminance of the test-field was varied in the mesopic range. The effects of three different types of stimuli (like those shown in fig. 8) were compared.

In a given range of frequencies, intermittent illumination of type (b) is found to be more effective than steady illumination (a), whatever the color, either green or blue. In addition, for green but not for blue light, a peculiar range for frequency exists, where the sequence of triangular pulses (like (c), fig. 8) is found to be more effective than the sequence of rectangular pulses.

The above reported effect shows slight but significant individual differences, as far as optimum frequency is concerned.

We like to emphasize that the superiority of triangular pulses is tested just for those frequencies (in the neighborhood of 10 cps), for which flickering stimulation is known to produce peculiar effects (34).

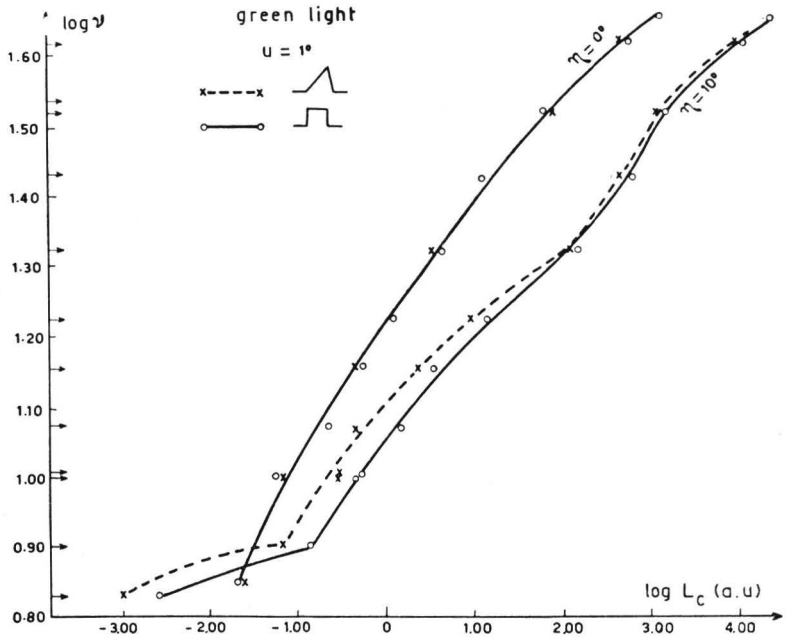
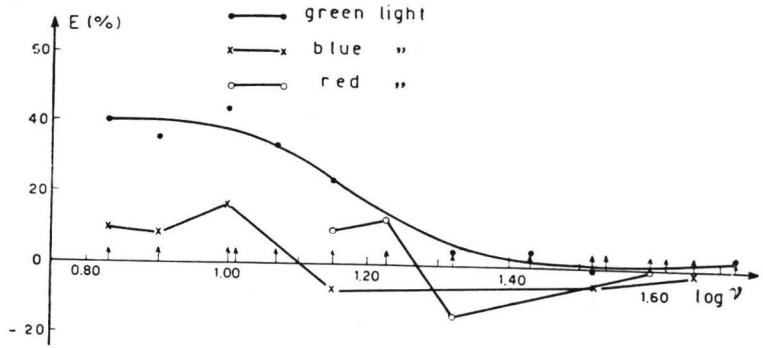


FIG. 10

Upper portion - *Abscissae*: log frequency of interruption for peripheral ( $\eta = 10^\circ$ ) observations. *Ordinates*: Quantity

$$E = L_{rect} - L_{tr} / \frac{1}{2}(L_{rect} + L_{tr})$$

where  $L$  denotes the critical luminance, that is, the luminance for which fusion occurs, for a given value of the frequency of interruption. Lower portion - Log critical flicker frequency vs log luminance of test stimulus. Note the predominance of triangular sequence, with respect to rectangular one, in peripheral ( $\eta = 10^\circ$ ) but not in foveal vision.

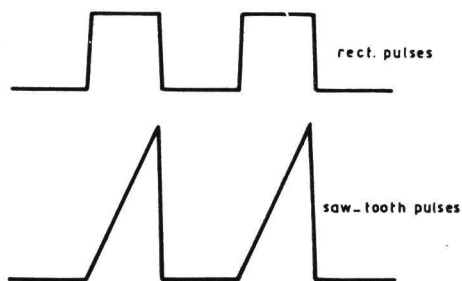


FIG. 10 bis  
Shapes of stimuli used.

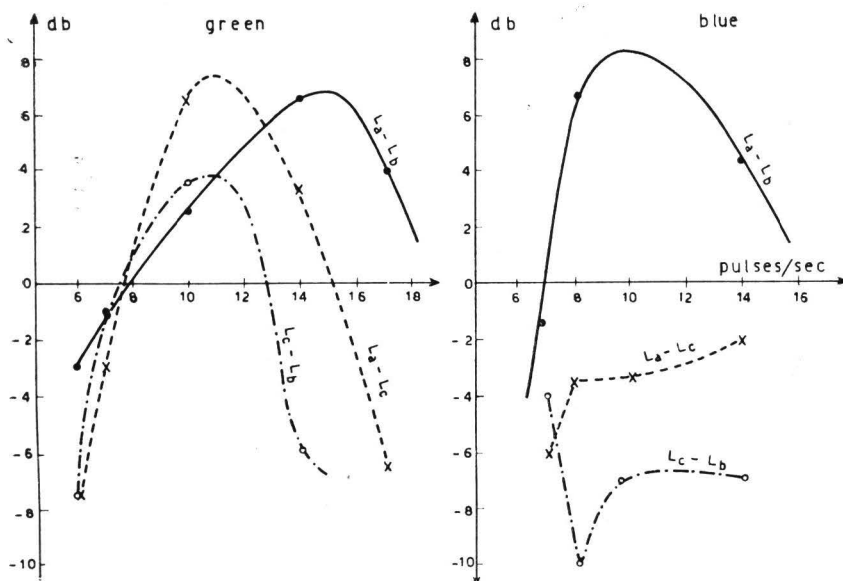


FIG. 11

*Abscissae:* frequency of interruption of intermittent stimulation. *Ordinates:* luminance increment, in decibel, at threshold of perception relatively to a stripe darker than background viewed under slightly flickering light, at mesopic levels. Labels a, b, c, refer to the stimuli shown in fig. 8, in the sense that « a » represents a steady illumination, « b » the sequence of rectangular pulses, « c » the sequence of triangular pulses. The peak luminance level is the same for all the three stimuli. Note that the greater effectiveness of triangular pulses with respect to rectangular ones is tested in a limited range for frequency (there where  $L_c - L_b$  attains positive values).

### 3-5. *Tentative theoretical explanation.*

The above reported data show that, in a peculiar range for luminance (mesopic levels), a sequence of triangular pulses is more effective than a sequence of rectangular pulses. This holds for green but not for blue light, and in peripheral but not in foveal vision.

Let us seek now for a theoretical explanation of this effect. By one side there is the greater effectiveness of interrupted light with respect to steady illumination; by the other side the comparison between the two kinds of interrupted illuminations, that is, a sequence of rectangular pulses and a sequence of triangular pulses, respectively.

The former problem is a big one; amongst the possible explanations, it might be put in connection with the adaptive properties of the retina: it is known that a step of luminance evokes a response at its onset; then the test-field is seen to fade-out, then it appears again, then it fades out, and so on, cyclically. (The effect is much more evident in monocular than in binocular vision) (35). Thus, it is as if the energy supplied by a steady stimulus would be utilized from time to time only, or else, the steady stimulus would be transformed by retinal excitability-refractoriness cycle, into an intermittent one. This might account for the above reported superiority of interrupted illumination with respect to steady illumination of greater energy. The question, however, is other than clear; in fact, the actual value of the time period of cyclical fading is difficult to be determined, because, for a given individual, it decreases during training, and, after prolonged observations, it becomes faster than the reaction time of the observer (36).

Let us consider now the greater effectiveness of triangular pulses with respect to rectangular ones. On the basis of what above suggested, we are here faced with an interaction between the cyclical responsiveness of the retina, and the intermittency of the stimulus. The solution of the problem would require the knowledge of the time-constants of the receptor system.

In the particular case of flicker experiments, our findings for foveal vision agree with de Lange's point of view (2), in that the two sequences correspond to the same value of the « ripple-ratio ». But the finding relative to green stimulation, at mesopic levels, in extrafoveal vision, is not adequately explained, along that line.

## **4. - Experiments on « slow » adaptational effects.**

The « adaptation » of the visual organ is an other than simple and well defined phenomenon. In general distinction is made between « rapid » and « slow » adaptation, respectively. In sections 2.3 and 3.5 reference was made to « rapid » adaptational effects, and the conclusion is that the system dominating the blue response shows some adaptational properties

which differ from those of the system which dominates the green response, in a given range for luminance, (more precisely at mesopic levels).

Now, the question arises whether green and blue systems, respectively, differ also when slow adaptive effects are taken into account.

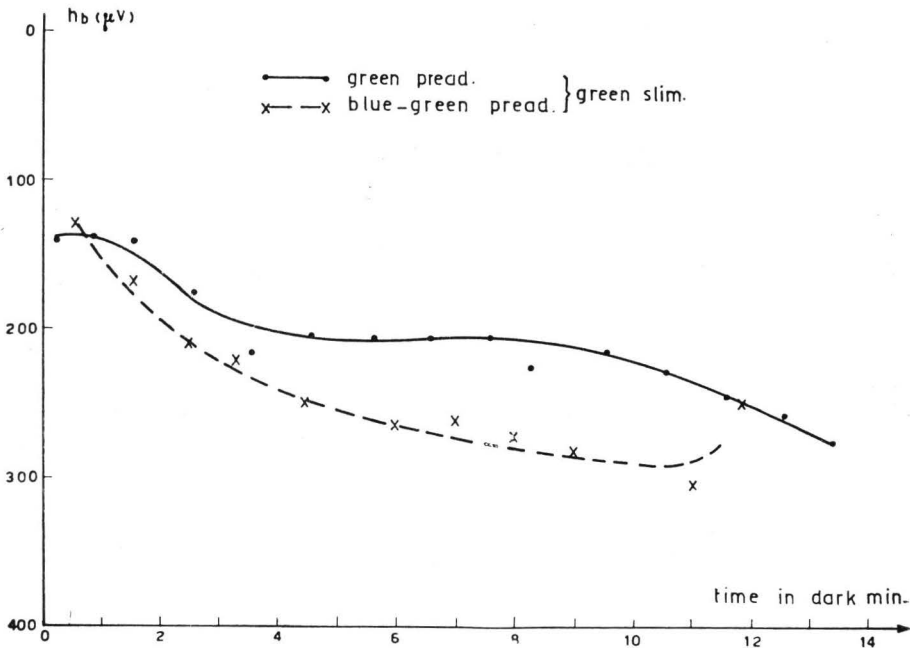


FIG. 12

*Abscissae:* recovery time in the dark. *Ordinates:* size of the b-wave recorded in response to a green flash, during the recovery period. Note that the size of the b-wave is greater after pre-adaptation to the green plus blue stimulus than after pre-adaptation to the green stimulus alone, in spite of the lesser physical energy of the latter.

#### 4-1-. Electroretinographic experiments.

After 30 min. of adaptation to darkness, the eye was presented (37) with a green field (3 deg. diam.), and let to adapt to it for about 4 min. Then this adapting field was switched off, and the recovery period in the darkness began. For testing sensitivity, the eye was presented from time to time with a green flash of given intensity, and the response (b-wave) was recorded. In another session the eye was adapted to a field consisting of the previous green field upon which a blue stimulus was added. Being the total energy of this adapting stimulus greater than that of the previous (green) adapting stimulus, the b-wave recorded during the recovery period, again

in response to a green flash of given intensity, is expected to be lower than before. Fig. 12, however, shows that such an expectation is not fulfilled, in the sense that the addition of blue renders faster the recovery.

#### 4-2. *Psychophysical experiments.*

An experiment analogous to that above reported has been performed by taking as an index the perception of liminal contrast. (38).

The eye was initially pre-adapted to the darkness for about 30 min., then it was presented with an adapting field (25 deg. diam.) for about 10 min. After the off-set of such a stimulus, during the subsequent recovery time, the eye was presented with a number of patches, darker than the background, each subtending about 1 deg. of visual angle; various patches differed from one another as far as their contrasts with respect to background was concerned. The time needed in order to perceive each patch was recorded, starting from the off-set of the adapting stimulus. Results are shown in fig. 13, where each point refers to a given contrast value. In each plot, the contrast sensitivity during the recovery after adaptation to a given color is compared with the contrast sensitivity measured during the recovery after adaptation to a field where two differing colors are superimposed. As sources, 2800° K incandescence lamps were used. Light was filtered through glasses whose transmission curves are shown in fig. 14.

The non-additivity of adapting luminances is evident from our data. Apparently, the problem is rather complicated, and it cannot be restricted to the case of the systems responsible for green and blue responses, respectively.

In conclusion, profound and permanent changes occur in the effectiveness of an adapting stimulus of any color, when a blue stimulus is added to it.

Fig. 15, which refers to the case of intermittent illumination during the adapting period, might be regarded as representing the combination of slow and fast adaptive effects.

#### 4-3. *Tentative theoretical explanation.*

If reference is made to the classical duplicity theory, the above reported findings might be tentatively explained as follows. Let us assume that « ideal rods » are the main responsible for green response, while cones are dominating the red response, and that under blue stimulation a third type of receptors, or better a combination of both, plays the major role.

Thus, when, say, red and blue lights are added together, cones are forced to participate contemporaneously into two different synaptic chains, and this might lead to a decrease in the efficiency of the above-said adapting stimulus with respect to the case when one of the two component stimuli is acting alone.



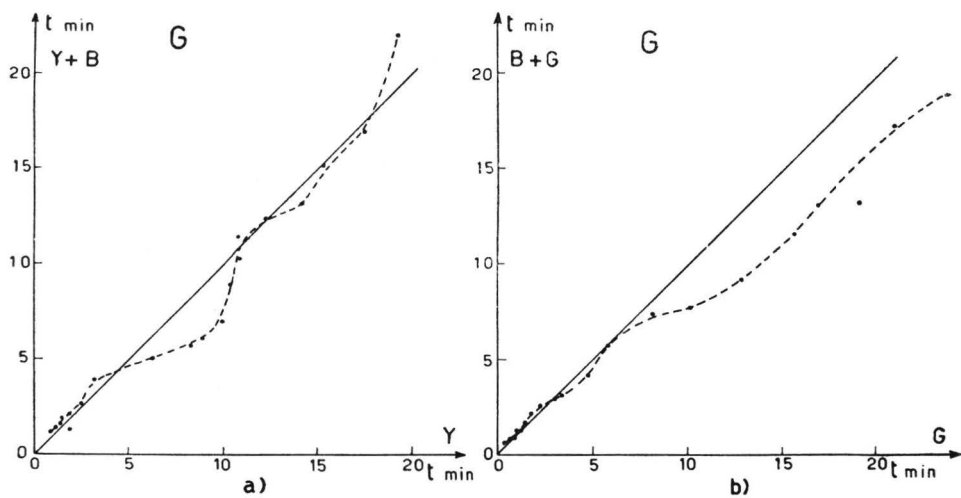
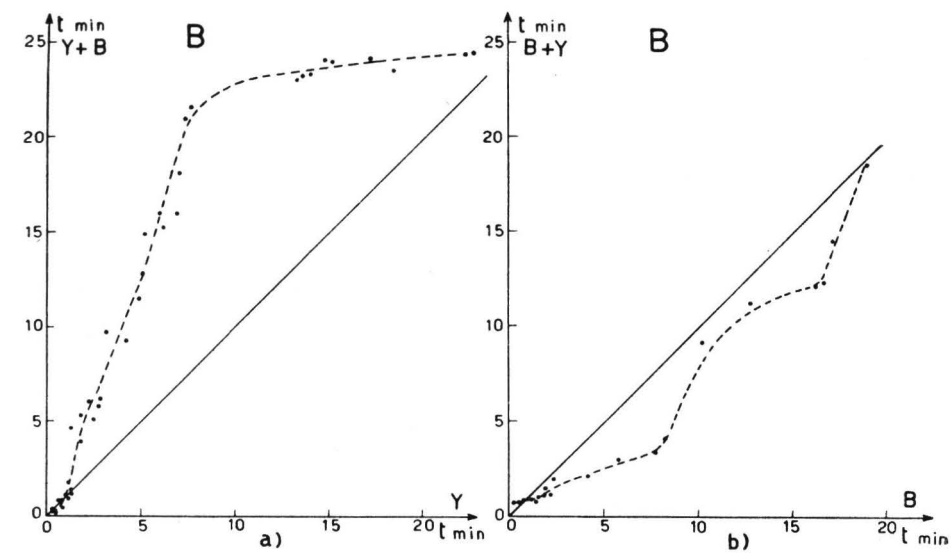


FIG. 13

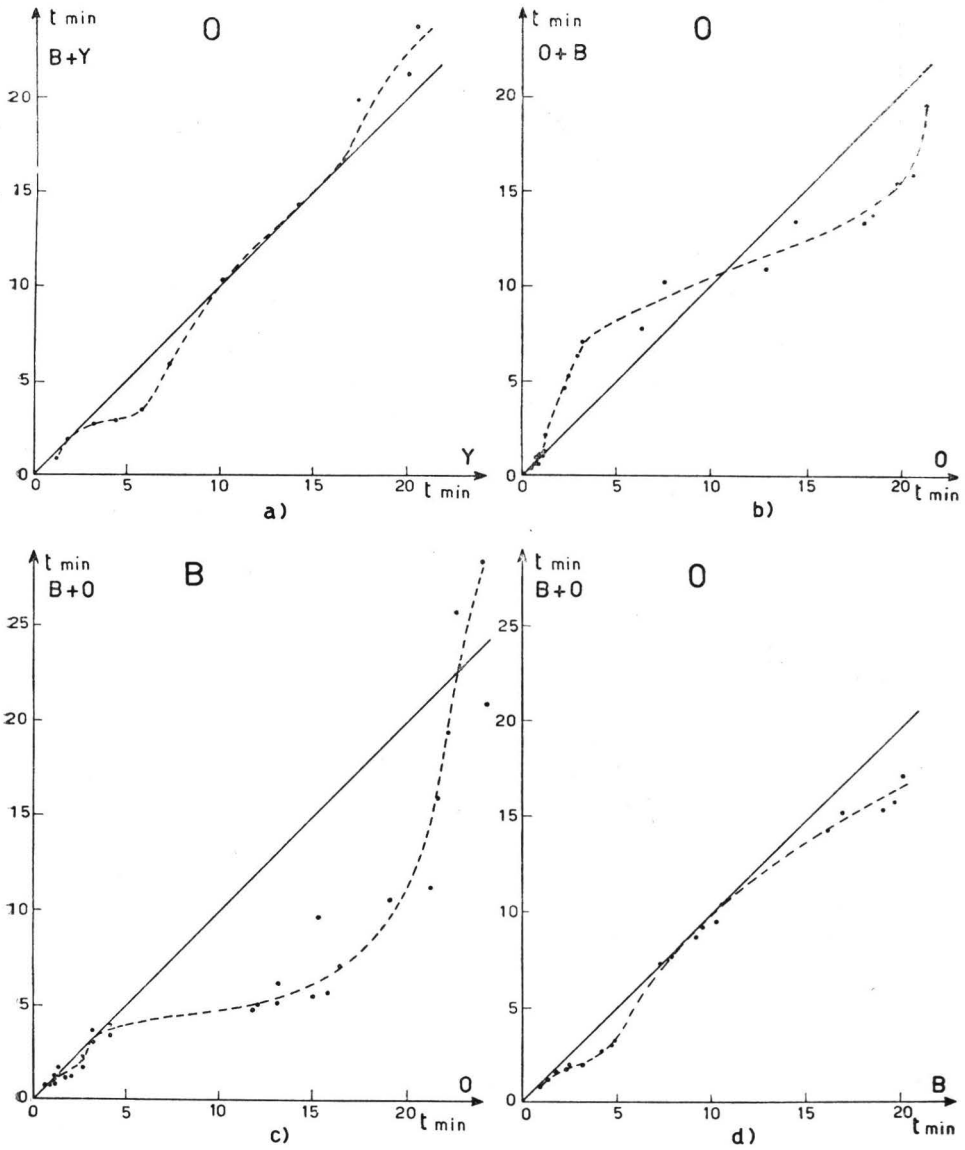


FIG. 13

Analogous conclusions may be drawn for all the above reported color combinations, but they fail to hold if we are doubtless about the very meaning of the term rod-cone interaction.

Now, it is known that the reaction of the retina, under blue stimulation, shows many puzzling aspects (39) (18). One of these is the behavior of

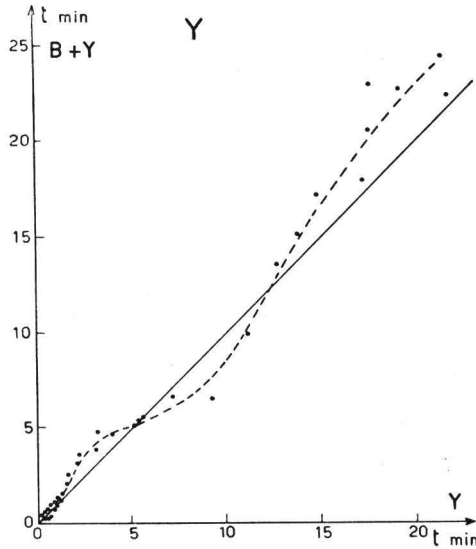


FIG. 13

Each point refers to a given contrast value. The time in the dark needed for perceiving a given contrast value has been measured starting from the off-set of and adapting stimulus of given color. The time scale on axis of abscissae refers to the recovery after pre-adaptation to a « monochromatic » stimulus; the ordinates refer to the recovery after pre-adaptation to a stimulus obtained by combining two stimuli of different colors. The color of the stimulus used for testing sensitivity during the recovery time is labelled in each graph. The bisectrix was drawn for the sake of reference.

critical flicker frequency as a function of excentricity, at higher luminances (40), in the sense that a test-field which appears « fused » in foveal vision is perceived as flickering in the periphery. In addition, some electroretinographic experiments (41) put into evidence the failure of a known statement concerning chromatic adaptation, according to which blue stimulation depresses the sensitivity of blue receptors and enhances the red response, and viceversa. Now, the experimental evidence is that at lower frequencies of interruption, in the case of a sequence of alternated red and blue flashes, the size of the response to red stimuli is higher than that recorded in the case of an homochromatic sequence of red stimuli, while the blue size remains

practically unaltered. At higher frequencies (greater than, say, 12 pulses/sec), the reversal occurs, and the red response is unaltered (with respect to the case of an homochromatic sequence), while the blue response is enhanced.

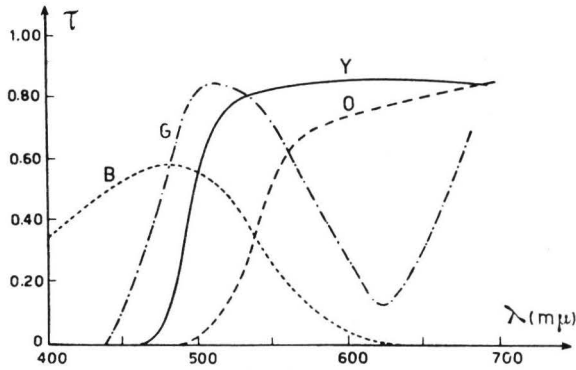


FIG. 14

Transmission curves relative to filters used: B for blue, G for green, Y for yellow, O for orange.

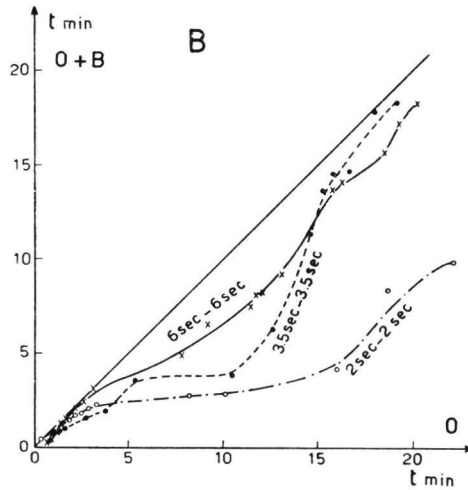


FIG. 15

As for fig. 13, but now the pre-adapting stimulus is rendered intermittent; labels indicate dark-and light-phases.

Note that, in the former case, we are faced with a scotopic red wave, and in the latter case with a photopic blue wave.

All this confirms once more that the statements of classical duplicity theory must be revised if an adequate explanation of some experimental facts is sought for.

## 5. - Conclusion.

The above reported finding lead us to conclude that in the mesopic range the shape of the light stimulus is an important factor (for green, but not for blue light), when the exposure times involved are shorter than the so-said critical duration and the eye is generally assumed to integrate all the energy received.

From the theoretical stand point it is difficult to seek for an explanation which might account for all the observed facts, from a general point of view. In fact, *ERG* experiments involve large retinal areas; both slow and rapid adaptational effects are involved and, in addition, the seat of the effect is restricted to the peripheral stages of visual chain.

Psychophysical determinations of critical flicker frequency and contrast threshold involve small retinal areas, but include both dynamic and static aspects of retinal performance.

Lastly, experiments on « slow » adaptation and others confirm once more that the response to blue light is other than simple to be interpreted. Now, recent experiments (35) show that an uniform stimulus is perceived as cyclically varying in brightness (the effect is much more evident in monocular than in binocular vision). According to de Lange (2) in the case of physically intermittent stimulation different colors correspond to a different « phase shift », which in turn, changes as a function of flicker frequency. Consequently, we might infer that also in the case of uniform stimulation the characteristics of apparent cyclical fading and recovery differ in phase when passing from one color to another. Thus, the effects of various color combinations would be other than immediate and their comprehension needs an adequate mathematical formulation of the problem.

## REFERENCES

- (1) M. LUCKIESH, *Physical Rev.* 4, 1, (1914).
- (2) H. DE LANGE, *JOSA*, 44, 380, (1954).  
*JOSA*, 48, 777, 784, (1958).  
*JOSA*, 51, 415, (1961).
- (3) D. H. KELLY, *JOSA*, 49, 730, (1959).  
*JOSA*, 50, 1115, (1960).  
*JOSA*, 51, 422, (1961).  
*JOSA*, 52, 89, (1962).
- (4) S. J. GERATHEWOHL, *JOSA*, 43, 567, (1953).  
*JOSA*, 47, 27, (1957).  
*J. Exptl. Psychol.* 48, 247, (1954).
- (5) V. L. SENDERS, *J. Exptl. Psychol.* 39, 453, (1949).  
S. J. GERATHEWOHL, F. W. TAYLOR, *J. Exptl. Psychol.* 46, 278, (1943).
- (6) J. NACHMIAS, *JOSA*, 48, 726, (1958).
- (7) W. R. BIERSDORF, *JOSA*, 45, 920, (1955).
- (8) L. RONCHI, S. GRAZI, *Optica Acta*, 3, 188, (1957).
- (9) L. RONCHI, J. D. MORELAND, *Optica Acta*, 4, 31, (1957).
- (10) L. RONCHI, P. STROCCHI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 12, 61, (1957).

- (11) L. RONCHI, M. BITTINI, I. NICOLETTI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 12, 468, (1957).
- (12) L. RONCHI, M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 12, 477, (1957).
- (13) L. RONCHI, G. TORALDO DI FRANZIA, *JOSA*, 47, 639, (1957).
- (14) L. RONCHI, I. NICOLETTI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 123, (1958).
- (15) L. RONCHI, M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 318, (1958).
- (16) L. RONCHI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 517, (1958).
- (17) L. RONCHI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 12, 560, (1957).
- (18) R. GRANIT, *Sensory mechanism of the retina*, Oxford Univ. Press, London, (1947).
- (19) L. RONCHI, M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 558, (1958).
- (20) L. RONCHI, *JOSA*, 48, 437, (1958).
- (21) H. R. BLACKWELL, O. M. BLACKWELL, *JOSA*, 49, 1137, (1959).
- (22) G. S. BRINDLEY, *Physiology of retina and visual pathway*, Arnold, London, (1961).
- (23) J. C. ARMINGTON, W. R. BIERSDORF, *Ann. Rev. Psychol.* 14, 93, (1963).
- (24) R. GRANIT, *Receptors and sensory perception*, Yale Univ. Press, New Haven, (1955).
- (25) M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 15, 511, (1960).
- (26) G. E. LONG, *JOSA*, 41, 743, (1951).
- (27) L. RONCHI, A. FIORENTINI, M. BITTINI, A. M. ERCOLES, G. TORALDO DI FRANZIA, *Atti Fond. G. Ronchi*, 15, 62, (1960).
- (28) D. H. KELLY, *JOSA*, 51, 422, (1961).
- (29) M. BITTINI, M. T. ZOLI, *On the influence of intermittent stimulation on subjective sharpness*, *Atti Fond. G. Ronchi* (in print).
- (30) M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 14, 611, (1959).
- (31) L. RONCHI, M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 12, 173, (1957).
- (32) M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 47, (1958).
- (33) M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 13, 442, (1958).
- (34) H. S. BARTLEY, *Psychol. Rev.* 46, 337, (1939).
- (35) L. RONCHI, M. CONTICELLI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 16, 643, (1961).
- (36) M. CONTICELLI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 17, 396, (1962).
- (37) L. RONCHI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 14, 384, (1959).
- (38) L. RONCHI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 15, 272, (1960).
- (39) Y. LE GRAND, *Optique Physiologique*, t. III, Ed. de la Rev. D'Opt., Paris (1955).
- (40) M. BITTINI, *Atti Fond. G. Ronchi*, 17, 623, (1962).
- (41) A. M. ERCOLES, *Non independence of red and blue ERG responses evoked by intermittent stimulation*, Paper presented at 2nd ISCERG Symp. Rotterdam, 12-14 Sept. 1963.

# INFLUENZA DI UNA STIMOLAZIONE ETEROCROMATICA SULL'ELETTRORETINOGRAMMA UMANO

ANNA MARIA ERCOLES

Istituto Nazionale di Ottica - Arcetri-Firenze, Italia

*RIASSUNTO. - Si descrivono i risultati di due esperienze elettroretinografiche eseguite usando stimoli di due diversi colori: rosso e blu. In un esperimento i due stimoli vengono presentati contemporaneamente, nell'altro vengono presentati alternativamente uno dopo l'altro, con frequenza variabile. Dal primo esperimento si deduce che la presenza di due stimoli lontani nello spettro provoca effetti di inibizione e di facilitazione nelle risposte elettroretinografiche; dal secondo esperimento risulta che l'influenza di uno stimolo sull'elettroretinogramma prodotto dallo stimolo seguente non è la stessa per i due stimoli da noi usati.*

È noto che quando l'occhio umano adatto al buio viene stimolato con un fascio luminoso si produce una variazione del potenziale di riposo della retina. Questa variazione può essere misurata ponendo un elettrodo, quello indifferente, generalmente sulla fronte dell'osservatore, e l'altro elettrodo, quello attivo a contatto della cornea applicandolo nella parte corneale di una lente a contatto; tale elettrodo, tramite i liquidi oculari si trova in contatto elettrico con la retina. Per rendere misurabili le variazioni del potenziale retinico è necessario amplificarle; perciò gli elettrodi sono collegati ad un amplificatore che a sua volta è collegato ad un oscilloscopio sul cui schermo è possibile vedere e fotografare la risposta elettrica dell'occhio.

La forma di tale risposta è complessa, essendo costituita di varie componenti (1)(2). Con opportuni accorgimenti sperimentali è possibile isolare le singole risposte (2); più in generale però si ottiene una risposta in cui si combinano le componenti dovute ai diversi sistemi ricettori. La forma caratteristica della risposta elettroretinografica di un occhio adattato al buio e stimolato con radiazione bianca piuttosto intensa è la seguente (Fig. 1): una piccola variazione negativa del potenziale retinico detta onda *a* di origine prevalentemente fopica, seguita da una più ampia variazione positiva detta onda *b*, di origine prevalentemente scotopica. Le ampiezze di queste due onde variano al variare delle condizioni sperimentali e dipendono da diversi fattori quali lo stato di adattamento dell'occhio, il tipo di stimolazione, l'intensità dello stimolo ecc... Tenendo fisse le condizioni speri-

mentali e facendo variare soltanto l'intensità dello stimolo si può studiare per es. come varia l'ampiezza dell'onda *b* in funzione dell'intensità; portando in ordinate i valori delle ampiezze dell'onda *b* in  $\mu V$ , e in ascisse la densità del filtro neutro che serve a diminuire l'intensità del fascio stimolante (ciò equivale a riportare in ascisse il logaritmo dell'inverso dell'intensità dello stimolo) si ottiene una curva (Fig. 2) che chiameremo « fun-

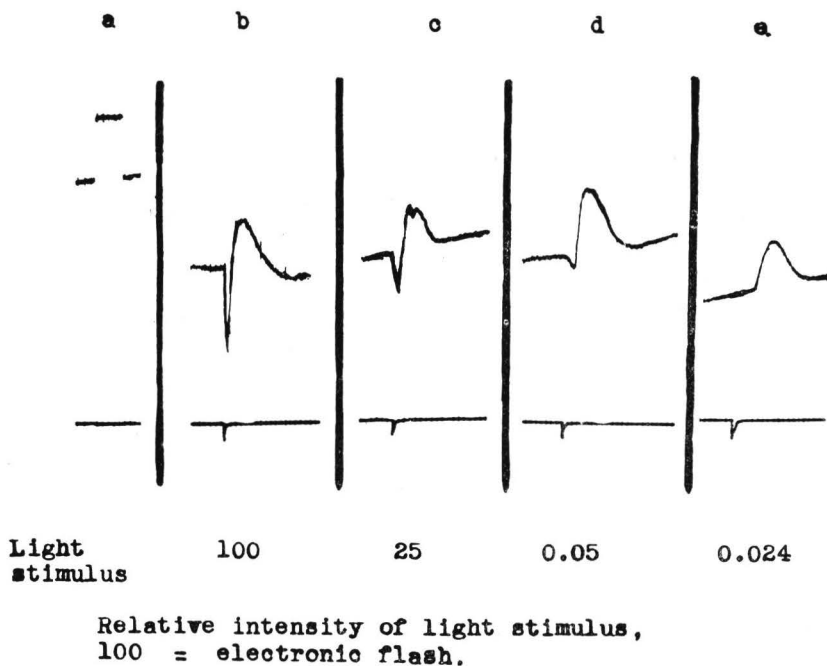


FIG. 1

Elettroretinogramma registrato da un occhio umano adattato al buio e stimolato con radiazione bianca.

zione dell'intensità». Quando l'intensità dello stimolo cresce da un certo valore in poi, l'ampiezza dell'onda *b* aumenta linearmente fino a raggiungere la saturazione. La pendenza del tratto lineare della curva varia al variare del tipo di stimolazione (3); per es. con radiazione verde ha un valore di  $24 \mu V/db$ , mentre con radiazione blu è  $35 \mu V/db$  (4). Usando come stimolo un fascio ottenuto combinando due radiazioni diverse, si ottiene una curva « funzione dell'intensità » che ha ancora un tratto lineare, la cui pendenza ha un valore intermedio a quelli trovati per le curve ottenute usando singolarmente le due radiazioni componenti: per es. con uno stimolo verde più blu si ottiene una pendenza di  $30 \mu V/db$  (5).



Quando si usi però uno stimolo composto da radiazioni rossa e blu, il tratto lineare della « funzione dell'intensità » presenta una o più irregolarità (Fig. 3) che non si riscontrano combinando invece due radiazioni vicine nello spettro.

Negli esperimenti da noi fatti lo stimolo usato era costituito da un campo circolare di circa  $7^\circ$  visto dall'osservatore in visione Maxwelliana. Quando volevamo ottenere la stimolazione combinata di due radiazioni diverse, sul fascio stimolante venivano posti due filtri opportuni (gene-

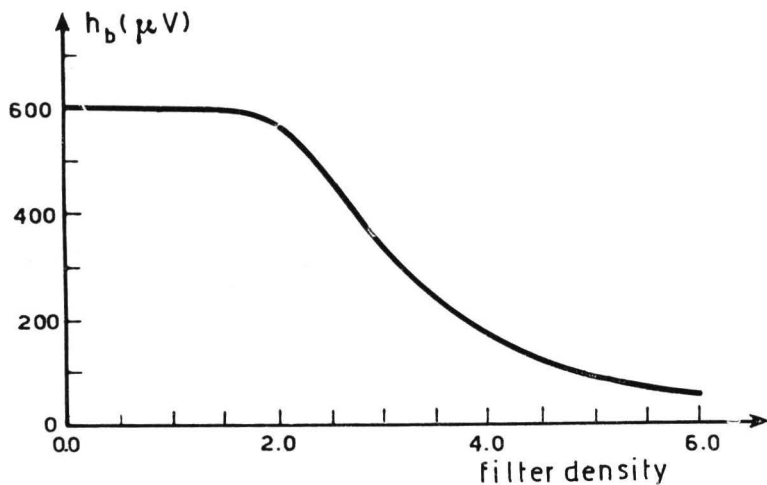


FIG. 2

Curva « funzione dell'intensità » ottenuta riportando in ordinate l'ampiezza dell'onda  $b$  in  $\mu V$  ed in ascisse il logaritmo dell'inverso dell'intensità dello stimolo, in unità arbitraria.

ralmente filtri Wratten) uno accanto all'altro in modo tale che l'osservatore vedesse metà campo attraverso un filtro e l'altra metà attraverso l'altro filtro. Le irregolarità del tratto lineare della « funzione dell'intensità » ottenuta usando uno stimolo metà rosso e metà blu si presentano in corrispondenza di quel valore dell'intensità per il quale lo stimolo rosso usato da solo suscita una risposta elettroretinografica non più misurabile (Fig. 3).

Ulteriori esperimenti sono stati fatti (6) usando stimolazione rossa più blu, variando però le quantità relative delle due radiazioni. Ciò è stato ottenuto spostando i filtri usati perpendicolarmente al fascio stimolante, in modo che il campo visto dall'osservatore risultasse diviso in due parti, di area diversa, illuminate una in rosso e l'altra in blu. Le « funzioni dell'in-

tensità » ottenute variando le quantità relative del rosso e del blu mostrano delle irregolarità sempre in corrispondenza della fine della curva ottenuta con la sola stimolazione rossa (Fig. 4). Quando l'area rossa è dieci volte quella blu, usando come stimolo o la sola parte rossa del campo, o la sola parte blu o tutte e due le parti insieme si ottengono delle « funzioni dell'intensità » praticamente coincidenti (Fig 5).

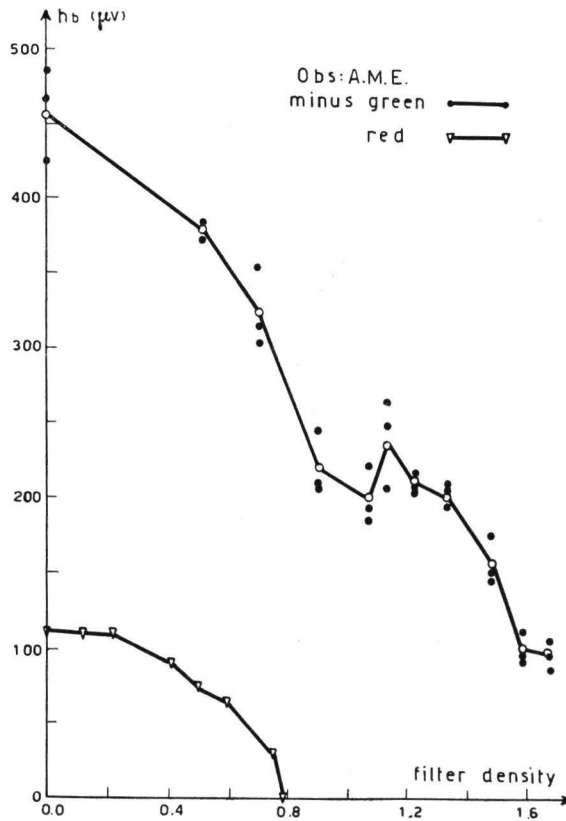


FIG. 3

Funzioni dell'intensità: la superiore ottenuta con stimolo metà rosso e metà blu, l'inferiore con il solo stimolo rosso.

Possiamo dare una interpretazione dei risultati precedenti ottenuti con stimolazione combinata rossa e blu e che non si ottengono invece usando due radiazioni vicine nello spettro, riferendoci alle diverse proprietà dei sistemi ricettori retinici.

Ad una stimolazione rossa rispondono prevalentemente i coni (siste-

ma fotopico), mentre ad una stimolazione blu rispondono prevalentemente i bastoncini (sistema scotopico). Quando il livello dello stimolo rosso più blu è piuttosto elevato rispondono tutti e due i sistemi; abbassando il livello diminuiscono le risposte di ambedue i sistemi, però la risposta al

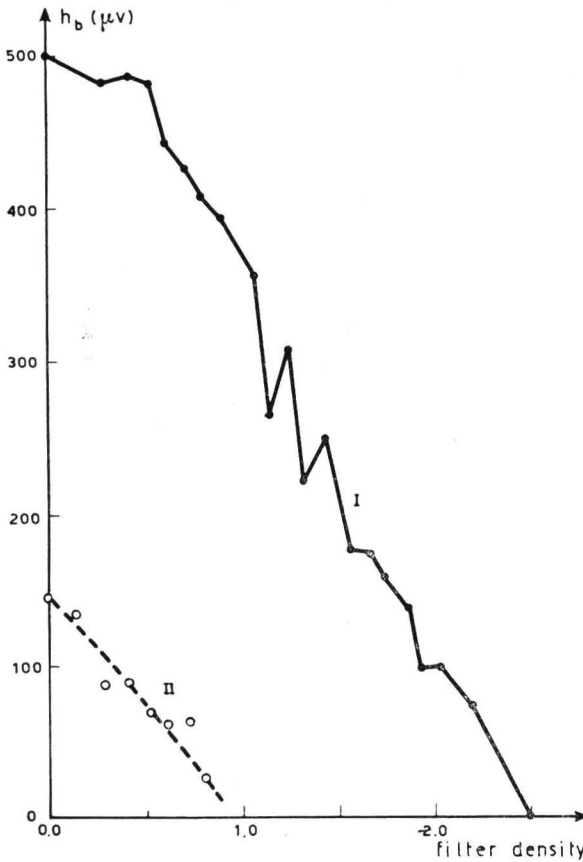


FIG. 4

Funzioni dell'intensità: la I ottenuta con stimolo costituito di due parti una rossa ed una blu (l'area blu è 10 volte l'area rossa), la II con il solo stimolo rosso.

nostro stimolo rosso cessa ad un livello superiore a quello a cui cessa la risposta allo stimolo blu. Ed è proprio in prossimità del livello al quale la risposta al rosso non ha più un'ampiezza misurabile che accadono le irregolarità della « funzione dell'intensità ». Ad alti livelli la risposta al rosso non si combina a quella al blu dovuta ai bastoncini, ma la inibisce

rendendola un po' più piccola di quella che si registrerebbe se la stimolazione fosse soltanto blu. Quando però la risposta allo stimolo rosso è debole, tale inibizione cessa e l'ampiezza dell'onda *b* aumenta; in questo caso sembra che la piccola risposta dovuta ai coni faciliti quella dei bastoncini, sommandosi a quest'ultima.

Possiamo quindi affermare che la presentazione di uno stimolo formato

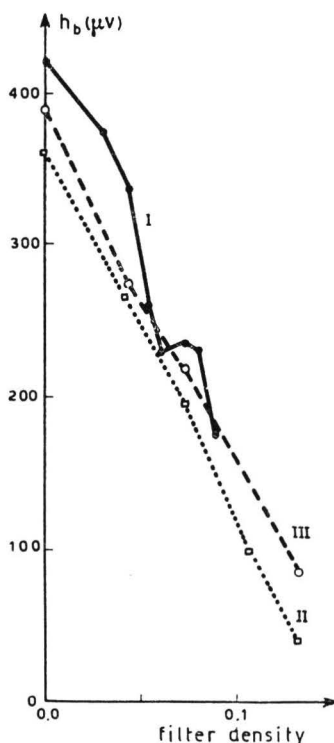


FIG. 5

Funzioni dell'intensità: la I ottenuta con stimolo costituito di due parti una rossa ed una blu (l'area rossa è 10 volte l'area blu), la II con il solo stimolo blu, la III con il solo stimolo rosso.

di due parti una rossa e l'altra blu, provoca una serie di inibizioni e di facilitazioni nelle risposte elettroretinografiche.

Questo accade quando i due stimoli sono presentati contemporaneamente, uno accanto all'altro nello spazio.

Recentemente (7) ci siamo proposti di studiare la risposta elettroretinografica quando i due stimoli rosso e blu vengono presentati alternativamente uno dopo l'altro nel tempo, con frequenza variabile. In tale

lavoro si è tenuta costante la durata dello stimolo (circa 60 msec) al variare della frequenza della stimolazione. I due stimoli rosso e blu erano separati da un intervallo di oscurità la cui durata diminuiva al crescere della frequenza degli stimoli. Le frequenze usate vanno da 0,1 a 3,7 stimoli al secondo. I livelli per i due stimoli rosso e blu erano stati scelti in modo tale da dare singolarmente un'onda *b* della stessa ampiezza.

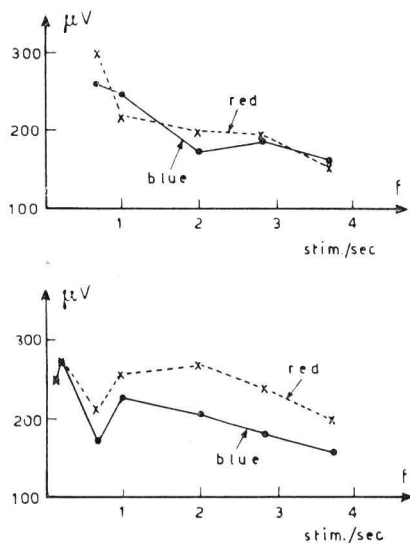


FIG. 6

Variatione dell'ampiezza dell'onda *b* in funzione della frequenza degli stimoli. Le curve superiori si riferiscono alle risposte provocate da stimoli rossi e blu presentati separatamente; le curve inferiori si riferiscono alle risposte prodotte dagli stimoli rossi e blu alternati.

A basse frequenze 0,1, 0,2 stim./sec il periodo di oscurità fra due stimoli (10 o 5 sec) è abbastanza lungo sì da non permettere alcuna influenza di uno stimolo sul seguente. Quando la frequenza aumenta da 0,7 stim./sec in poi uno stimolo può influenzare la risposta provocata da quello seguente. Come era prevedibile, l'ampiezza dell'onda *b* diminuisce con l'aumentare della frequenza. Però quando rosso e blu vengono alternati, l'ampiezza delle onde *b* suscitate dallo stimolo rosso è maggiore di quella delle onde *b* suscitate dallo stimolo blu. Il confronto fra le risposte ottenute stimolando l'occhio con radiazione rossa e blu alternata, e le risposte ottenute stimolandolo con le singole radiazioni rossa e blu separatamente, mostra che le risposte al rosso, quando esso è alternato al blu, sono più

ampie di quelle ottenute con la stessa frequenza, ma con la sola stimolazione rossa; le risposte al blu hanno invece la stessa ampiezza sia che lo stimolo usato sia solo blu, sia che venga alternato col rosso. Il rapporto tra l'ampiezza media dell'onda *b* ottenuta in risposta alla stimolazione rossa alternata con la blu, e quella ottenuta in risposta alla sola stimolazione rossa ha il valore di circa 1.2 per ogni frequenza da 1.0 a 3.7 stim./sec. Ciò porta di conseguenza che l'ampiezza dell'onda *b* all'aumentare della frequenza diminuisce meno rapidamente per le risposte al rosso,

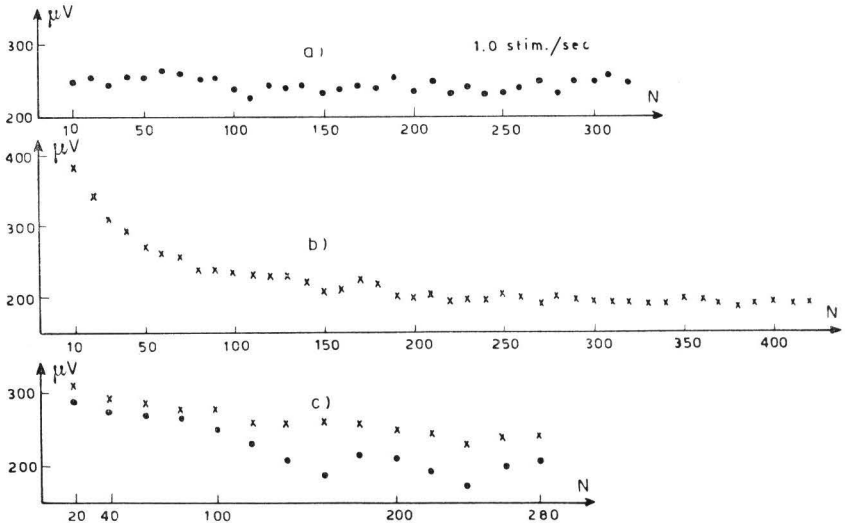


FIG. 7

In *ascisse*: numero d'ordine degli stimoli. In *ordinate*: ampiezza dell'onda *b*. Ciascun punto si riferisce alla media di 10 risposte successive: a) stimolazione blu; b) stimolazione rossa; c) stimolazione rossa alternata blu. *Crocette*, risposte al blu; *pallini*, risposte al rosso. Frequenza: 1.0 stimoli al secondo.

quando è alternato col blu, che per le risposte al solo stimolo rosso (Fig. 6). Per le risposte al blu, invece, l'ampiezza dell'onda *b* decresce nello stesso modo sia che lo stimolo blu venga presentato da solo sia che venga alternato con quello rosso. Per ogni frequenza l'ampiezza media della risposta al rosso alternato col blu è dello stesso ordine di grandezza di quella della risposta al solo stimolo rosso presentato con frequenza metà di quella realmente usata.

Un altro risultato, pure prevedibile, (8) (9) (10), messo in evidenza dai nostri esperimenti è che durante una singola seduta sperimentale le ampiezze delle onde *b* tendono a diminuire con l'aumentare del numero

degli stimoli (Fig. 7). Ciò è dovuto ad un progressivo adattamento alla luce da parte dell'occhio inizialmente adattato al buio. Questo adattamento è maggiore per la sola stimolazione rossa che per quella blu; quando i due stimoli vengono alternati si ha la stessa diminuzione sia per le risposte al rosso che per quelle al blu; e tale diminuzione ha un valore intermedio a quello corrispondente alle due stimolazioni singole.

Il risultato da sottolineare, messo in evidenza da quest'ultimo lavoro è che, per frequenze superiori a 0.7 stim./sec, l'influenza di uno stimolo sulla risposta provocata dallo stimolo seguente è diversa per le due stimolazioni da noi usate. Infatti uno stimolo rosso fra due blu, altera le risposte dovute al blu come se fosse uno stimolo blu. Non altrettanto avviene, invece, per uno stimolo blu fra due stimoli rossi: in questo caso infatti per le risposte provocate dal rosso è come se lo stimolo blu non ci fosse e l'intervallo fra due stimoli rossi fosse un solo periodo di oscurità.

Da tutto quello che precede siamo portati a sottolineare come le quantità relative delle varie componenti spettrali dello stimolo usato costituiscano un fattore importante per le ricerche elettroretinografiche, dato che tale fattore può influenzare la curva « funzione dell'intensità ».

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) R. GRANIT, *Sensory mechanism of the retina*, Oxford University Press, Oxford (1947).
- (2) R. GRANIT, *Receptors and sensory perception*, Yale University Press, New Haven (1955).
- (3) L.A. RIGGS, R.N. BERRY and M. WAYNER, *A comparison of electrical and psychophysical determinations of the spectral sensitivity of the human eye*, J. Opt Soc. Am., 39, 427 (1949).
- (4) M. BITTINI, *On the linear fit of the electroretinographic intensity function*, Atti Fond. G. Ronchi, 15, 511 (1960).
- (5) A.M. ERCOLES, *On the influence of spectral composition of the stimulus on the electroretinographic intensity function*, Atti Fond. G. Ronchi, 16, 262 (1961).
- (6) A.M. ERCOLES, *Red and blue electroretinograms at various luminances*, Atti Fond. G. Ronchi, 17, 628 (1962).
- (7) A.M. ERCOLES, *Mutual time influence of blue and red electroretinographic responses*, Atti Fond. G. Ronchi, 18, 239 (1963).
- (8) V. ELENUS and J. HECK, *Relation of size of electroretinogram to rhodopsin concentration in normal human beings and one totally colour blind*, Nature, 180, 810 (1957).
- (9) V. ELENUS, *Recovery in the dark of the rabbit's electroretinogram*, Acta Physiol. Scand., 44, Suppl., 150 (1958).
- (10) H. KAWABATA, *Course of the potential change in the human electroretinogram during light adaptation*, J. Opt Soc. Am., 50, 456 (1960).

## UN'APPLICAZIONE ITALIANA DELLA « PIRAMIDE DEL PFISTER »

MARIO CONTICELLI (\*)

Istituto di Psicologia dell'Università - Firenze, Italia

La « piramide di colori » di Max Pfister è un reattivo mentale che rientra nel gruppo dei rilievi psicodiagnostici detti di personalità. Si propone cioè di mettere in evidenza quei tratti che distinguono il carattere, il temperamento, gli affetti di una persona. Può dare anche qualche utile indicazione circa l'intelligenza: si tratta però di una particolarità del tutto secondaria.

La prova è stata originariamente concepita dal tedesco Max Pfister: la maggioranza delle ricerche si è però svolta presso gli istituti di psicologia dell'Università di Friburgo diretti dai professori Heiss e Hiltmann (1).

L'elemento principale di giudizio è costituito dalla preferenza che il soggetto esaminato dà a certi colori piuttosto che a certi altri. Gli si chiede infatti di scegliere, in piena libertà, dei piccoli quadrati di carta colorata in dieci diversi colori per complessive ventiquattro diverse tonalità: deve poi disporre tali quadratini in modo da formare un triangolo; vale a dire cinque file successive composte rispettivamente da cinque, quattro, tre, due, uno solo di tali quadratini. Tale prova viene ripetuta tre volte consecutivamente.

Il giudizio, come si è già accennato, si basa sui colori prescelti dai vari soggetti; peraltro, altri elementi — per così dire extracoloristici — intervengono nella valutazione: il tempo impiegato per le successive composizioni, il criterio con cui vengono disposti i colori, l'eventuale presenza od assenza di simmetria, il numero totale dei colori scelti e di quelli rifiutati sono altri dati di notevole importanza che hanno il loro peso nell'interpretazione della prova.

In questa ricerca ci limiteremo — proprio per la sede in cui se ne riferisce — ad esaminare i dati da noi raccolti relativamente alle preferenze per i vari colori.

(\*) Assistente ordinario presso l'Istituto di Psicologia dell'Università degli Studi di Firenze (direttore: prof. Alberto Marzi).

(1) Cfr. M. PFISTER, *Reattivo piramide di colore*, adattamento italiano a cura di O. ROSER, Ed. O.S., Firenze, 1959.



Secondo gli autori di questo reattivo, ciascun colore, quando sia stato prescelto in una data quantità, presenta un significato di natura psicologica. In estrema sintesi possiamo riassumere che il colore azzurro starebbe ad indicare equilibrio, armonia mentale, controllo degli impulsi. Il rosso, invece, viene preferito dai soggetti euforici, in stato di eccitazione; mentre si ritrovano quantità elevate di verde in soggetti affetti da disturbi psichici più o meno gravi. Giallo e arancione sarebbero preferiti dai bambini o da soggetti con carattere immaturo se non addirittura infantile; quantità elevate degli altri colori, marrone, viola, nero, grigio e bianco (quest'ultimi vengono chiamati colori solo per comodità espositiva) starebbero infine ad indicare anomalie piuttosto gravi dal momento che solo di rado ed in quantità ridotta sono prescelti da individui normali.

Da un punto di vista teorico questo fatto viene spiegato come un fenomeno di proiezione: l'individuo nella scelta dei vari colori viene guidato dal valore simbolico che — a un livello psichico inconscio — ciascuno di essi rappresenta. La cromaticità avrebbe dunque un significato affettivo che si manifesterebbe esternamente con delle particolari accettazioni di natura cromatica o con dei rifiuti.

Gli altri rilievi, cui di passaggio abbiamo fatto cenno, definendoli per comodità extra-coloristici, fornirebbero indicazioni circa la costanza o la instabilità dei soggetti, la presenza di inibizioni più o meno gravi, la capacità di selezionare e di reagire in modo positivo alle stimolazioni dell'ambiente, il tipo o la qualità dell'intelligenza, ecc. ecc.

Ricerche condotte da studiosi tedeschi e francesi concordano nel dimostrare che la scelta dei vari colori non è casuale. Il francese Bouvard (2), in un suo recente studio, ha trovato che in un gruppo di ragazze di 13-14 anni la scelta dei colori verde, giallo, arancione e bianco non obbediva alla legge del caso, concludendo per una particolare significatività diagnostica di questi colori.

Nello studio da noi svolto e di cui riferiamo limitatamente — come si è detto — ai dati di esclusiva natura cromatica, si è proceduto nella maniera seguente: nel corso del nostro lavoro di applicazioni psicologiche abbiamo raccolto, nel giro di circa due anni, circa duecentocinquanta protocolli. Si è trattato in prevalenza di adolescenti di ambo i sessi studenti di scuola media inferiore. Di ognuno di essi conosciamo dati anamnestici individuali e familiari, le condizioni di salute accertate dal medico dell'Ente presso il quale si sono effettuati i rilievi, il rendimento scolastico, le condizioni economiche e sociali della famiglia, oltre naturalmente ai risultati dei vari accertamenti psicodiagnostici che si sogliono effettuare a scopo di orientamento o di consulenza scolastica.

(2) Cfr. C. BOUVARD, *Contribution à l'étude du test des pyramides colorées de Pfister*, in *Revue de psychol. appliquée*, 9, 4, 1959; C. BOUVARD, *Le Test des pyramides de couleurs de Pfister*, ibidem, 11, 4, 1961.

Esclusivamente sulla base di questi dati, trascurando cioè in maniera completa quanto potesse ricavarsi dal reattivo del Pfister che era oggetto di studio, abbiamo isolato tre gruppi di soggetti, tutti di sesso maschile.

Nel primo gruppo, composto da ventitré studenti di scuola media e contraddistinto nel corso dell'esposizione dalla lettera A, sono stati inclusi quei soggetti che non presentavano nessuna alterazione né fisica né psichica: il loro rendimento scolastico era buono o, almeno, discreto; il loro comportamento nella famiglia e con i compagni non presentava alcuna traccia d'irregolarità; lo sviluppo fisico procedeva in maniera normale. Tutti questi soggetti sono stati sottoposti al reattivo attitudinale del Thurstone: il livello medio, raffrontato a un campione di studenti fiorentini dello stesso livello scolastico (III media inferiore), raggiungeva il sesto decile. Età media di questo gruppo: 13 anni e 8 mesi.

Nel secondo gruppo, contraddistinto dalla lettera B, sono stati inclusi dodici soggetti di vario livello scolastico, i quali presentavano tutti un chiaro deficit intellettivo: il QI medio è infatti di 77. Età media del gruppo: 12 anni e 3 mesi. Il rendimento scolastico di questi soggetti è stato sempre gravemente deficiente: alcuni di essi, nonostante l'età, frequentavano ancora le classi elementari.

Al terzo gruppo, contraddistinto dalla lettera C e costituito da venti soggetti, appartenevano adolescenti che presentavano alterazioni più o meno gravi a carico del carattere con conseguente disadattamento scolastico (la ripetenza media è di quasi due anni); difficili erano i loro rapporti con i familiari e con le altre persone; alcuni erano stati sottoposti a cure psichiatriche; altri erano affetti da enuresi notturna; qualcuno manifestava una instabilità dell'attenzione di un certo rilievo (al Tempo di Reazione si è in qualche caso rilevata una variaz. media relativa intorno allo 0.16 o più elevata ancora). Nessuno di questi soggetti presentava però turbe, anche lievi, dello sviluppo dell'intelligenza: il QI medio è infatti uguale a 117; la prova del Thurstone, che però non è stata applicata a tutti, dava dei valori press'a poco identici a quelli del gruppo A. Età media di questo gruppo: 14 anni.

Gli altri soggetti non sono stati inclusi in nessun gruppo o per non presentare alterazioni o tratti di personalità ben definiti; talvolta infatti attitudini ed intelligenza risultavano mediocri pur rientrando nei limiti estremi della norma; oppure si dava che a manifestazioni di disadattamento affettivo si accompagnasse un deficit intellettivo più o meno grave; talora infine il loro comportamento familiare e sociale ed il loro rendimento scolastico, pur non essendo qualificabili come buoni o medi, non risultavano neppure così deficitari come quelli dei soggetti appartenenti al gruppo B o a quello C: gruppi, per intendersi, in cui erano stati compresi i deficitari o deboli d'intelligenza e i disadattati alla scuola e caratteriali.

Così più dei due terzi dei protocolli raccolti non sono stati utilizzati per l'elaborazione statistica dei risultati di cui riferiamo.

La fig. 1 riporta, per ogni colore del reattivo, i risultati medi percentuali degli appartenenti a ciascun gruppo. Prendendo quale punto di riferimento il gruppo A — quello cioè in cui sono inclusi i soggetti perfettamente normali — si possono fare, sulla base di tali dati, le seguenti considerazioni:

— Il gruppo di soggetti ben adattati e normali per intelligenza presenta, rispetto agli altri, una maggiore preferenza per il colore azzurro,

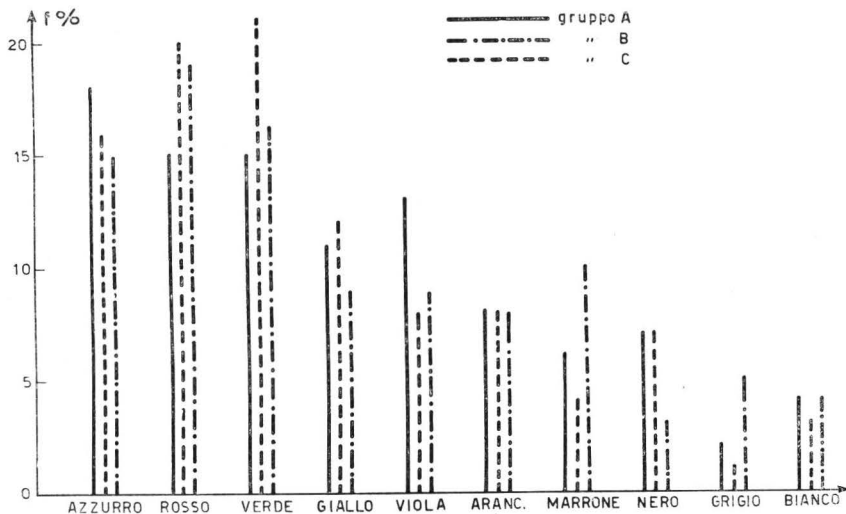


FIG. 1

Distribuzione delle preferenze coloristiche. In *ordinate* le frequenze percentuali delle scelte.

fatto interpretato dagli autori come indice di equilibrio psichico, e, inversamente, una minore quantità di scelte « verde », colore questo che pare invece accompagnarci alla presenza di squilibri e di disadattamenti;

— la maggior quantità di scelte « rosso » e « verde » che si rileva nel gruppo « C » (soggetti di livello intellettuale normale ma con problemi di adattamento) starebbe ad indicare il prevalere in questi soggetti rispettivamente del tono euforico dell'umore e la presenza di disarmonie e turbe nel carattere; inoltre la minore quantità di viola che si riscontra nelle « produzioni » di questo stesso gruppo concorderebbe con i dati ricavati su adolescenti ricoverati in riformatori;

— la maggior quantità di marrone presente nelle scelte dei soggetti del gruppo B (basso livello intellettuale) conformerebbe invece l'interpretazione per cui proprio il marrone starebbe ad indicare anomalità e ritardo nello sviluppo.

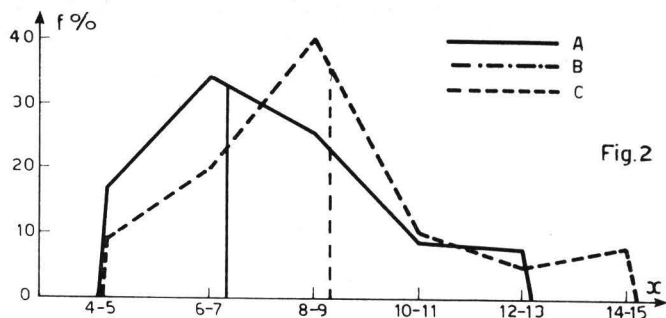


Fig. 2

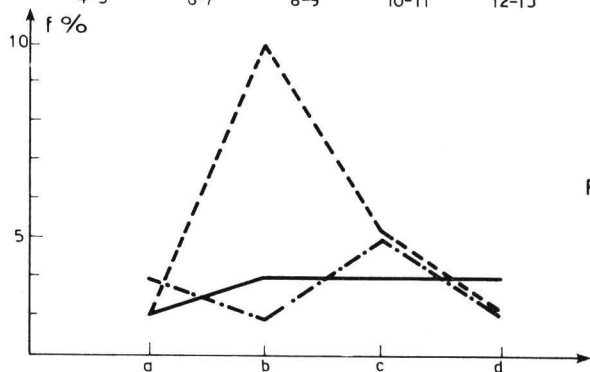


Fig. 3

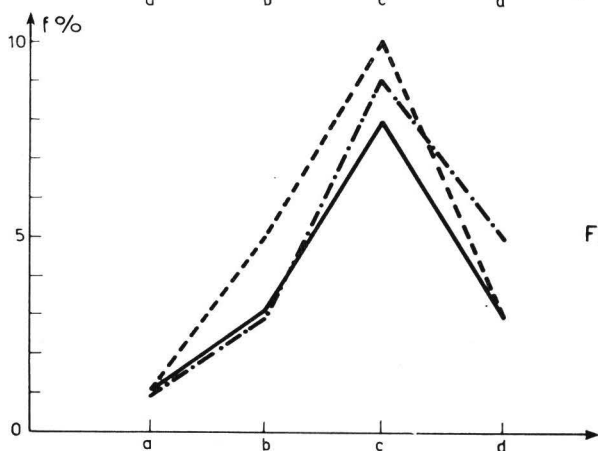


Fig. 4

FIG. 2

Distribuzione di frequenze delle scelte « verde ». Le due linee verticali indicano la posizione delle rispettive medie. In *ordinate* le frequenze percentuali, in *ascisse* il numero delle scelte.

FIG. 3

Le lettere *a, b, c, d*, indicano le varie tonalità di verde. In *ordinate* le frequenze percentuali. Si noti come la differenza quantitativa totale delle scelte « verde » che si è rilevata tra il gruppo A e quello C (cfr. fig. 2) è dovuta essenzialmente alla tonalità *b*.

FIG. 4

Come nella fig. 3. Le lettere *a, b, c, d*, si riferiscono alle varie tonalità di rosso: in questo caso le varie tonalità sono proporzionalmente presenti nei tre gruppi.

I dati a nostra disposizione, quali risultano dalle figg. 2-3-4 non consentono di stabilire con certezza, anche per il ridotto numero di soggetti di cui si è potuto tener conto, la significatività delle differenze riscontrate: da un lato infatti appare indubbio che la presenza per certi colori e per certe tonalità è legata a stati psicologici differenziati, d'altro lato però resta da stabilire se proprio col reattivo del Pfister tali differenze vengano messe in rilievo.

# NATURAL SELECTION AND COLOUR BLINDNESS

R. W. PICKFORD

Psychology - University of Glasgow, U. K.

Studies of the frequencies of red-green blindness in various peoples have shown that it is most frequent among Caucasian white population in Europe, America and elsewhere, and least frequent among such groups as the Australian aborigines and North American Indians. Polyak (1957) pointed out the importance of colour vision in the evolution of man, in food gathering and hunting. Pickford (1958, 1959) suggested that colour blindness might tend to be eliminated by natural selection less in civilized Man, for whom choice of fruit which is neither under-nor over-ripe, and the recognition of enemies by colour become less and less important. This would possibly account for its greater frequency in civilized peoples, because fewer normal than colour blind people, especially children, would die of food poisoning or diarrhoea. Post (1962) has developed similar ideas much more fully, suggesting that the numbers of colour blind would tend to increase by mutations if the rigours of natural selection against them were relaxed.

## **Colour blindness round the world.**

In their survey of the frequencies of colour blindness round the world Kherumian and Pickford (1959) have cited 57 studies, mostly by means of the Ishihara Test, but some with other tests, including the anomaloscope. Some of them were summarized by Pickford previously (1951). These data show that among European, American and Australian whites the frequency of colour blindness among men is about 6% to 10%. The average figure of 7.25 given by Vernon and Straker (1943) for 123,414 British men is typical.

Among Turks, American, Finns, Jews in various parts, and other Eastern peoples, however, the frequency falls to about 4% to 7%. It is about 5% or 6% among the Chinese, but as low as 2% to 5% among the Japanese, Indians and Mexicans. Among American Indians it may be as low as 1% to 2%, while half castes have a higher frequency. The same holds

for Negroes and Australian aborigines, and for half castes the frequencies are intermediate.

These figures strongly suggest racial differences, especially as it is known that red-green blindness is hereditary, being a sex linked Mendelian recessive. The question raised by Pickford, however, was whether there might not be biological causes for these racial differences, which seem to reverse an evolution towards better colour vision, if such a conclusion could be drawn from the study of racial groups which cannot be supposed to have evolved from each other.

It is more satisfactory to suppose, with Post (1962) that those groups which have the lowest frequency of colour blindness are most closely dependent on hunting and food gathering. In these activities colour would be important, and the colour blind would be under a strong disability. It is well-known, for instance, that the red-green blind often cannot distinguish ripe from unripe fruit by colour, and often cannot readily distinguish ripe fruit such as cherries or gooseberries from the leaves of the trees or bushes. Those groups which have the lowest frequencies for colour blindness are, indeed, still living in almost Neolithic conditions, or have been until quite recently. This suggested to Post that they may indicate to us the kind of frequency for colour blindness which may have existed in Neolithic times, while the frequencies found in Caucasian whites, who are most removed from direct hunting and food gathering may show the effects of a relaxation of natural selection. He suggests that the changes in frequency may have taken place in about 120 generations.

Post has divided the population groups which he discusses into three classes: — A. Hunters and food gatherers; B. Those somewhat removed from hunting in time or habitat, and also those descended from mixtures of hunters and food gatherers with the third group, C, who are most removed from hunting and food gathering in time or habitat. The frequencies so classified give decided support to the general hypothesis of relaxation of natural selection, as shown in Table I, (from Post, 1962, pp. 133 and 137).

TABLE I  
Rates of Colour Blindness in Different Groups.

	<i>No.</i>	<i>Rate</i>
A. Hunters and gatherers	7,712	0.0200
B. Somewhat removed from A.	9,443	0.0330
C. Most removed from A.	436,853	0.057

## Colour blindness in Great Britain.

Vernon and Straker (1943) published a survey of colour blindness frequencies throughout Britain, carried out in testing recruits for the Royal Navy with a combination of the Ishihara and Stilling tests. The data were fully published by Kherumian and Pickford (1959). The results showed statistically significant differences among nine groups of areas as shown in Table II.

There is a strong tendency for colour blindness to be least frequent on the East Coast of England and Scotland, and towards the North, while it is most frequent in the South and West. Vernon and Straker associated these differences with possible invasions of peoples from Europe, who drove the earlier inhabitants into the Southern and Western regions. Post points out that this is compatible with the relaxation of natural selection hypothesis, according to which the successive invading peoples would be more and more removed from direct food gathering and hunting. In addition the

TABLE II  
Frequencies of Colour Blind Men in Britain.

<i>Area</i>	<i>Number</i>	<i>Rate</i>
N.E. and Central and N. Scotland	6,403	0.0500
East Coast	12,900	0.0665
London and S.E.	28,873	0.0668
Industrial N. Central	15,182	0.0730
N.W. Industrial	22,485	0.0742
W. Scotland and N.W. England	9,046	0.0731
S. Wales and Somerset	7,907	0.0741
S. Central	14,455	0.0863
S.W.	6,163	0.0920

lowest frequencies of colour blindness are found in those parts of England which were most fully settled by the Romans, whereas the extreme Western and North Western areas of Great Britain were in Roman times still inhabited by tribes less fully removed from food gathering and hunting.

## Colour blindness among students in Paris.

Kherumian and his colleagues carried out a through survey of 6,635 men students of French origin, 959 from the Union Française and the Etats



Associés, and 1,557 foreign students, in Paris, between 1955 and 1957. The results were published fully by Kherumian and Pickford (1959). All the students were classified in terms of their origin from their mother's birth-places. Corresponding groups of women students were also tested, but for the present purpose the frequencies of colour blindness in men are more interesting.

In Metropolitan France the frequencies of colour blindness in men show three interesting groups. First there are the Departments along the Channel Coast and in the North of France. These show frequencies ranging from 6.18% in Mayenne and Sarthe combined, up to 15.79% in the Pas de Calais, and the majority of frequencies are about 9% or 10%. In the second place there are the Departments of the Mediterranean Coast and the South West. Here the range is from 5.81% in Haute-Loire, Aveyron and Lozère combined, to 13.89 in the Haute Savoie and Savoie. In the third place there are the Departments in the central band running from E.N.E. to W.S.W. Here the frequency falls as low as 4.12 in Moselle and Vosges together, but is as high as 12.86 in Indre. In Corsica the frequency is only 5.26.

Kherumian and Pickford point out that the series of 48 groups taken as a whole are homogeneous for frequencies of colour blindness when tested by the chi-squared technique. Nevertheless, in this research, as in many others, if larger numbers of subjects were collected, for instance as many as Vernon and Straker collected for Great Britain, similar differences would become statistically significant. Then it would appear, as Post has pointed out to the writer (private communication), that there would be two areas of highest frequencies, the English Channel and the Mediterranean coastal areas, which were associated with the two greatest waves of immigration of advanced culture, the Megalithic and Chalcolithic, respectively. The areas of lowest frequency are on poor soils where hunting and food gathering may have lasted longest, and then led into pastoralism with a minimum of urbanisation. This would support the hypothesis of relaxation of natural selection for the areas of highest frequency.

The effect of splitting up the frequencies in France may be seen from Table III.

TABLE III  
Frequencies of Colour Blindness in France.

<i>Areas</i>	<i>No.</i>	<i>CB.</i>	<i>%</i>
N. & S. Coastal and N. plains	3249	407	12.5
Central and Mountainous	1961	170	8.67

The differences are significant on the 0.01 level, and would be even more marked if the central and mountainous areas were chosen more carefully, omitting, for example the Rhone waterway and the Alpine areas, but this would risk favoring the theory.

### Differences of type and degree of defect.

In the group of students from the French Union there is a very interesting point. The proportion of protans to deutans is about 30 to 70 in Metropolitan France and among foreign students in Paris, but in those from the French Union it is about 50 to 50. This difference is accounted for largely by the greater number of protans from Algeria, Tunisia and Morocco. Whether this difference might be associated with any selection process is difficult to say, but probably protans are more frequent among Moslems from North Africa. It would be an interesting speculation whether any custom or activity in relation to hunting or food-gathering might favour the relaxation of selection against protan defects more for one human group than for another. For instance, any restrictions on hunting at dusk or dawn, as by the Moslem observance of obligatory prayers, when black and dark brown colours are more readily confused by protans than by deutans, might have this effect, because reddish or brownish animals would be confused with shadows by protans more than by deutans at these hours. This is purely a speculation.

Interesting data are quoted by Post (1962, pp. 141 and 142). For example Table IV shows the proportion of protans to deutans in three groups of pooled samples, namely Negroes, Europeans, and Jews in Israel. Apparently among the Jews protan defects are considerably more frequent in proportion to deutan defects than they are in the other two groups. It is not easy to suggest a possible interpretation of this difference.

TABLE IV  
Relative Frequencies of protan and deutan defects in three groups of Samples.

<i>Group</i>	<i>Number</i>	<i>Protans</i>	<i>Deutans</i>	<i>Ratio</i>
Four Samples of Negroes	2,749	0.0096	0.0267	.37
Seven Samples of Europeans	22,518	0.0229	0.0581	.38
Eight Samples of Jews in Israel	3,001	0.0204	0.0388	.48

Pickford (1957) suggested that in the racial groups with lower frequencies of colour blindness we might sometimes be dealing with relatively more of the less severely defective types of protanomalous and deuteranomalous subjects, and relatively fewer of the more severely defective dichromats. Unfortunately the anomaloscope has been used very little except among white populations, as shown by the survey by Kherumian and Pickford (1959). Where the Ishihara Test was used, and this was the most popular test, differences of supposed degree and type of defect could not be relied upon to reveal the proportion of anomalous trichromats to dichromats with any confidence. Pseudo-isochromatic plates are very unsatisfactory from this point of view.

Nevertheless, a study of the relative frequencies of types and degrees of defect in a variety of different groups would be interesting. For example, it would be suspected that protanopia is the most severe handicap in choice of food, food gathering and hunting, because in it black is confused with dark red, and greens are confused with light reds and browns, while purples are confused with blues and pink is confused with sky blue. Extreme protanomaly would come next in severity, and probably after that deuteranopia. This condition would be disabling because all reds, yellows, browns and greens tend to be confused, and so do all purples, violets and blues. On the other hand, in protanopia reds may often be identified because the objects seen may be known not to be black and are inferred to be red in consequence, whereas in deuteranopia this advantage is lost, since black is never confused with red. The least disabling forms of colour blindness would be simple protanomaly and deuteranomaly, the first being more severe than the second because of the darkening of the red end of the spectrum. It would be worth while to test these hypotheses by data showing the relative frequencies of the different types in various food gathering, hunting and settled agricultural or urban populations. The greater frequency of protans in Morocco, Algeria and Tunisia might be interpreted not as related to religious observances, but in relation to certain facts about the conditions of hunting and food gathering life there if we knew the facts.

### **The indian caste system.**

A further suggestion is that in some groups of Indian it has been found that Moslems and higher castes, especially Brahmins, tend to have more frequent colour blindness than the lower castes. This is seen in the figures quoted by Kherumian and Pickford (1959) for 973 men tested by G. Olivier and J. Ponnou, and shown in Table V. These differences are not significant if tested by the Chi-squared technique. Nevertheless, the total number, namely 973, was not very large, and it is

TABLE V  
Frequencies of colour blind men among 973 Indians.

Caste or Group	Number	Defectives
Moslems	118	6 (0.508)
Brahmins	238	12 (0.504)
Vellajas, Vannias	131	6 (0.458)
Poullas, Mondeliars	158	6 (0.380)
Maquouas	117	4 (0.342)
Harijans (outcastes)	121	4 (0.331)
Various	90	4 (0.444)

more than likely that significant differences would be established by testing much larger numbers. Castes are endogamous groups, and presumably the higher castes are farther removed from hunting and food gathering than the lower. Similar figures are quoted by Post (1962, pp. 134 and 136).

### Road accidents and colour blindness.

It is a point not without interest that more colour blind than normal persons may be killed or injured on the roads. The writer's car has been run into twice at night from behind by persons who may not have seen the brake lights come into action. In one case it was proved that the culprit was under the influence of alcohol, but this might have caused the accident only by making a protanope's difficulty with red brake-light signals greater than usual. It does not take much thought to realise that the protan runs greater risks than the normal by his difficulty in seeing red signals as well as by his confusion of green and amber, while the deutan may tend to confuse or react with less than normal speed to any of the three colours.

In consequence it would be interesting if one could find out whether people who are injured in road accidents, due to their own apparent failure to react appropriately to colour signals, are more often colour blind than the frequency of the defects in the population as a whole, men being treated separately from women, of course. Also, differences in frequencies of accidents in relation to the frequency of the different kinds and degrees of colour blindness would be interesting. Unfortunately there is often no knowledge whether a person who was killed was colour blind or not, but

sometimes it may be known. Road and other accidents resulting from failure to react to colour signals might lead to a reversal of the relaxation of natural selection against colour blindness.

## Conclusion.

Data about the frequencies of red green blindness throughout the world suggest that those groups in which it is most frequent, namely European and American whites, may have undergone a relaxation of natural selection against colour blindness owing to the influence of civilization in removing them from dangerous food choices, from direct food gathering and hunting. On the other hand, those groups in which it is least frequent, such as Australian aborigines, Negroes and American Indians, are much more closely dependent on choice of foods, hunting and food gathering. It is also found that in Great Britain the areas in which colour blindness is most frequent are the South and east coastal regions which were populated by invaders of more settled agricultural habits, and were more fully civilized by the Roman occupation. In France colour blindness is most frequent in the North and South littoral areas and the Northern plains, which were most fully settled by Megalithic and Chalcolithic invaders, and least frequent in the central and mountainous areas. Colour blindness is possibly more frequent in the superior than in the inferior Indian castes. At the present day it is an interesting question whether the dangers of road traffic and the dependence of safety on red brake lights, and on red, amber and green signal lights might tend to reverse a relaxation of natural selection against colour blindness resulting from the progress of civilization.

## REFERENCES

- R. KHERUMIAN and R.W. PICKFORD, *Heredite et Frequence des Dyschromatopsies*. Paris, Vigot Frères, (1959).
- R.W. PICKFORD, *Individual Differences in Colour Vision*. London, Routledge and Kegan Paul, (1951).
- R.W. PICKFORD, *A Review of some Problems of Colour Vision and Colour Blindness*. « The Advancement of Science », 25, 104-117, (1958).
- R.W. PICKFORD, *The Inheritance and Frequency of Colour Blindness*. « Surgo » (Glasgow), 26, 29-32, (1959).
- S. POLYAK, *The Vertebrate Visual System*. Chicago U.P. pp. 969-974, (1957).
- R.H. POST, *Population Differences in Red and Green Color Vision Deficiency: Review and a Query on Selection Relaxation*. « Eugenics Quartely », 9, 131-146, (1962).
- P.E. VERNON and A. STRAKER, *Distribution of Colour-Blind Men in Great Britain*. « Nature », 152, 690, (1943).

# PHOTO-CHEMICAL REACTIONS IN THE HUMAN FOVEA

H. RIPPS (\*) and R. A. WEALE

Dept. of Physiol. Optics, Institute of Ophthalmology - University of London

Light sensitive reactions of human foveal pigments have been studied *in vivo* by the technique of fundus reflectometry. Earlier observations were extended to include a wide range of chromatic bleaches, and partial bleaching procedures were employed in examining pigment homogeneity. In addition, a foveal action spectrum was derived by determining the relative energy required for lights of different wavelengths to produce a given change in retinal transmissivity. The present paper deals with new observations on difference spectra obtained in these experiments.

Bleaching with lights of different spectral composition gave further evidence that at least two photolabile substances (primochrome and secundochrome) are present in the normal fovea. Under certain conditions, varying the intensity of the chromatic bleach produced a marked shift in the density difference spectrum but was without appreciable effect on the action spectrum. With deep red light, for example, increasing the bleaching intensity resulted in a displacement of the maximum density change from longer to shorter wavelengths. Analogous changes were found with yellow, but not with violet, blue or green bleaches.

The results provide a possible photochemical basis for the breakdown of colour matches at high adapting levels, and the changes in hue and saturation that are experienced when intense monochromatic sources are viewed continuously.

(\*) Assisted by a Special Fellowship (BT-1025) from the United States Public Health Service, on leave from New York University School of Medicine.

# THE MARRIAGE OF CASCADE AND FLICKER IN THE DETERMINATION OF RETINAL SENSITIVITY IN A NEW FORM OF PHOTOMETER

A. W. SHIRLEY

Psychology - University of Glasgow, U. K.

## **Introduction.**

Retinal sensitivity for the full visual spectrum has been the subject of much careful scientific measurement for nearly a century and numerous methods have been employed to obtain valid and consistent data. Nevertheless the experimenters admit that each method has weaknesses, and it would seem that what remains to be done is to eliminate as many of these as humanly possible. It is the aim of this paper to demonstrate how this can be done in one or two cases by a combination of methods using a new form of photometer which makes available three beams of any wavelength and a wide range of intensity, which can be conveniently presented to the eye in a suitable order for the particular investigation in hand.

## **Summary of existing methods.**

There are at least five well tried methods:

- a.* the threshold of vision
- b.* visual acuity
- c.* critical frequency
- d.* equality of brightness
- e.* flicker photometry

### *a. Threshold of Vision.*

This, very briefly, concerns the measuring of the minimum amounts of energy to produce luminous sensation at different wavelengths. It was used by Pflüger in 1902, but was found to be unreliable on account of the low intensities involved and by virtue of the difference in the thresholds for

brightness and colour. The area of maximum sensitivity was found to be between 490 and 530 milli-microns. It was also used as early as 1888 by Ebert.

b. *Visual Acuity.*

By this method one's ability to distinguish fine print etc. is used as a criterion with different amounts of coloured light. Bender (1914), who carried out a comparative study with the flicker method, found the latter to be preferable. However, in 1952, Peckham and Warner obtained a correlation of 0.91 between this method and flicker-fusion frequency and found that both were subject to diurnal variation.

c. *Critical frequency of Fusion.* (or persistence of vision).

This involves determining the fusion frequency for various wavelengths and intensities. Coblentz and Emerson (1918) and Ives (1912), Allen (1900) and (1909), and much later, Wright (1946) have investigated the method and found it produced consistent results which agreed reasonably well with other reliable methods. It is not evident however that all these experimenters were aware of all the complex factors which alter the fusion rate. These are referred to later.

d. *Equality of Brightness* (or cascade method).

In this method the relative luminosity for an observer's eye is measured under given specified conditions of surround etc., between two wavelengths for which the colour difference is minimal. The whole spectrum is covered in a step by step manner advancing first one colour then the other, in such a way that the colour difference between them affects the match for brightness as little as possible. It has been used by Abney as early as 1886, Hyde, Cady and Forsythe 1910 and by Gibson and Tyndall 1923 and numerous others, but with varying degrees of success.

e. *Flicker Photometry.*

In this method the practice has been to illuminate the eye by alternate flashes of the colour under investigation and a standard light source, either a white or say a sodium yellow. It is found that by adjusting the flicker speed first the colours merge, then by brightness adjustment the flicker will disappear leaving a composite field of steady illumination. When this occurs the two colours are said to be at equal intensity or luminance. The method is based upon the fact that colour fusion occurs before brightness fusion. It has been employed by many investigators from Whitman 1895, Ives 1912, Coblentz and Emerson 1918, and gives probably the most consistent sets of figures.



## Appraisal of the Various Methods.

The most intense rivalry for the centre of the stage has been between the two last: Equality of Brightness, or cascade method, and heterochromic Flicker Photometry. For this reason their respective pros and cons (merits) will be considered in detail.

*i. Equality of Brightness* is clearly direct and simple and as Ferree and Rand point out it has sureness of principle. This, however, is not sufficient in practice to guarantee reliability as the same authors indicate, for the following reasons: small differences in luminosity cannot be detected because colour differences interfere with the judgement, results cannot be reproduced in time with only small errors, results cannot be reproduced from one observer to another. Houston found that considerable variations in the curve were obtained by varying the luminosity, the point of maximum sensitivity shifting from 502 to 466 millimicrons for illuminations of  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{1}{600}$  metre-candles respectively.

Dow had found this a few years before and noted that red was decreased excessively in the equality method. He also discovered that field size was quite a critical parameter. Ives found that the only conditions which gave results comparable with Flicker were at high luminances and small fields, when very small steps were taken round the spectrum, and even under these conditions it was difficult to avoid cumulative errors, and abandoned it on this account.

*ii. Flicker Photometry* enables one to detect small differences in luminosity and to reproduce results for a given observer with a small mean variation, and for a number of observers with a comparatively small variation. This is admitted by Ferree and Rand, the method's most dogged critics, as is the fact that it has the further advantage of removing the difficulty caused by the colour differences. It is also quick and less susceptible to the effects of the brightness and field size examined by Dow. Coblenz and Emerson and Tufts found that the readings were but little affected by fatigue. It was found also that the eye quickly adapts to the conditions of the experiment.

The most serious challenge is that as different colours require different times to reach their maximum brightness effect in the observer and the time per flash does not permit of this being reached consistently for all colour pairs employed, the eye is being under-exposed and the method is thus unsatisfactorily established. There is much evidence to support this charge. Ferree and Rand quote figures which confirm their own results and put the issue beyond any doubt, but what is so very extraordinary is that whereas one would expect underestimation in those areas with slow rate of growth, i.e. in the red, and vice versa in the blue as compared with the figures in the other method, Ives and Coblenz and Emerson in fact obtained results which showed as much overestimation as not. The conclusion

must therefore be that in practice the charge does not amount to anything significant, but it is clearly desirable to avoid this possible source of error by having at least as small colour difference between the lights used as possible. Truss (1957) also showed that persistence, the reciprocal of the critical colour fusion frequency (C.C.F.F.), increased as the colour difference diminished. The judgement of brightness equality is enhanced by reducing the fusion frequency and this can be achieved also in this way.

The method adopted by Ferree and Rand is to present a field in which one half consists of the colour being measured and the other, a fusion of this colour and a standard white light. These two are then matched for brightness. This certainly overcomes the colour difference problem but introduces a desaturation effect which may well be less but is still noticeable. Chapanis and Halsey (1955) found that with the exception of a reversal in the yellow region, for colours of equal brightness, saturated ones required less luminance than desaturated. Galifret and Pieron found that for desaturated colours the highest C.C.F.F. was obtained for white and red, next white and green, and lowest white and blue. One can infer from this that brightness judgements will vary in accuracy depending upon the pairs concerned, and that modifications of the frequency will be required to keep this to a minimum.

It was to overcome these various objections that the following method was devised, and gives rise to the title of the paper « The Marriage of Cascade and Flicker ». In this, the field is divided into two. In one half are alternately flickered to fusion frequency two spectral colours as close in wavelength as one chooses. As before, colour fusion is achieved first then brightness, but by virtue of the closeness of the colours this frequency is considerably reduced, and hence the precision of brightness judgement is enhanced. The advance around the spectrum is effected by a step by step method, the size of the step being as small as desired. To get the maximum advantage from the method it is desirable that it should be smallest in those areas where the colour difference is most acute, the near yellow region, although of course no colour difference is seen as in the equality of brightness method. At each position the other half of the field is matched to the first in colour and brightness. The purpose of this is to give an accurate and immediate assessment of the actual colour arising from the mixture and the brightness. The three colours are derived from the same light source and exceed filters in purity by a considerable margin. The flickering of the colours is obtained by a blade operating in the light from the bulb to the collimators.

It is clear that this method overcomes the colour difference problems and avoids the desaturation effects. It is still liable in a straightforward run to accumulate errors in the unskilled observer. This can be rectified by a return run, the results of which can be used to fair the curve.

As a result of the recent work of De Lange it is evident that the apparently simple matter of flickering the lights is not to be so viewed and that a further refinement in the method is possible if use is made of the reduction in fusion rate which is possible when modification is made in the phase displacement between the two lights. The phase separation is normally  $180^\circ$ . This, of course, is the same as saying that the lights are in opposite phase so that when one is completely on, the other is off. De Lange showed that when this is so there is a deviation from the  $180^\circ$  in the transmission to the site of the fusion threshold mechanism within the cortex, and this will effect the C.C.F.F. He terms this effect the residual brightness flicker, which cannot be affected by brightness changes, but which is modified by phase shift. The degree of the effect is quite considerable, for example there is a phase shift of  $9^\circ$  for a pair of wavelengths 570 and 689 milli-microns at 45 Photons.

It is evident that the method modified as suggested, to employ small colour differences in flicker, will not be affected so much by this as experiments involving large colour differences, but the facts as demonstrated require that in the design of equipment for work in this field attention must now be paid to the techniques of modifying the phase difference. It is not now sufficient to put in a blade and expect to get the best results. De Lange concludes that the differences in the luminosity curves obtained by equality of brightness and flicker method are to be accounted for in terms of the ripple ratio and phase as functions of the wavelength and frequency at which the photometry is carried out. There is much evidence to support this viewpoint.

In considering this matter a further relevant factor must be mentioned which has a longer history than the last but which is closely related to it, and has received considerable attention from the same exponent. It concerns the wave-form. Luckiesh was one of the earliest to investigate this topic. He found that for similar brightness of the field, saw-tooth type stimuli tended to have consistently lower C.F.F.s than square wave type modulation. Since then many observers have experimented in the subject and the basic facts have been established beyond doubt, and furthermore a very striking theoretical approach has been advanced to deal with the phenomenon. It was first suggested by Ives 1922 that the technique employed by Helmholtz in the understanding of sound phenomena, viz. Fourier analysis, would be effective also in understanding these visual phenomena. Ives maintained that the point of fusion was best described by a Fourier analysis of the stimulus for that point. He found that at the scotopic level C.F.F.s were a linear function of the ratio of the Fourier fundamental to the average value. The significance of the higher order harmonics was suggested by Cobb, who found that although certain sinusoidal wave stimuli may appear fused, square wave pulses of low amplitude appeared as flicker. He concluded that if the fundamental amplitude is below .08 of the steady component, the

higher order harmonics entered into the determination of the fusion frequency. De Lange has confirmed this general finding but suggests a ripple ratio of 2% as being the critical one for the interference of the higher harmonics. Much more work is required on this and allied topics in view of the fact that other visual phenomena related to contrast effects suggest that some further understanding of them is perhaps possible by employing the Fourier analysis technique in various ways.

These facts make it abundantly clear that in work on photometry one should be aware of the type of wave form being employed and it should not be assumed that a simple blade device gives a simple brightness distribution curve. The blade type device employed in most experiments on this subject produces anything but a simple mathematical function from which to extract the Fourier fundamental which enables the ripple ratio to be determined so that the influence of the other harmonics may be assessed. For example if a blade rotates about a centre at a distance 'a.r.' from the centre of a beam of radius 'r', the formula governing the wave form of the light emerging as the blade sweeps across is as follows:

$$A = r^2 \left\{ \text{Sin}^{-1} (\alpha \text{Sin } \theta) + \frac{1}{2} \text{Sin } 2 [\text{Sin}^{-1} (\alpha \text{Sin } \theta)] \right\}$$

$$\text{for, } 0 \leq \theta \leq \text{Sin}^{-1} \frac{1}{\alpha}$$

This is the usual arrangement and clearly some approximations will be inevitable.

If the cut off can be placed close to the slits of the collimators and suitably shaped, quite precise wave forms can be produced to one's specification, thus avoiding calculations which give the above type formula which tend to have a desaturating effect on the motivation of the non-mathematically minded.

Of square and rectangular waves in particular, it is evident that the pulse-cycle ratio is bound to be of significance and evidence is now abundant to establish this beyond doubt. Porter was investigating it in 1898 and found that for given brightness the C.F.F. varied with P.C.F. in a roughly symmetrical curve with a maximum at about .5. This general type has been demonstrated more recently by Bartley and Nelson and produces the intriguing interpretation that at some levels of intensity one would get flicker at the shortest flashes, followed by the sequence, fusion, flicker, fusion. This tends to be contrary to expectations and raises difficulties for an interpretation which is geared to the Fourier analysis approach. For instance the coefficient of the Fourier term for a rectangular pulse of length  $2t$ , and cycle  $T$  is

$$a_n = \frac{2}{n\pi} \text{Sin } \frac{2\pi}{T} nt, \text{ with a "dc" term} = \frac{4t}{T}.$$

Hence as 't' increases with respect to T, both the d.c. term and the coefficient  $a_n$  increases. This is the same as increasing the P.C.F. The ripple ratio becomes,

$$r = \frac{\frac{4t}{T} + \left( \text{an Cos } \frac{2\pi}{T} nt \right)}{\frac{4t}{T}}$$

For the fundamental

$$\begin{aligned} r &= \frac{\frac{4t}{T} + \frac{2}{\pi} \text{Sin } \frac{2\pi}{T} t \text{Cos } \frac{2\pi}{T} t}{\frac{4t}{T}} \\ &= 1 + \frac{T}{2t} \text{Sin } \frac{2\pi}{T} t \text{Cos } \frac{2\pi}{T} t \end{aligned}$$

To determine the effect of increases of 't' upon 'r', we can differentiate 'r' with respect to 't'.

$$\text{and, } dr/dt = \frac{\pi}{t} \text{Cos } (2at) - \frac{T}{4t} 2 \text{Sin } (2at)$$

$$\text{where } a = \frac{2\pi}{T}$$

This expression will remain positive until

$$\tan \frac{4\pi t}{T} = \frac{4\pi t}{T}$$

i. e. when  $\frac{4\pi t}{T} \rightarrow 0$  i. e. when 't' diminishes to zero.

Hence as the P.C.F. increases the C.F.F. would be expected to rise — but Bartley's data shows the contrary, suggesting that the Fourier approach is somewhat circumscribed.

#### REFERENCES

- ABNEY, Trans. Roy. Soc. Lond., 1886, p. 423.  
 ABNEY, Trans. Roy. Soc. Lond., 1888, p. 547.  
 ALLEN, Phys. Rev. 1, 28, 45, 1909; 1, 11, 257, 1900.  
 BARTLEY & NELSON, J. Opt. Soc. Am., 51, 41, 1961.  
 BENDER, Ann. der Phys., (4), 9, p. 185, 1914.  
 CHAPANIS, J. Opt. Soc. Am., 45, 1, 1955.  
 COBB, J. Opt. Soc. Am., 24, 19-107, 1934.  
 COBLENTZ & EMERSON, Bull. Bur. Stds., 14, 167, 1918-19.  
 DE LANGE, J. Opt. Soc. Am., 48, 784, 1958.  
 DOW, Phil. Mag., 120, 1906.  
 DOW, Phil. Mag., 58, 1910.  
 EBERT, Ann. der phys., 1888, p. 136.

- FERREE & RAND, Psychol. Rev., 22, 110, 1915.  
GIBSON & TYNDALL, Bur. of Stds. Sci. papers, 475.  
HOUSTOUN, Phil. Mag., (6), 25, 715, 1913.  
IVES, Phil. Mag. (6), 24, 1912.  
IVES, J. Opt. Soc. Am., 254, 343, 1922.  
LUCKIESH, Phys. Rev., 4, 1, 1914.  
PECKAM & WARNER, J. Opt. Soc. Am., 42, 621, 1952.  
PFLÜGER, Ann. der Phys., (4), 9, 185, 1902.  
PORTER, Proc. Roy. Soc. (Lond.), 63, 347, 1898.  
TRUSS, J. Opt. Soc. Am., 47, 1130, 1957.  
TUFTS, Phys. Rev., (1), 25, 433, 1907.  
WRIGHT, « Researches in Normal and Defective Colour Vision », 1946.

## **SECTION II**

### **MODE**

Sous la présidence de M. CARLIN (France et de M. MILO E. LEGNAZZI (Suisse) et avec le concours de M. OUVAROFF (France) et de M. INAMURA (Japon)





# LA COULEUR, LE TEXTIL ET LA MODE

M. FRED CARLIN

Ingénieur textile - Conseiller de mode, Paris

Je voudrais, aujourd'hui, vous exposer brièvement mon point de vue sur l'importance du rôle des Couleurs dans l'Industrie des Textiles et des Vêtements en général.

Tout d'abord, permettez-moi de souligner que plus que dans aucune autre branche de l'Economie Internationale la Mode joue un rôle important dans notre spécialité.

En effet, si la vie quotidienne s'oriente de plus en plus vers une normalisation des productions, de biens de consommation, et une harmonisation des couleurs employées, nous devons attribuer au facteur « Mode » une valeur particulière sur le plan de l'orientation rationnelle des coloris dans l'industrie du Vêtement, et, à priori, dans les Textiles qui sont à la base de toutes les productions vestimentaires.

On peut, en passant, noter une évolution un peu plus lente dans le secteur de l'Ameublement et des Textiles ou Plastiques utilisés par cette branche et ses dérivés (habitat, articles pour carrosserie, etc...).

Pour revenir au Vêtement (féminin ou masculin), il faut tout d'abord différencier trois groupes distincts dans ce domaine:

1. - Le Vêtement lui-même (masculin ou féminin): costume, pardessus, robe, tailleur, manteau, etc... dans toutes les catégories possibles pour la Ville, pour le Sport, pour le Soir, pour la Pluie, pour le Voyage ou pour le Travail (vêtements de protection).

2. - Le sous-Vêtement (chemise, lingerie féminine, chemise masculine, lingerie féminine, chaussettes, bas, slips, soutien-gorge, etc...) en un mot, tous les accessoires masculins ou féminins auxquels viennent s'ajouter les cravates, les écharpes, etc...

3. - Les Cuir et Peaux ou Plastiques servant à la fabrication des accessoires de l'Habillement (chaussures, sacs, ceintures, etc...).

Le groupe 1) est de loin celui dans lequel s'effectue deux fois par an une assez profonde mutation au point de vue « Couleurs »; En d'autres

termes, on peut dans la consommation du « grand Public », et à son stade, conseiller les coloris de Printemps et d'Été comme « sortis » en Février de chaque année, tandis que ceux de l'Hiver se manifestent en Août et Septembre dans le « grand Public ».

Le processus normal qui doit nous guider pour aboutir logiquement à une normalisation pratique et efficace dans ce groupe peut donc être calculé chronologiquement comme suit (l'exemple étant pris sur l'année 1964-1965 comme référence):

a) création et harmonisation des Couleurs du Printemps et de l'Été 1964, en Octobre 1962, avec transmission de ces coloris de base à l'Industrie spécialisée des produits colorants de la Filature et du Tissage.

b) utilisation de ces coloris par l'Industrie, (selon détails ci-dessus) de Novembre 1962 à Février 1963;

c) confirmation des tendances de la Mode Internationale, et plus spécifiquement de celle de Paris en Février 1963 avec renforcement des gammes de fabrication et d'harmonie.

d) présentation des collections de Fabricants ou Confectionneurs (communication est à faire seulement à ce moment-là aux intéressés Confectionneurs).

e) sortie des Collections de Confection en Octobre-Novembre 63 (communication doit être faite à ce moment-là des couleurs nouvelles aux Détaillants, Grands Magasins et Distributeurs).

f) livraison des articles confectionnés en Janvier 1964 avec distribution au Public de Janvier à Mai inclus dans le cadre de la Saison de consommation.

A ce moment-là, présentation et publication par la Presse spécialisée des nouveaux coloris pour orienter le goût du Public dès le mois de Janvier.

Le cycle complet représente donc un minimum de 15 mois et un maximum de 20 mois en partant du matériau de base pour arriver au magasin de Détail dans lequel le Public trouve les objets confectionnés.

Le même processus se déroule de Mai 1963 au 1er Octobre 1964 pour la Saison Hiver 1964-1965, etc..., etc...

Dans le groupe 2), le rythme est plus lent comme déjà dit, et ce, tout au moins, pour une importante partie des produits en cause, mais on peut considérer comme valables les mêmes dates, avec une technique de coloration différente, et nettement particulière pour chaque branche.

C'est ainsi que des Groupes de Coordination, et des Clubs de Création se sont déjà préoccupés dans chaque Pays, et dans l'Europe en général, voire même à l'échelon International, de promouvoir quelques teintes (nombre très limité) pour certaines spécialités, comme la chemise d'homme, les bas de femme, les cravates, la lingerie féminine, les manteaux de pluie, etc... etc... mais il y a là un besoin de normalisation et de concentration qui se fait

jour comme partout ailleurs, et il faudrait idéalement arriver à une sorte de coordination internationale, de manière à ce que l'ensemble des Industries puissent suivre les mêmes directives.

Les coloris fondamentaux restent donc à créer dans ce domaine, et également à promouvoir. Il faut, bien entendu, les considérer comme établis sur une inspiration générale dans le même esprit que ceux du groupe 1), mais chaque secteur du groupe 2) comporte une gamme particulière qui est adaptée à son cas personnel.

Pour ce qui concerne le groupe 3), le rythme est la même que pour le groupe 1), et la coordination des couleurs peut être absolument parfaite.

Quels sont les problèmes de coloris qui intéressent aujourd'hui les Industriels et les Commerçants du Monde entier, dans la mesure où ils appartiennent à l'une ou l'autre des secteurs examinés plus haut?

Un désir (je devrais dire plus), un besoin *impérieux* de coordination et de normalisation de la Couleur, devient de plus en plus évident.

Des sommes énormes sont en jeu, et des investissements considérables reposent sur les Couleurs, en partant de l'Industrie des Produits Chimiques, et matières colorantes à la base pour arriver au Public, en passant par la Tannerie pour le Cuir, la Filature, le Tissage, le Tricotage, la Teinture et l'Apprêt pour le Textile, il faut y ajouter les Industries de l'Impression, de la Confection, et enfin la Distribution au Détail dans tous les produits en cause.

Faute de coordination, de programme commun à longue échéance, ce qui est le cas général jusqu'à présent, il s'ensuit d'énormes pertes et des gaspillages considérables qui sont chaque jour à déplorer pour le plus grand dommage de tous.

Il n'est pas besoin de souligner que l'anarchie, et la trop grande dispersion des gammes de couleurs (dont beaucoup se doublent sans avoir entre elles des écarts sérieux) sont à la base des déboires industriels et commerciaux de tous ordres, tant au stade de la production que dans la vente, et que, seule une rationalisation des couleurs basiques de chaque groupe peut permettre de réaliser un « programme » profitable à tous, et plus particulièrement (in fine) aux Consommateurs, avec l'abaissement du prix de revient qui s'ensuivra automatiquement, et toutes les facilités de production et de livraison à bonne date avec une garantie parfaite de sécurité minimum à tous les échelons.

Comment peut-on réaliser ce programme?

Tout simplement, par une étude réfléchie et vraiment sérieuse des bases fondamentales de la Mode en ce qui concerne la Couleur, et ce, au départ, en utilisant les indications des « Personalités-Créatrices » et des « Eléments originaux » qui sont les « Leaders » incontestés de la Mode: grands Fabricants de Textiles de Nouveautés, Couturiers, Confectionneurs de qualité, stylistes, Modélistes, Dessinateurs, etc... etc...

Puis, en transférant, et en les *adaptant*, les coloris ainsi inspirés par la Mode de « l'élite » à une fabrication plus large et plus démocratique qui puisse s'adresser à la Masse du Public, mais avec un *décalage de 12 mois environ!*

En effet, une opinion erronée, est celle qui consiste à penser qu'aujourd'hui, la Mode et la tendance de base sont immédiatement utilisables par la Masse, alors que tout s'oppose à la réalisation de ce programme trop simpliste:

1. - du fait de la nécessité d'interprétation des produits de prix de base élevés, en les traduisant sur le plan de la Masse, d'où un décalage nécessaire au point de vue fabrication, analyses et recherches; les coloris nouveaux étant ceux des articles de prix élevés au départ.

2. - par suite de l'inconvénient d'une information (surtout par la Presse) prématurée par rapport à la disponibilité des objets et coloris qui sont à la base de cette Promotion.

C'est là un phénomène bien connu et fort coûteux pour l'Industrie et le Commerce, que des articles, ou des coloris, lancés par la Presse, bien avant leur mise à disposition de la vente, ne peuvent pas se trouver dans la distribution.

3. - en raison du besoin de la masse du Public de voir portées ou employées, par une certaine « élite » qui constitue pour lui une « image » valable, les couleurs nouvelles, avant de s'y habituer, et de les voir ainsi confirmées pour pouvoir les acheter *ensuite* à coup sûr, et avec plaisir (phénomène bien connu de l'influence sur le « grand Public », des Stars, et des Personnalités de tous ordres qui, représentant une faible minorité, permettent à chacun de calquer avec un recul plus ou moins grand ses propres désirs sur ceux qu'ils considèrent comme des « Modèles » enviables).

Donc, pour la « bonne santé » de l'Industrie comme du Commerce, et pour la satisfaction du Consommateur, il est souhaitable, et je dirais même, hautement nécessaire, que le cycle chronologique prévu ci-dessus soit respecté, afin de permettre la création et l'exploitation sereine et productive pour tous, des coloris *de base* qui doivent être adoptés par l'ensemble des Industries et des Commerces *mondiaux* intéressés.

Qu'entendons-nous par coloris de base?

Il s'agit d'une gamme réduite de 12 à 15 coloris au maximum (très différents les uns des autres) pour chaque Saison Textile et de 3 à 6 coloris maximum pour chaque Saison dans les Industries annexes (Cuirs, Plastiques, Chemiserie, cravates, etc...).

Il faut s'écarter délibérément de la solution trop facile des gammes « passe-partout » qui, comme la carte de certains Restaurants d'autrefois, comportent une masse énorme de coloris où chacun peut trouver ce qu'il plaît sans aucune directive précise, et où les utilisateurs professionnels comme les consommateurs « se perdent » dans l'incertitude et le doute.

Les temps modernes comportent pour chacun une sorte de discipline qui s'oppose à l'anarchie et à la dispersion du goût, de même que les différentes races humaines tendent à adopter un « standard unique » en toutes choses, lorsque ce « standard » est sérieusement étudié par des Spécialistes.

Cela vient au détriment du libre-choix désordonné et anarchique que nous avons connu autrefois au temps de l'artisanat, et qui est l'antithèse de l'Industrie hautement concentrée de notre époque, et bien entendu, à fortiori, encore plus de celle de demain.

Cette évolution irréversible nous amène à un mieux-être général dans la Couleur comme dans tout le reste. Nous devons donc essayer de *normaliser* cette Couleur sur le plan vestimentaire comme sur le plan de l'Habitat, et sur celui de la vie en général.

Il me faut en conclure par une explication pratique:

Il ne peut être question d'imposer à tout le monde (de l'Industriel spécialisé jusqu'au Consommateur) les mêmes coloris partout à la fois.

Il existe, et il existera toujours dans chaque Pays, et singulièrement en France, une Industrie et un Commerce de Luxe qui s'adressent à une minorité élégante et raffinée, disposant de moyens financiers élevés. Dans ce domaine particulier et *restreint* qu'on peut décrire en faisant allusion à la Haute-Couture, aux grands Tailleurs, aux Bottiers et Paruriers de Luxe, etc..., etc..., on crée, et on créera toujours des Couleurs hors-série, de caractère exclusif et artisanal où l'Art aura une part plus grande que l'Industrie.

Ce sont, et ce seront précisément ces minorités qui donnent et donneront toujours le « ton » à la Mode de telle ou telles nuances, et qui permettront la « normalisation » et la « rationalisation » d'avant-garde qui sont nécessaires à la réussite de mon projet.

En se plaçant chronologiquement à la pointe de la Tendance (d'abord inédite) puis, plus tard, harmonieusement diffusée partout dans la « Masse », ces « Elites » nous permettront toujours de « miser » juste, et à temps, sur des articles originalement créés à grands frais, mais ensuite produits comme tout le reste, à des prix très bas, et conformes aux possibilités d'achats de tous.

Il ne peut pas être possible, ni pratique, de se limiter dans chaque Industrie, à un éventail précis de couleurs, exactement conformes à la « norme » saisonnière minimum évoquée plus haut.

Il faut seulement, et avant tout, créer un climat unifié de coloris *de base*, et laisser à chacun selon ses besoins, et selon le rythme local ou national qui lui est personnel (tant que les principaux Pays du monde n'auront pas trouvé une base commune à leurs goûts et à leurs moyens de production qui, cependant, tendent à s'unifier et à se planifier de plus en plus), chacun devra donc trouver dans ces couleurs normalisées pour chaque Saison une base de départ pour la recherche et l'étude de gammes spéciales adaptées à ses différentes fabrications.

Il est évident, et, cela tombe sous le sens commun, que le producteur de fils à tricoter, et partant le créateur de matières colorantes n'auront pas la même « optique » que le tisseur de soieries légères, par exemple.

Il est bien certain également que le Fabricant de tissus pour imperméables, n'emploie pas les mêmes nuances que le producteur d'articles pour Lingerie, etc..., etc..., mais, il faut, pour le bien de tous, que chacun puisse trouver dans sa gamme Internationale de Couleurs Saisonnière, une base de départ minimum qu'il interprétera lui-même en la modifiant par des affinités de coloriages composés (camaïeux, par exemple) aux besoins propres de son Industrie, et aux particularités de fabrication et d'emploi de chacune des « familles » d'articles qu'il produira.

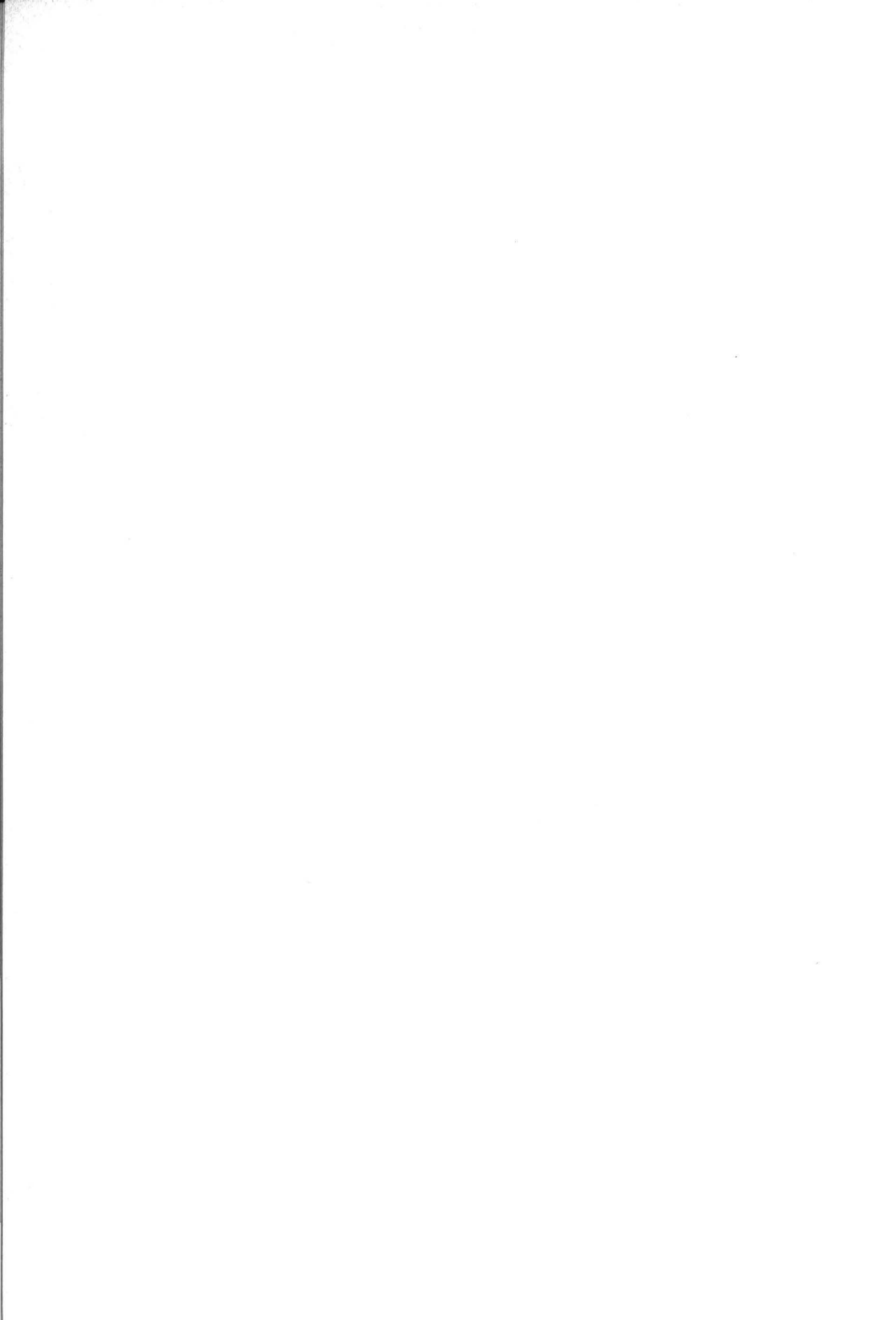
Il faut, enfin, que dans le cadre d'une confrontation bisannuelle des parties intéressées une organisation *internationale unique* mette, à temps, à la disposition de tous, une documentation pratique d'avant-garde et que chacun puisse acquérir auprès d'un éditeur conventionné, ou les cartes de coloris établies en temps opportun pour l'usage de chaque groupe, ainsi que les conseils de Mode avec les indications appropriées pour l'emploi de ces nuances.

C'est là une question d'ordre pratique, que je ne puis préciser dans cette communication, et que le Centre d'Information de la Couleur doit mettre à son « ordre du jour ».

**SECTION II**  
**ESTETIQUE**

*Président:*

Dr. FRIELING (Allemagne)





# DIE TENDENZ DER FARBBEVORZUGUNG UND FARBBABLEHNUNG WAHREND DER ENTWICKLUNG

HEINRICH FRIELING

Institut für Farbenpsychologie Marquartstein / Obb. - Deutschland

ZUSAMMENFASSUNG. — Es wurden 6377 Personen beiderlei Geschlechts, vorwiegend aus Mitteleuropa in den Altersstufen 5-8, 9-10, 11-12, 13-14, 15-16, 17-19 und 20-28 Jahre untersucht hinsichtlich ihrer Präferenz oder Ablehnung von 23 ausgesuchten Farbtönen des FRIELING-Tests. Die Ergebnisse wurden mit denen der Erwachsenen verglichen. Es zeigt sich ein typisches Bild, weitgehend unabhängig von regionalen oder rassischen Einflüssen, in der Jugendentwicklung von der Zuneigung zu Purpur, Rot und Rosa in Alter von 5-8 Jahren bis zum Erreichen des Ultramarinblau und Blau zur Pubertät. Charakteristische Zwischenfarben Grün und Gelb für die Zeit zwischen Kindheit und Pubertät (ca. 12 Jahre). In den unteren Altersstufen wurden vorwiegend Schwarz, Grau, Weiß und Dunkelbraun abgelehnt, zur Zeit der Vorliebe für Grün wurden vorwiegend die wenig intensiven Grünnuancen sowie Lila abgelehnt. Die Weißvorliebe, verbunden mit höchster Ablehnung des Purpur bezeichnet das Stadium des Menschen, der die Pubertät überwunden hat. Von hier an zeigen verdunkelte und aufgehellte Farbtöne ansteigende Tendenzen, wobei auch die persönlichen und regionalen Einflüsse eine größere Rolle zu spielen beginnen. Die Geschlechter verhalten sich verschieden in der Farbbevorzugung. Während Rot-Blaugrün, Zitrongelb-Violett annähernd geschlechtsneutrale Gegenfarben darstellen, gehören Orange und Grün zu den typisch männlichen, Blau und Rosa (später auch Rotorange) zu den typisch weiblichen Farbtönen. Viele Farben zeigen in der Pubertät einen deutlichen Wendepunkt der Geschlechtsbezogenheit (Purpur erst weiblich dann männlich bestimmt; Ultramarin erst männlich, dann weiblich bestimmt, Gelb erst weiblich, dann männlich bestimmt usf.). Die exakte Verfolgung kleiner Entwicklungsschritte vermag wichtige Fingerzeige für die Erforschung der Bedeutung der Farben zu liefern.

Die vorliegenden Untersuchungen greifen aus einem Material von rd. 10.000 Versuchspersonen 6377 Jugendliche, davon 3106 männlich, 3271 weiblich, heraus. Diesen Versuchspersonen wurde der bei Firma Musterschmidt, Göttingen, erschienene Farbenspiegel mit den 23 Farben des FRIELING-Tests (Salzburg 1961) vorgelegt. Es wurden die Vorzugsfarben (bis zu drei) und die Ablehnungsfarben (bis zu 3) wie auch die als wärmste und kälteste empfundene Farbe registriert. Der Befragung liegt ein Querschnitt aus den Ländern: Holland, Norddeutschland, Westdeutschland, Süddeutschland, Oesterreich, Schweiz zugrunde mit zusätzlichen geringen Kontrollzahlen aus Israel, Großbritannien. Es wurden in etwa gleichem Maße Land - wie Stadtschulen berücksichtigt. Elementar- und Oberschulen sind ebenfalls zu an-

nähernd gleichen Teilen vertreten, so daß das Gesamtergebnis zusammenfassend genannt werden kann.

Aus dem Vergleich mit annähernd gleich viel untersuchten Erwachsenen aus denselben Gebieten (zusätzlich Indien, Afrika) ergibt sich, daß die Variabilität der Farbangaben bei Jugendlichen im Ganzen wesentlich geringer und vor allem von der Rasse oder Landschaft weniger abhängig ist als bei Erwachsenen. Z.T. liegt das daran, daß von Jugendlichen gerade diejenigen Farbtöne, die für die Erwachsenen höhere Vorzugszahlen erreichen (wie Pastellfarben und Braun oder Unbunt) wenig gefragt sind, wogegen die elementaren Farben mehr bevorzugt werden. Modische oder saisonelle Einflüsse machen sich wohl bei dem Erwachsenenmaterial, nicht aber bei den Jugendlichen geltend.

Die Auswahl der gezeigten Farben musste notwendig gering und so sein, daß genügend Möglichkeit bestand, zu vergleichen, um das Gefallende herauszusuchen. Die Kinder wurden nicht beeinflusst. Typische Assoziationswahlen wurden zwar als solche gekennzeichnet bei der Verrechnung aber nicht abgesondert, da es schließlich für das Gesamtergebnis gleichgültig ist, ob eine Farbe aus positiven Assoziationen geliebt und aus negativen abgelehnt wird oder ob Vorzug und Ablehnung tiefere Gründe haben. Ueber diese Fragen sind Spezialuntersuchungen angestellt worden, von denen hier nicht berichtet wird.

Die Auswahl der 23 Testfarben betraf die wichtigsten Grundfarben und einige Nuancen sowie Schwarz, helles Grau und Weiß.

Die Farben liegen vergleichsweise bei folgenden OSTWALD-farben (Bezeichnung nach COLOR HARMONY MANUAL):

Bezeichnung	Beschreibung	ca. Ostwaldnummer
G	Gelb, Jaune, Yellow	1,4 na
Ggr	Citron, Lemon	24,8 ga
Mgr	Maigrün, Lind, Lime	24,0 lc
Ol	Olivgrün	24,0 hd
Lgr	Lichtgrün, Vert clair, bright Green	23,5 da
Gr	Grün, Vert, Green	22,9 nc
Grb	Grünblau, Turquoise	20,2 ma
B	Blau, Bleu, Blue	16,2 lc
Hi	Lichtblau, Bleu ciel clair, bright Blue	16 ca/db
Ul	Ultramarineblau, Outremère	13,3 na
V	Violett	11,0 nc
Li	Lila, hell	11,0 ea
P	Purpurviolett, Purple	10,0 na
Rs	Rosa, Rosé clair, Pink	7,5 ea
R	Rot, Rouge, Red	7,5 pa
Ror	Rotorange, Vermillion	6,0 la

Or	Orange	3,5 pa
Ok	Ockergelb, ocre	2,8 ga/gb
Br	Braun, bruin, brown	5,0 ng
Dbr	Dunkelbraun, Br. foncé, dark brown	5,0 nl
S	Schwarz, Noir, Black	p
Gra	Grau, Gris, Grey (Y = 48%)	e/d
W	Weiß, Blanc, White	a

### Verlauf der Kurven in den Altersgruppen.

Es hat sich erwiesen, daß mindestens alles 2 Jahre eine Altersgruppe unterschieden werden muss. Frühere Untersuchungen über unseren Gegenstand betrafen zu große Zeitspannen, weshalb nichts Charakteristisches über den Verlauf der einzelnen Kurven mitgeteilt werden konnte. Das Maximum der Kurve für die Rot-Bevorzugung liegt zwar in früher Jugend, aber eben doch nicht im Einschulungsalter sondern etwas später (bei 10 Jahren), das Maximum des Orange liegt für die Knaben im Alter von 17-19 Jahren, für die Mädchen bei 5-8 Jahren usw. Während die Pastell- und Unbuntfarben kaum nennenswerte Zahlen erreichen, sind die Urfarben Rot (Purpur), Blau (Ultramarin), Grün und Gelb führend.

Gruppe: 5-8 Jahre, Vorzug aus 23 Farben

Purpur (P)	männl. 13 %	weibl. 16 %
Rot (R)	männl. 16 %	weibl. 17 %
Gelb (G)	männl. 8,6%	weibl. 8,2%
Rosa (Rs)	männl. 5,5%	weibl. 11 %
Ultr. (Ul)	männl. 7,5%	weibl. 5,8%
Orange (Or)	männl. 6 %	weibl. 6,8%
Blau (B)	männl. 6,3%	weibl. 6 %
Grün (Gr)	männl. 5,2%	weibl. 4,5%
Grünblau (Grb)	männl. 4,8%	weibl. 2,9%
Zitron (Ggr)	männl. 4,1%	weibl. 3,5%

Rotorange (Ror)	männl.	4 %
	weibl.	3 %
Violett (V)	männl.	3,7%
	weibl.	2,7%

Werte unter 3% entfallen.

Gruppe: 9-10 Jahre, Vorzug

Rot (R)	männl.	20 %
	weibl.	20 %
Purpur (P)	männl.	13 %
	weibl.	16 %
Grün (Gr)	männl.	10 %
	weibl.	9 %
Ultram. (Ul)	männl.	11 %
	weibl.	7,3%
Gelb (G)	männl.	8,5%
	weibl.	9,7%
Rosa (Rs)	männl.	2,8%
	weibl.	10,2%
Grünblau (Grb)	männl.	6,6%
	weibl.	6,4%
Blau (B)	männl.	3,8%
	weibl.	7,6%
Orange (Or)	männl.	6 %
	weibl.	5 %
Violett (V)	männl.	4,5%
	weibl.	1,2%

(geringere Werte entfallen)

Im Gegensatz zur Reihenfolge der 5-8 Jährigen tritt hier also ein bedeutsamer Unterschied in der Schwerpunktbildung ein. Auch ist die geschlechtliche Differenzierung (Rosa, Violett, Blau!) erheblich. Das Rotorange erreicht ebensowenig wie Zitron eine nennenswerte Höhe. Rot erreicht seine absolut größte Höhe überhaupt, wogegen sich das Purpur genau auf gleicher Höhe hält, um erst später rasch abzusinken. Grün ist auffällig in den Vordergrund gerückt, Ultramarin steigt an.

Gruppe: 11-12 Jahre, Vorzug

Rot (R)	männl.	18 %
	weibl.	17 %
Ultram. (Ul)	männl.	14 %
	weibl.	10 %

Grün (Gr)	männl.	13 %
	weibl.	12 %
Gelb (G)	männl.	9 %
	weibl.	10 %
Purpur (P)	männl.	6,5%
	weibl.	10%
Blau (B)	männl.	5,5%
	weibl.	7 %
Orange (Or)	männl.	6 %
	weibl.	5 %
Rosa (Rs)	männl.	2,1%
	weibl.	8,5%
Grünblau (Grb)	männl.	4,5%
	weibl.	6 %
Lichtblau (Hi)	männl.	2,3%
	weibl.	4,9%
Rotorange (Ror)	mannl.	3 %
	weibl.	1 %

(geringere Werte entfallen)

In dieser Gruppe ist Ultramarin an zweite Stelle nach Rot gerückt. Grün nimmt nach wie vor die dritte Stelle ein, Gelb sitzt nunmehr an der vierten, womit schon die Verhältnisse bei den Erwachsenen annähernd erreicht werden. Rosa fällt immer weiter zurück, als zweite Pastellfarbe tritt Lichtblau erstmals in Erscheinung. Orange hält sich genau. Rotorange überschreitet die Grenze, vor der die bedeutungslosen Farben liegen.

Gruppe: 13-14 Jahre, Vorzug

Rot (R)	männl.	14,5%
	weibl.	15,5%
Ultram. (Ul)	männl.	15 %
	weibl.	11 %
Grün (Gr)	männl.	12 %
	weibl.	10 %
Purpur (P)	männl.	6,7%
	weibl.	9,9%
Gelb (G)	männl.	8 %
	weibl.	8,2%
Blau (B)	männl.	5 %
	weibl.	8,8%
Orange (Or)	männl.	8 %
	weibl.	3 %

Grünblau (Grb)	männl.	4,3%
	weibl.	4,6%
Rosa (Rs)	männl.	2,1%
	weibl.	6,3%
Rotorange (Ror)	männl.	4 %
	weibl.	4 %
Lichtblau (Hi)	mann.	2,9%
	weibl.	4 %

Die hier auftretende Reihenfolge der Farben ist wenig verschieden von derjenigen der vorigen Gruppe, jedoch sind die einzelnen Zahlen etwas unterschiedlich. So steigen Ul und Gr langsam an. Rosa verliert im weiblichen Geschlecht und zeigt keine so auffällige Diskrepanz der Geschlechter mehr.

Gruppe: 15-16 Jahre, Vorzug

Ultramarin (Ul)	männl.	14 %
	weibl.	13 %
Rot (R)	männl.	14 %
	weibl.	12 %
Grün (Gr)	männl.	12,5%
	weibl.	8 %
Gelb (G)	männl.	7,5%
	weibl.	8 %
Blau (B)	männl.	5,7%
	weibl.	8,5%
Orange (Or)	männl.	8 %
	weibl.	4,5%
Purpur (P)	männl.	6,6%
	weibl.	5,3%
Grünblau (Grb)	männl.	5,2%
	weibl.	4,5%
Rosa (Rs)	männl.	2,1%
	weibl.	8,5%
Rotorange (Ror)	männl.	4 %
	weibl.	6 %
Lichtblau (Hi)	männl.	2,8%
	weibl.	3,9%

In dieser Gruppe wird die für die Erwachsenen typische Reihenfolge UL-R-Gr-G zum ersten Mal erreicht, wenn das Ul auch noch sehr wenig das Rot überragt. Geringer Anstieg des Rosa bei Mädchen weist auf Zunahme der Reservierung hin. Geringe Zunahme des Rotorange beim weiblichen Geschlecht deutet offenbar auf gesteigerte Triebaktivität und Affektivität.

Das Ultramarin erreicht seinen Höhepunkt. Diese — wie aus Projektionstestverfahren (FRIELING, PFISTER-HEISS) hervorgeht — desintegrierende Farbe, die auf innere Reizverarbeitung und Regulation durch den personalen Oberbau deutet, kann als Kennzeichen für den Höhepunkt der Pubertät angesehen werden.

Gruppe: 17-19 Jahre, Vorzug

Ultramarin (Ul)	männl.	12 %
	weibl.	15 %
Rot (R)	männl.	12 %
	weibl.	12 %
Blau (B)	männl.	6,5%
	weibl.	8 %
Grün (Gr)	männl.	8 %
	weibl.	6,3%
Gelb (G)	männl.	9 %
	weibl.	4,3%
Orange (Or)	männl.	8,5%
	weibl.	5 %
Rotorange (Ror)	männl.	6 %
	weibl.	6 %
Purpur (P)	männl.	5 %
	weibl.	4,7%
Lichtblau (Hi)	männl.	3,8%
	weibl.	4,7%
Grünblau (Grb)	männl.	3,3%
	weibl.	5 %
Grau (Gra)	männl.	4,5%
	weibl.	3,2%
Ockergelb (Ok)	männl.	2,7%
	weibl.	3,8%
Rosa (Rs)	männl.	2,2%
	weibl.	3,1%
Schwarz (S)	männl.	3,3%
	weibl.	2 %
Zitron (Ggr)	männl.	2,1%
	weibl.	3,1%
Maigrün (Mgr)	männl.	3,1%
	weibl.	2,1%

Auch müßten hier genannt werden Braun und Dunkelbraun, jedoch sind diese Farben regional zu verschieden, so daß das vorliegende Zahlenmaterial für genaue Angaben allgemeiner Art nicht ausreicht.

Gruppe: 20-28 Jahre, Vorzug

Ultramarin (Ul)	männl.	11 %
	weibl.	14 %
Rot (R)	männl.	10 %
	weibl.	10 %
Grün (Gr)	männl.	12 %
	weibl.	5,8 %
Blau (B)	männl.	5,7 %
	weibl.	8 %
Orange (Or)	männl.	7,5 %
	weibl.	4,7 %
Gelb (G)	männl.	7 %
	weibl.	4,4 %
Rotorange (Ror)	männl.	4,5 %
	weibl.	5,5 %
Grünblau (Grb)	männl.	4,6 %
	weibl.	5,3 %
Lichtblau (Hi)	männl.	3,8 %
	weibl.	5 %
Maigrün (Mgr)	männl.	3 %
	weibl.	2,5 %
Purpur (P)	männl.	4,8 %
	weibl.	2,4 %
Rosa (Rs)	männl.	2 %
	weibl.	4,7 %
Grau (Gra)	männl.	4,9 %
	weibl.	1,3 %
Schwarz (S)	männl.	3 %
	weibl.	3 %

Die restlichen Farben sind entweder regional zu unterschiedlich oder entfallen hier wegen zu geringer Gesamtzahlen.

In dieser (letzten) Gruppe der jugendlichen, nun schon erwachsen gewordenen Menschen spiegeln sich die Durchschnittsverhältnisse der Erwachsenen gut wieder, nur daß später noch höhere Werte im Zitron, Hell-Lila und in den Braun- wie auch Olivfarben erreicht werden. Die Purpurwerte befinden sich auf einem Tiefpunkt und steigen später wieder gering an. Orange und Rotorange fallen weiter ab.

Die *abgelehnten* Farben erweisen sich als ebenso typisch wie die bevorzugten. Nicht immer fallen die Maxima der Ablehnung mit den Minima der Bevorzugung zusammen (wie das z.B. bei Purpur der Fall ist), es gibt vielmehr auch viele Farben, bei denen in einer gewissen Altersstufe eine Art Auseinandersetzung mit der Farbe im positiven wie negativen Sinn



stattfindet. So fallen beim Rotorange Ablehnungs- und Vorzugsmaximum zusammen, und nach 28 Jahren steigen sowohl Vorliebe wie Ablehnung. Bei etwa gleichhohem Stand der Ultramarinbevorzugung im Alter von 15 wie auch von 18 Jahren ist die Ablehnung in der ersten Gruppe maximal, in der zweiten minimal, d.h. die Auseinandersetzung mit dem Ultramarinblau ist mit 15 Jahren stärker. Das Ablehnungsmaximum für Grün liegt mit dem hohen Wert von 4% in der Gruppe der 17-19 Jährigen, während das Minimum der Bevorzugung erst ab 21 Jahren mit ca. 5% erreicht wird.

Die Ablehnung des Rosa erreicht zwischen 17 und 19 Jahren den Höhepunkt mit 7% bei beiden Geschlechtern. Beim Purpur ist die Ablehnung mit 17 bis 19 Jahren im weiblichen Geschlecht gut doppelt so hoch (etwa 13%) als im männlichen (6%).

Nur bei den sogenannten Elementarfarben bleibt die Ablehnung weit unter der Bevorzugung. Bei Rot verhalten sich Vorzug zu Ablehnung maximal 40:1, minimal 2:1. Noch eindeutiger bevorzugt ist Ultramarin mit ca. 75:1 maximal und 5,5:1 minimal. Bei Gelb maximal 35:1, minimal 2:1, bei Grün maximal 12:1, minimal 1:1, bei Blau maximal 6:1, minimal 2:1 und bei Grünblau 14:1 bzw 1,3:1. Die Maximal-Unterschiede sind auch noch Purpur und Rosa weit mehr bevorzugt als abgelehnt. Bei 6-10 jährigen Knaben verhalten sich Vorzugs- zu Ablehnungsprozente wie ungefähr 6:1, bei den Mädchen dieses Alters gar wie 16:1. Ab 15 Jahren dreht sich das Verhältnis um: Purpur wird dann mehr abgelehnt als bevorzugt (bis zum Vierfachen).

Rosa wird bei Knaben nur bis zum 10 Lebensjahr mehr geliebt als abgelehnt, im weiblichen Geschlecht jedoch bis zum 17. Jahr eindeutig mehr bevorzugt, hernach teils stärker abgelehnt (18-19 Jahre), teils annähernd gleichhäufig geliebt wie gehasst.

Unter diesen Umständen dürfen wir als für die Kindheit eindeutig bevorzugte Farben Purpur, Rot, Ultramarin, Gelb, Grün, Grünblau, Blau und Rosa nennen. Auch Orange tritt erst nach der Entwicklung stärker als Ablehnungsfarbe hervor. Farben, die für alle Lebensalter eindeutig mehr bevorzugt sind als abgelehnt, sind lediglich Ultramarin, Rot, Gelb, Blau und Blaugrün sowie Grün.

Farben, bei denen die Ablehnung im Ganzen gesehen höher als die Zuneigung ist, sind: Hell-Lila (Maximum bei 11-12 jährigen Knaben ca. 15:1 abgelehnt!). Olivgrün wird am stärksten von Zwölfjährigen abgelehnt (20:1). Erst ab 21 Jahren ist eine Tendenz zur höheren Bevorzugung zu konstatieren. Violett wird außer bei Knaben von ca. 7 Jahren stets wesentlich mehr abgelehnt als geliebt (maximal 20:1).

Dunkelbraun wird bis zum 18. Lebensjahr mehr abgelehnt als bevorzugt. Maximum bei 13-14 jährigen Mädchen ca. 170:1! Nur wenige Jahre später wächst die Zuneigung zu dieser Farbe, besonders in der Schweiz,

rapide an. Gewaltig ist die Ablehnung des Schwarz in der frühen Kindheit mit 340:1! Die geringste Ablehnung herrscht bei 17-19 Jahren. Später zeigen sich wieder höhere Ablehnungszahlen, besonders bei sehr alte Menschen. Grau wird mit 9-10 Jahren wie 25:1 abgelehnt. Später steigt die Beliebtheit.

### Synopsis der Bevorzugung und Ablehnung.

Betrachtet man Vorzugs- und Ablehnungskurven gemeinsam, so erkennt man folgende Zusammenhänge:

*Gruppe: 5 - 8 Jahre:* Absolutes Maximum der Bevorzugung:

Purpur (P)  
Rosa (Rs)  
Zitron (Ggr)

Absolutes Maximum der Ablehnung:

Schwarz (S)  
Grau (Gra)  
Weiß (W)  
Dunkelbraun (Dbr)  
(Braun, Br)

Diese Farben weisen darauf hin, daß die Integration von Psyche und Umwelt (Purpurbedeutung im Farbttest!) bedeutsam ist und daß die avitalen, eine geringe Dynamik anzeigenden Unbunten ebenso wie alles rational Differenzierte und Unlebendige abgelehnt werden.

*Gruppe: 9-10 Jahre:* Absolutes Maximum der Bevorzugung:

Rot (R)  
Purpur (P)  
Grünblau (Grb)

Absolutes Maximum der Ablehnung:

Grau (Knaben)  
Dunkelbraun

Absteigend gegenüber der ersten Gruppe sind Orange und Rotorange, ebenso Braunvorliebe, absteigend verhält sich auch Zitron, wogegen Gelb (G) leicht ansteigt, genau so wie Ultramarin und Grün (nur das Maigrün sinkt wie das Zitron ab). Das Blau (B) hat bei Mädchen ansteigende, bei Knaben absinkende Tendenz. Die Ablehnung des Lichtgrün (Lgr) und

Oliv (Ol) steigt, wie auch die des Lichtblau (Hi), welches in der Bevorzugung bei Mädchen zunimmt, bei Knaben aber abnimmt.

Die typischen Farben dieser Gruppe verraten eine allgemein vitale Tendenz mit noch stark dominierender magisch-mythischer Welt (P, R).

Dem « väterlichen » Rot steht das kontrastierende Grünblau als Symbol der Mütterlichkeit gegenüber. Das Rot ist im Farbtest auch Ausdruck einer Willensdominanz, die sich in diesem Alter bei den meisten Kindern bemerkbar macht.

*Gruppe: 11-12 Jahre:* Absolutes Maximum der Bevorzugung:

Grün (Gr)

Gelb (G)

Absolutes Maximum der Ablehnung:

Oliv (Ol)

bei weibl.: Lichtgrün

bei männ.: Lila (Li)

Auch Violett (V) hat einen starken Ablehnungsgipfel beim weiblichen Geschlecht.

Ultramarin hat sich mächtig erhoben, Rot fällt erstaunlicherweise ab, noch mehr Purpur und etwas sanfter Rosa wie Grünblau.

Rotorange hat seinen Tiefpunkt der Bevorzugung allein im weiblichen Geschlecht.

Das Farbenbild dieser Altersgruppe weist psychologisch eindeutig auf « Eingeburt » materialisierend ausrichtender Kräfte, die zu einer logischeren Urteilsbildung befähigen.

Gleichzeitig deutet das hohe Gelb kommunikative Interessen (Kontakte) an. Li, Lgr, Ol werden als kränklich empfunden. Die Schönheit dieser Farben kann ohne ausgeprägtes ästhetisches Empfinden nicht gesehen werden. Dieses fehlt aber noch, da vielmehr das Lebendige und Technische interessiert.

*Gruppe: 13-16 Jahre:* Absolutes Maximum der Bevorzugung:

Ultramarin (Ul) (Knaben)

Blau (B) bei Mädchen

Absolutes Maximum der Ablehnung:

Lichtgrün (Lgr) bei Knaben

Braun  
(Dunkelbraun fast maximal  
bei Mädchen)

Orange hat bei Knaben einen sehr hohen Wert, ebenso Rotorange (besonders bei Mädchen).

Im allgemeinen sind die Tendenzen zur Hauptpubertät so, daß man von einem statischen Gleichgewicht der meisten Farben sprechen kann, da sich Tendenzen der Ablehnung und der Bevorzugung die Waage halten und die für die Erwachsenen typischeren Farbensausdrücke als Wende anmelden. Purpur hat einen wichtigen Kreuzungspunkt für Ablehnung und Bevorzugung. Grün erreicht bei Knaben einen weiteren Höhepunkt der Bevorzugung, von dem es später jäh abfällt, was es bei Mädchen schon seit dem 12. Lebensjahr tut, wobei sich gleichzeitig die Ablehnung des Grün in beiden Geschlechtern steigert (diese Farbe also zur Auseinandersetzung führt). Eine weitere Kreuzung liegt hier (bei 16 Jahren) zwischen der aufsteigenden Bevorzugungskurve des Ultramarin bei Mädchen und der absteigenden bei Knaben.

Rosa erlebt beim weiblichen Geschlecht noch eine zweite Blüte nach der früheren Kindheit. Beim männlichen Geschlecht bleibt die Kurve seit dem 10. Lebensjahr unverrückt niedrig.

Mit dem Erreichen des Blauhöhepunkts (bzw. Ultramarin), der Kreuzung im Purpur und der Auseinandersetzung mit Grün wie auch der hohen Ablehnung des Violetten im weiblichen Geschlecht wird die Hochpubertät charakterisiert. Die innere Reizverarbeitung, Desintegration und « Entmythologisierung » können als erklärende Begriffe aus der Farbttest-Psychologie hinzugezogen werden.

*Gruppe: 17-19 Jahre:* Absolutes Maximum der Bevorzugung:

Ultramarin (Ul) als Durchschnittswert aus dem Verhalten beider Geschlechter

Orange (Or)

Rotorange (Ror)

Gelb (G) beim männl. Geschl

Ockergelb (Ok)

Blau (B) beim männl. Geschl  
Ultramarin (Ul) beim weiblichen  
(Schwarz, S)  
Grau (Gra) weibl.

Absolutes Maximum der Ablehnung:

Rosa (Rs)  
Lila (Li)  
Grün (Gr)  
(Lichtgrün, Lgr)  
Blau (B)! (s.o.!).

Die Ablehnung von Schwarz, Grau und Weiß sind hier bei beiden Geschlechtern am geringsten. Auffällig ist das Hervorstechen der Gegenfarben Blau und Orange, die Auseinandersetzung mit dem Blau, die relativ hohe Purpurablehnung und die Grünablehnung. Psychologisch ergeben die angeführten Farbtendenzen den Eindruck eines ambivalenten, rational-emotionalen Einsatzes und einer gerichteten Triebaktivität bei noch verhandener sozialer Bindung (Widerstreit zwischen Ausbrechenwollen und Abhängigkeit, vgl. Ockervorliebe, Blau-auseinandersetzung, Grünablehnung).

*Gruppe: 20-28 Jahre:*

Auf dem Weg zum adulten Zustand fällt hier besonders das Maximum in Weiß und das Minimum in Purpur auf. Die in der frühen Kindheit bevorzugte Farbe wird abgelehnt, die abgelehnte bevorzugt. Mit dem Weiß ist gleichsam der Tisch für Neues gedeckt — für den Anstieg der Pastellfarben, des Brauns, Lilas. Von jetzt ab spielen die Elementarfarben nicht mehr die Rolle wie in der Jugend. Gleichzeitig wird das persönliche und Umweltverhältnis zu den Farben intensiver, so daß die Farbvorlieben von äußeren wie inneren Faktoren abhängiger werden. Die Erfahrungen persönlicher Art, die sich in den Farbtendenzen niedergeschlagen haben, spielen eine weit größere Rolle als je vorher.

### **Die geschlechtliche Divergenz.**

Es ist seit langem bekannt, daß sich die Geschlechter in ihrer Sympathie und Antipathie zu den Farben verschieden verhalten. Es ist jedoch

nicht immer möglich zu sagen, daß eine Farbe weiblich oder männlich bevorzugt ist, weil diese Beziehungen sich im Lauf der Entwicklung nicht selten umkehren.

Eindeutig durch das *männliche Geschlecht* bevorzugt sind:

Orange (Max. 13/14 Jahre 2,6:1)

Maigrün (Max. 15/14 Jahre 3:1)

Grün (Max. 1,5:1 zwischen 15 und 16 Jahre, 2:1 bei Erwachsenen)

Grau: das Verhältnis wird immer divergenter (bis ca. 5:1) nach abgeschlossener Pubertät

Schwarz hat nur bei 13/14 Jährigen und 17-19 Jährigen eine männliche Bevorzugung 2:1; bei Erwachsenen z.T. mehr weiblich bevorzugt. (Modeeinfluss?).

Eindeutig durch das *weibliche Geschlecht* bevorzugt sind:

Blau (mit Ausnahme 5-8 Jährige), (Max. ca. 1,5:1 bei 13/14 Jahren)

Lichtblau (Max. 9/10 Jahren 3:1; sonst durchschnittl. 2:1)

Rosa (Max. 15/16 Jahre ca. 3:1)

Weiß nur während der Jugend weiblich führend (bis 3:1), aber bei Erwachsenen umgekehrt! (vgl. Gegensatz: Schwarz!)

Umkehr-Bevorzugung mit *Wendepunkt* in der *Pubertät*:

Rotorange: Bis 13/14 Jahre männlich, danach weiblich dominierend mit zweitem Gleichgewicht bei 17/19 Jahren.

Gelb: Wendepunkt 15/16 Jahre. Vorher gering weiblich, hernach stärker männlich betont. Ein zweiter Wendepunkt liegt bei 7 Jahren.

Oliv: Erst ab 15 Jahre weiblich betont, vorher gleich.

Ultramarin: Klare Wende bei ca. 16 Jahren. Vorher männlich, nachher weiblich betont. Bei älteren Erwachsenen (regional verschiedene) Annäherung bis Kreuzungstendenz.

Violett: Undeutliche Wendepunkt bei 15/16 Jahren. Vorher männlich betont, hernach gleichlaufend bis weiblich; bei Erwachsenen wiederum Wendepunkte!

Lila: Wende schon 12/13 Jahre. Vorher gleich laufend bis männlich, hernach weiblich betont.

Purpur: Vor 14/15 Jahren eindeutig weibliche, danach männliche Führung.

Braun: Wende bei ca. 15 Jahren. Vorher männlich, nachher weiblich führend.

Annähernd Geschlechtsleichheit herrscht bei:

Rot (mit geringen Schwankungen), Grünblau (Tendenz zum Wendepunkt bei 9-10 Jahren; hernach weiblich).

Diese beiden Gegenfarben sind annähernd gleich hell. Es ist das einzige Farbpaar komplementärer Natur ohne erheblichen Unterschied der Eigenhelligkeit, jedoch mit dem höchsten Unterschied der « Temperatur », also der Warm- und Kalt-differenzierung.

Da auch Zitron (Ggr) und Violett (V) im Großen und Ganzen gesehen, trotz mancherlei Unausgeglichenheiten gleichmäßig vom männlichen wie weiblichen Geschlecht bevorzugt werden, und dieses Paar den größten Helligkeitsgegensatz repräsentiert, den Pigmentfarben annähernd voller Intensität haben, können wir sagen, daß die im Farbkreis auf einander senkrecht stehenden Farbachsen Zitron-Violett und Rot-Blaugrün zu den geschlechtsgleichen Farben weisen, daß also bei den übrigen Farben der spezifische Farbcharakter, aus Helligkeit und Farbtonart gebildet, entscheidend ist für die Bevorzugung durch das eine oder andere Geschlecht. Bei den männlich bevorzugten Farben handelt es sich, allgemein gesagt, um Orange und Grün, also beidemal um Farben, die einen Wesentlichen Gelbgehalt haben und gleichweit vom (geschlechtsgleichen!) Rot wie auch vom Blaugrün stehen (Weg von Orange nach Rot ebenso weit wie von Grün nach Blaugrün).

Die weiblich bevorzugten Farben betreffen im Gegensatz hierzu nicht die Farben, welche auf dem Weg zu den Ruhepunkten Rot-Blaugrün (vgl. Sehpurpur und dessen Absorptionsmaximum!) sind, sondern solche, die als Aufhellungen von Blau und Rot (also Rosa) oder auch Grün und Violett anzusehen sind.

Betrachtet man die Wendepunkte und rechnet zu den nach der Pubertät vorwiegend männlich bestimmten Farben noch Gelb und Purpur, so ergeben sich als *Männerfarben*:

Orange, Purpur, Grün, Gelb

und als *Frauenfarben* (nach Beachtung der von der Pubertät ab weiblich bestimmten Farben):

Blau, Ultramarin - Rotorange, Braun, Olivgrün, Lichtblau, Hell - Lila, Rosa.

*Neutral* erscheinen die Paare Rot-Blaugrün und Zitron-Violett (bzw. bei Beachtung der auffälligen Wendepunkte auch Gelb-Purpur).

Es muss der Farbenpsychologie überlassen bleiben, aus den hier mitgeteilten Tatsachen entsprechende Schlüsse zu ziehen. Die genaue statistische Erforschung der Farbzuneigungen und Farbabneigungen dürfte geeignet sein, um einwandfreiere Deutungen der Farbsymbolik zu erhalten.

Courbes analogues (masc. et fém. en moyenne). Base : les ans.

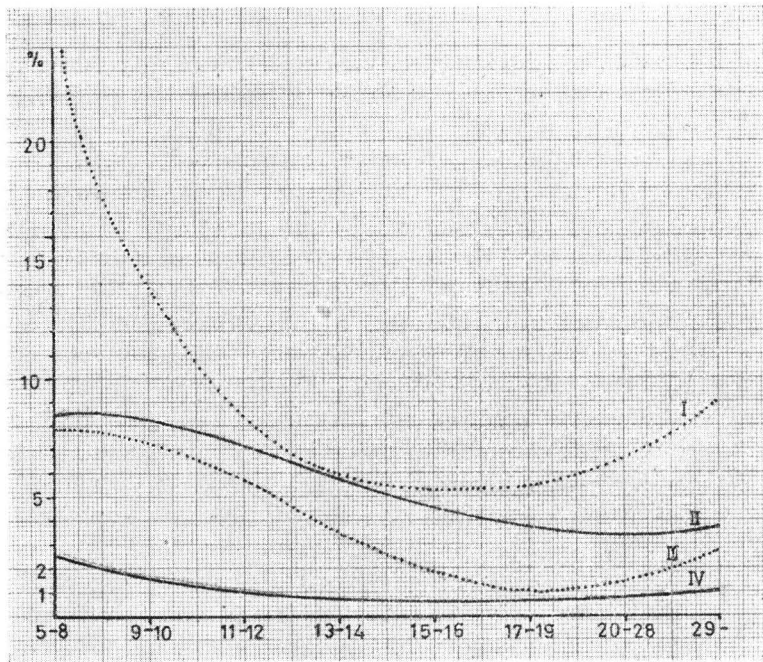


FIG. 1

I: Noir, Aversion — II: Pourpre et Rose, Préférence — III: Gris, Blanc, Brun, Brun foncé (Aversion) — IV: Citron (Préf.).

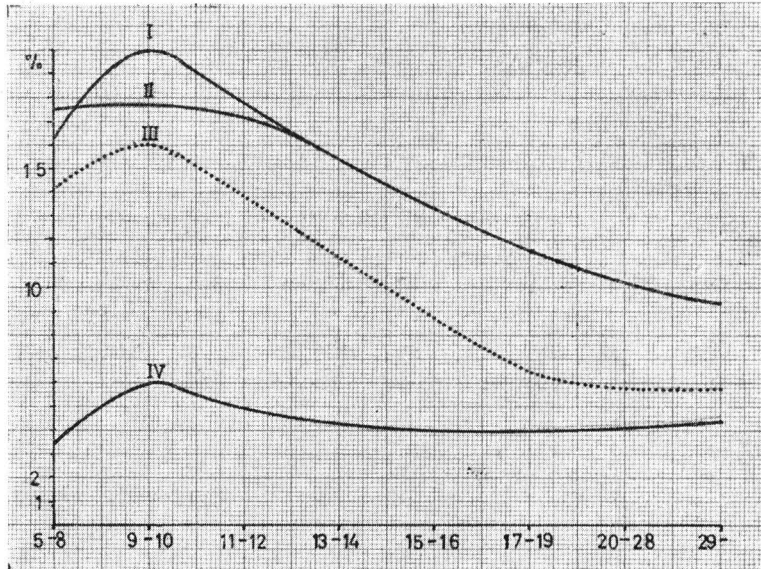


FIG. 2

I: Rouge, Préférence — II: Pourpre, Préf. — III: Gris (masculin, Aversion) — IV: Turquoise, Préférence.



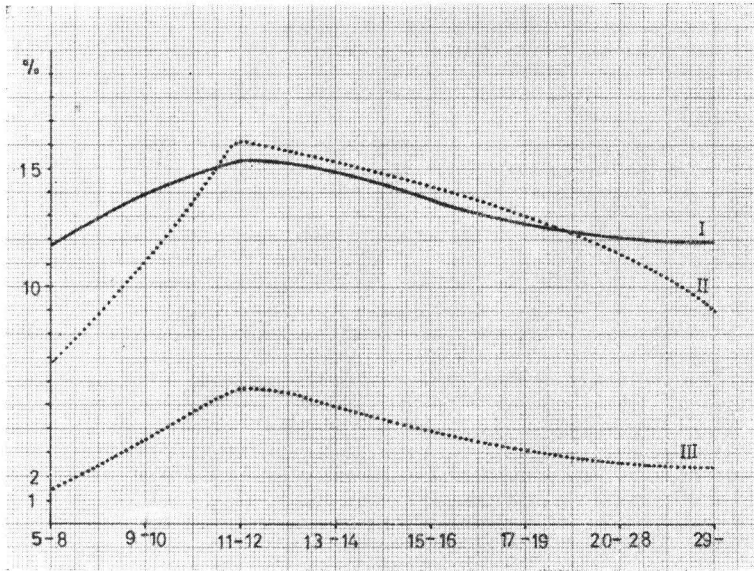


FIG. 3

I: Vert et Jaune, Préférence — II: Olive et Lilac clair (masc.), Aversion — III: Vert tilleul clair (fém.), Aversion.

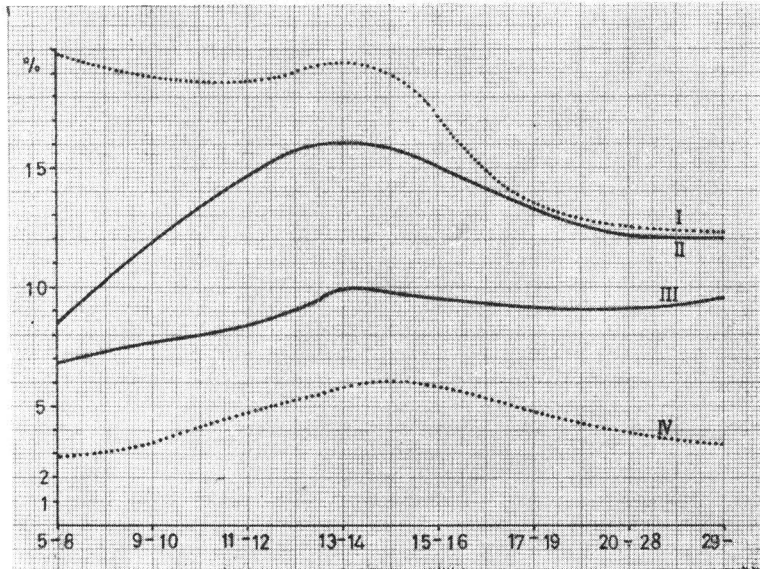


FIG. 4

I: Brun foncé (fém.), Aversion — II: Ultramarine (masc.), Préférence — III: Bleu clair (fém.), Préférence — IV: Vert tilleul clair (masc.) et Brun Aversion.

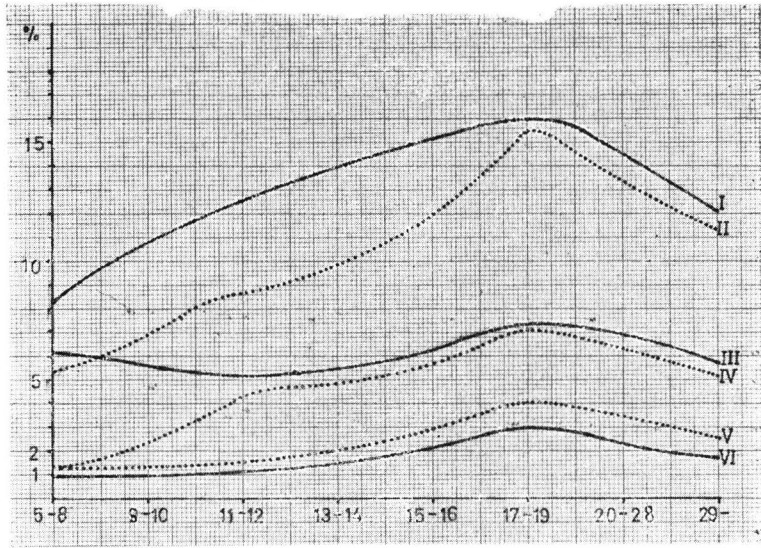
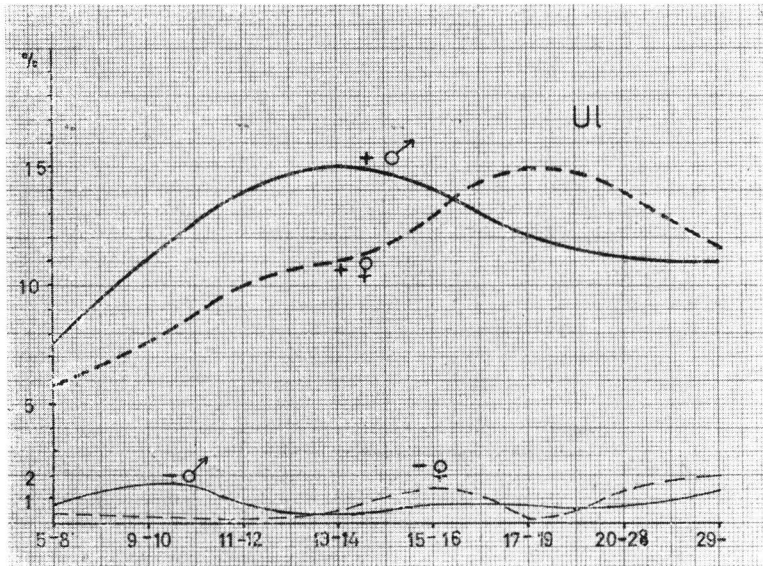


FIG. 5

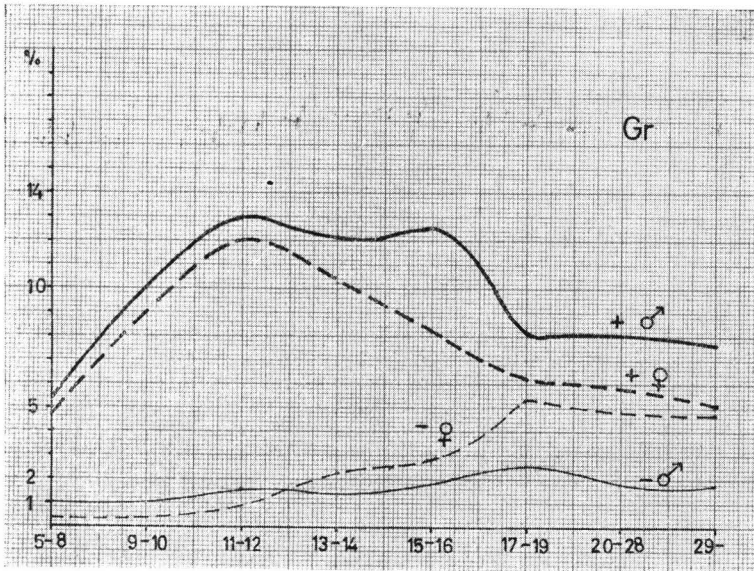
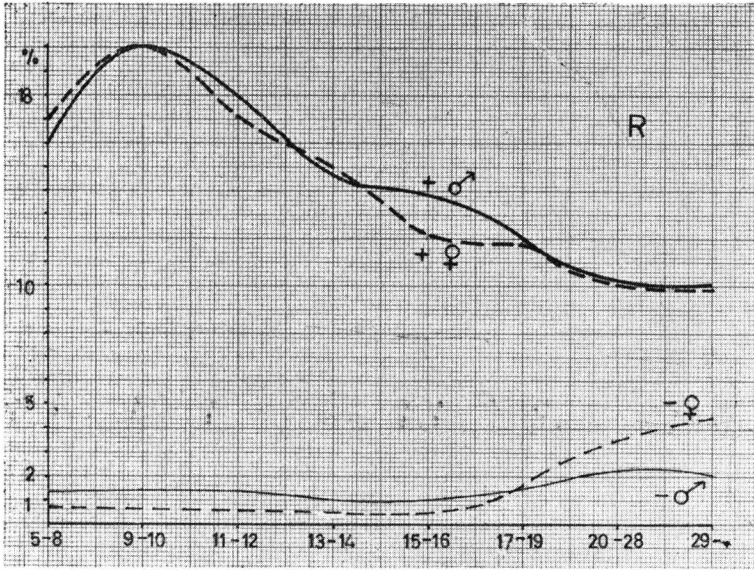
I: Ultramarine (fém.), Préférence — II: Lilac (fém.), Aversion — III: Bleu clair (masc.), Orange, Vermillon: Préférence — IV: Rosé et Vert tilleul clair (en moyenne), Aversion — V: Vert et Bleu clair, Aversion — VI: Ocre, Préférence.

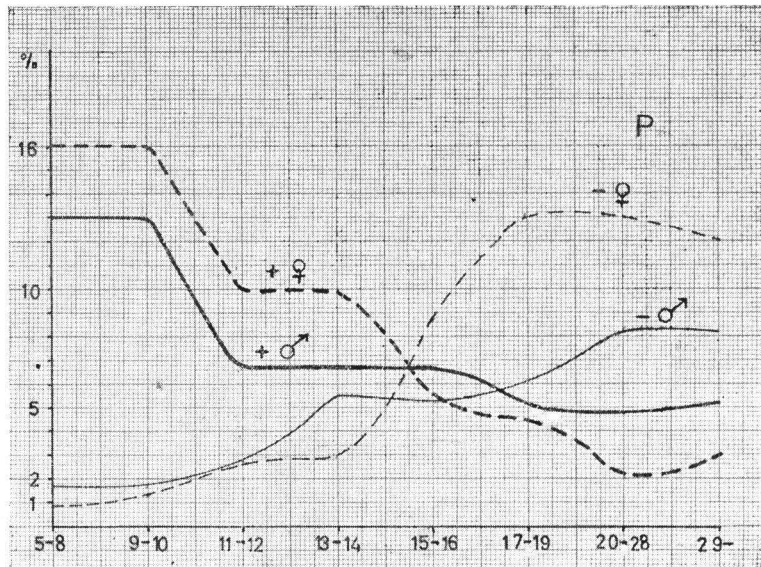
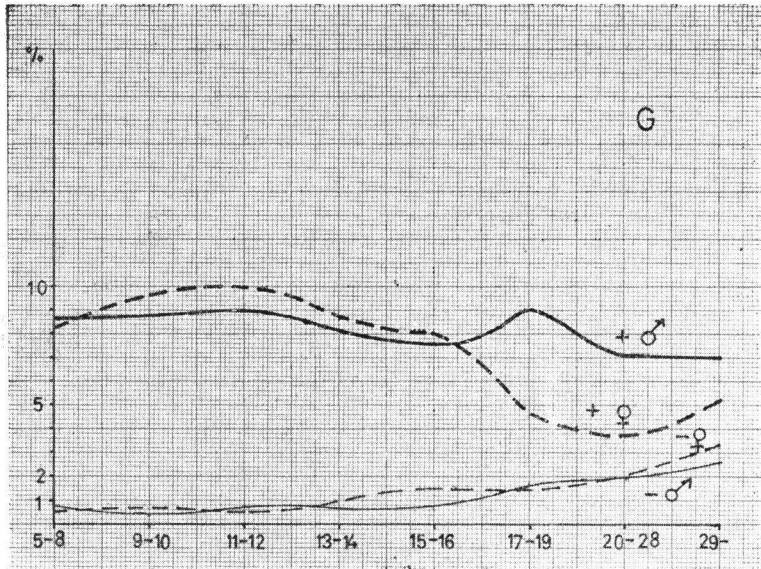
### Préférence et aversion des couleurs.

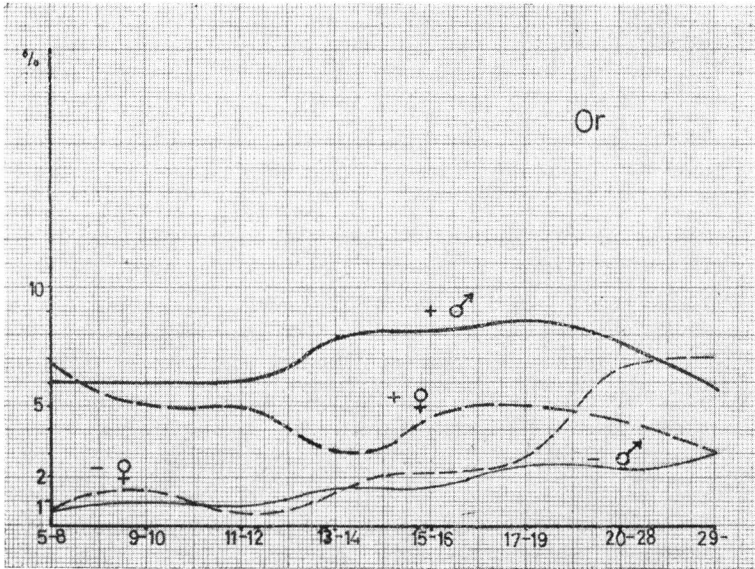
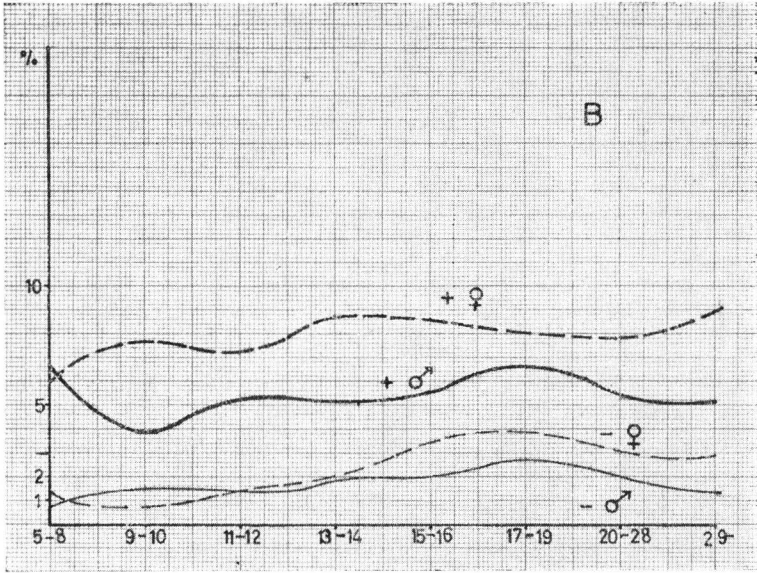
Préférence (+) et Aversion (-) des Couleurs. ○- masc., ○ fém.  
+



Ul = ultramarine — R = Rouge — Gr = Vert — G = Jaune — P = Pourpre  
— B = Bleu clair — Or = Orange.









## DE LA COULEUR FAVORITE AU JAPON

YASUO INAMURA

Institut de Technologie - Tokyo, Japan

Au mois de novembre dernier, une exposition de Kimono a eu lieu au Musée National d'Uéno, à Tokyo, fêtant ainsi son 90ème anniversaire.

Celle-ci eut un grand succès, charmant les spécialistes du vêtement des textiles et de teinture pendant un mois. Etant coloriste-conseil, j'ai profité de cette occasion pour vérifier les coloris d'anciens chef d'oeuvre du point de vue esthétique et constater que le secret de cette beauté se trouve dans la finesse de la technique de mise en couleur.

Dès le début du 7ème siècle, par l'introduction de la civilisation bouddhiste, à Nara, ancienne métropole, les Japonais ont pu jouir de la première ère polychrome. Les colorants végétaux et minéraux importées de Chine ont enrichi notre palette.

D'après le Manyôshû, célèbre recueil de poèmes, à cette époque la garance, dite akane ou racine rouge, et le pourpre violet dit shikon, racine de fleur murasaki, étaient les deux couleurs favorites; mais l'indigo dit ai et le safran dit bénibana, étaient aussi appréciés que les deux précédentes.

Vers le 10 ème siècle, les arts et la littérature se sont épanouis dans le cercle des nobles, et gentilhommes de la cour royale. Ceux-ci inventèrent une technique perfectionnant l'harmonisation chromatique, en assimilant ou imitant les dispositions de couleurs des fleurs. En Japonais « Kasane no irome » ce qui veut dire, formule de juxtaposition des nuances. Il y a plusieurs centaines de variétés nommées avec l'aide de fleurs, par exemple: prune-rouge, kôbai, c'est-à-dire le contraste du rouge et du vert; saule, yanagi, la gradation des verts pâle et foncé.

Avant la découverte des premiers colorants synthétiques, mauveine par un chimiste anglais, M. Perkin, il y a cent ans, la gamme des colorants était restreinte, c'est-à-dire moins pure, moins saturé qu'aujourd'hui. Elle correspondait à peu près à celle des couleurs de peinture à huile.

Le Japon n'était pas une exception; mais il y avait le désir d'avoir des impressions grandioses et somptueuses, à l'époque Momoyama, dans le régime féodal d'Hydélyoshi, ce fut alors la seconde ère polychromique du Japon. Les artisans ont fait appel aux broderies dorées et argentées aux impressions

des feuilles d'or, alors comme en Europe. Shibori la technique de la teinture par noeuds a aussi été inventée pour accentuer la vivacité des couleurs par multi-reflexion, résultant de la non-planité des étoffes.

En outre, pour permettre des desseins multicolores, la technique d'impression avait fait des progrès en employant un stencil. Il y a quelques années, la revue « House Beautiful » a composé un numéro spécial consacré aux couleurs Shibui, c'est-à-dire aux couleurs rabatues, écrivant que l'on avait trouvé une nouvelle conception de la beauté parmi les couleurs traditionnelles du Japon.

Ces couleurs caractérisent l'époque Edo sous le régime des Tokugawa, entre 1603 et 1863, pendant près de 300 ans. Pour la plus grande part, ses nuances ne sont ni vives, ni saturées, influencées alors par la philosophie ou l'esthétique de la cérémonie du thé: chanoyu. Elles sont très raffinées et subtiles; les bruns, les gris sont nombreux.

Cependant on ne peut passer sans admirer la beauté des kimonos Yūzen à l'époque Genroku, entre 1688 et 1703. La floraison d'une culture de bourgeois dans l'ancien Tokyo, Edo. Ils avaient la volupté des dessins et couleurs vives.

Par l'introduction des colorants chimiques après l'ère de Meiji, nous avons perdu les critères de la beauté traditionnelle, la floraison de couleurs trop saturées et très variées.

Les étrangers qui visitent Tokyo et Osaka peuvent être stupéfaits par la laideur polychromique de ces villes et costumes.

Il nous faut retrouver l'esthétique d'autrefois. Heureusement les fabricants de textiles au Japon viennent d'engager une campagne pour améliorer le goût dans la mode, reprenant les couleurs des fleurs et des fruits. Là, nous pouvons apprendre les harmonies nuancées de la nature.

# EURO - MODE UNE CENTRALE DE COORDINATION DES COLORIS POUR LA MODE DU CUIR

M. LEGNAZZI

Secrétaire Général de Euro-Mode - Berne, Suisse

La couleur joue, depuis quelques années, un rôle prépondérant parmi les « éléments visuels » qui déterminent le cours de la mode. La gamme de coloris à la fois plus ou moins intenses, clairs, lumineux, purs, mélangés, effacés, sobres, sombres, foncés, profonds, brillants, etc. etc. donne un caractère particulier, soulignant le style d'une époque, l'actualité d'une saison.

Cette évolution vers la couleur crée des difficultés multiples à l'industrie du cuir, strictement liée d'une part aux créations de la couture et à la production de l'habillement dans toutes ses formes et, d'autre part aux problèmes que j'appellerai typiquement « cuir ».

## **Les coloris du cuir**

doivent être fixés selon des principes différents de ceux valables pour le textile. Les fabricants de tissus et les confectionneurs peuvent adopter une variété de couleurs vaste, sinon illimitée et finement nuancée.

L'industrie des accessoires en cuir doit se limiter, par contre, à quelques tonalités de base par saison; même les producteurs d'articles de grand luxe sont restreints dans leur choix. Une difficulté spéciale résulte dans ce domaine du fait que tout un groupe d'accessoires, notamment sac à main, gants, chaussures, ceinture doit être offert dans des couleurs-mode identiques et dans des qualités de cuir correspondantes.

Une femme qui choisit une robe dans un tissu rose à la mode demandera logiquement un ou des assemblages harmonieux avec ce ton. L'industrie du cuir se trouve donc dans la nécessité de résoudre d'une façon aussi rationnelle que possible les problèmes suivants:

- 1) Être renseignée sur les coloris lancés par les centres de mode.
- 2) Obtenir ces renseignements en temps utile (c'est-à-dire aux moins 12 mois à l'avance sur le début de saison).



3) Fixer un choix de nuances indiquées pour la production d'accessoires en cuir en harmonie avec les tendances générales du textile et de l'habillement.

L'évolution de ces dernières années, qui favorisa d'une manière imprévue la diffusion de la mode dans tous les secteurs, a accentué davantage la nécessité de trouver des solutions nouvelles; la démocratisation de la mode impose en effet un planning plus strict, les grandes séries demandant des termes de production échelonnés sur plusieurs mois, d'où la nécessité de se fixer très tôt et de bien centrer la production.

### **L'idée de la coordination**

Les industries qui pouvaient entretenir jadis un service individuel d'informations-mode pour orienter leur fabrication, s'aperçurent, tout à coup, que ce système devenait trop dispendieux et qu'il ne correspondait plus aux nouvelles exigences. Des comités de coordination naissaient ainsi peu à peu dans les principaux pays d'Europe. Les expériences faites sur le plan national montrèrent bientôt que le principe était juste. Les progrès vers une Europe de plus en plus unie sur le plan économique nous amenèrent à considérer l'idée d'une coordination internationale.

EURO-MODE était né. Cet organisme, qui fonctionne pratiquement depuis quelques années, a pour but de coordonner les couleurs de la mode du cuir en Europe occidentale. L'organisation peut être résumée en quelques points capitaux:

1) EURO-MODE est une centrale d'information et de coordination sans buts commerciaux.

2) L'affiliation étant réservée aux organisations nationales pour la coordination de la mode du cuir constituées dans les pays européens à économie libre.

3) Les contacts sur le plan national, notamment la diffusion des coloris désignés EURO-MODE, sont assurés par l'intermédiaire des comités nationaux.

### **Un système très rationnel et efficient**

Et voici les points saillants du système grâce auquel nous pouvons déterminer et diffuser presque instantanément — dans l'ensemble de l'Europe occidentale — les coloris EURO-MODE.

A) La centrale de Berne recueille, dans tous les centres de la mode, les renseignements utiles et nécessaires sur l'évolution de la mode en général (couture, textile, confection etc.). Des études du marché nous permettent de faire constamment le point et de suivre toute évolution sensible d'influencer la production d'accessoires en cuir.

B) Des bulletins d'informations sont diffusés aux Conseils du Cuir — ou associations similaires — des 14 pays adhérents à EURO-MODE. Dates d'émission février et août respectivement pour l'été et l'automne de l'année successive.

C) Sur la base des informations transmises par la centrale de coordination, les comités de mode nationaux recherchent une gamme de coloris à présenter au Congrès EURO-MODE.

D) Les coloris ainsi préparés par les comités nationaux sont réunis et soumis à un comité d'experts qui sélectionne:

— les groupes de coloris pouvant être adoptés en principe et correspondant aux exigences de la mode, ainsi que

— des nuances bien déterminées pour chaque groupe.

Un comité d'experts, auquel chaque pays est représenté par deux personnes, fait une étude comparative des différentes suggestions.

E) Les coloris retenus par les experts sont alors soumis au Congrès qui groupe des délégations nationales et qui prend les décisions définitives.

F) Les coloris EURO-MODE sont adoptés par l'ensemble de la production d'accessoires en cuir dans les 14 pays associés. Pour assurer l'unité nécessaire, des coupures de références de chaque coloris désigné EURO-MODE sont soumises aux comités nationaux. Le cuir étant livré par les tanneries qui ont établi les coloris originaux, nous atteignons le double but d'assurer une livraison très rapide, absolument conforme aux nuances définies par les experts et sanctionnées par les Congrès.

Normalement deux semaines suffisent pour remettre, par l'intermédiaire des institutions nationales, à l'ensemble de l'industrie européenne du cuir les échantillons qui permettront aux tanneries des différents pays de reproduire les coloris EURO-MODE. Détail important: ces coloris bien déterminés sont lancés en même temps dans tous les pays sous les mêmes noms. Sont affiliés à EURO-MODE les pays suivants:

Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grande-Bretagne, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Suède, Suisse ainsi que Intershoe, association internationale des Détaillants de chaussures.

Les comités de liaison nationaux groupent l'ensemble des professions intéressées à la mode du cuir, notamment les tanneurs, les industries chimiques, fabricants, grossistes et détaillants de chaussures, de sacs à main, de gants etc., etc.

Nous pouvons donc affirmer que EURO-MODE représente effectivement, dans ce secteur, l'ensemble de l'industrie européenne du cuir, avec une production annuelle chiffrant à environ 7,5 milliards de francs suisses (8,3 milliards NF).

Cette réalisation confirme que la couleur est un élément qui peut donner un essor décisif à l'industrie si les responsables du planning savent canaliser et appliquer rationnellement les énormes ressources qu'elle leur offre.

# A BRIEF INQUIRY ON COLOR EDUCATION

LUCIA RONCHI

Istituto Nazionale di Ottica - Arcetri-Firenze, Italy

In view of the every-day increasing utilization of color, in the modern life, and of the consequent need of « color education », we tried to put the following question to a number of individuals (150), selected, as specified below:

« How many different colors do exist? Take into account both natural and artificial colors, and all the possible environmental situations ».

Individuals examined may be grouped as follows:

- I) 50 professors and students, in scientific and technical fields, at the University.
- II) 80, technicians, photographers, optometrist, secretarians.
- III) 20 individuals, working as servicemen, workmen, etc. in scientific departments of the University etc.

The age of the above said individuals ranges between 18 and 50 years; tested by the aid of Stilling-Hertel Tables, their color vision is found to be normal.

Individuals belonging to Group III were selected also on the basis of an additional test: they were requested to specify the orders of magnitude (such as lengths, weights, etc.) of a number of objects. It should not be forgotten, however, that they are known to be rather available persons, performing delicate jobs in their everyday activity in the Laboratories.

As a whole, a few individuals only did not hesitate, and replied at once; the most diffuse reaction was, on the other hand, a crude criticism against the question. In spite of their reluctance, all the subjects were forced to give a response.

A general view of the responses is shown in fig. 1. The great dispersion of data might seem surprising in view of the attribute of « availability » common to all the individuals tested, according to our preliminary selection. However, it is indirectly in agreement with the known statement (R.M. Halsey - A. Chapanis, *JOSA*, 44, 442, 1954) that no correlation exists between ability to perceive colors by one side, and age, experience, interest

on the part of observers, by the other side. According to Crawford also sex differences do not seem to play any significant role.

The distribution reported in fig. 1 shows three main peaks, A, B and C respectively. Peak B is presumably an artifact arising from the fact that in some text-books used by technicians, the notice is reported that the number of industrial colors is about 300.

Peak C might be referred to individuals who appreciate the extraordinary ability and capacity of their eyes. We like to report here the responses of two workmen, which seem to be of particular interest. One of them replied: « When I was young, I was a shepherd; recalling the great variety of colors of leaves I had seen in autumn, I think that colors are many thousands ». The other said: « If I try to mix the content of two jugs containing different paints, any possible change in the relative doses produces, correspondingly, a different color; by thinking that I may buy many and many different jugs, the conclusion is that the number of possible colors is unlimited ». To counterbalance such an acute observation, we report the case of two students, exerting the hobby of painting, who declared that no more than 20 different colors may be obtained. To group A belongs also a young professor, who, being also owner of an atelier, has a diffuse practice in matter of materials.

The response of most subjects assigned to group A started with the following sentence: « it is known that colors are seven (such a response is perhaps dictated by the memory of the Newton disk, invariably lying somewhere in any school), however, if you insist in including also the nuances, which cannot be regarded as colors, properly speaking, the number of different colors is, say... » and the response was of the order of magnitude of a few tens.

One individual (technician), insisted in affirming that the fundamental colors are *there*, therefore, when looking at any object, one must perceive no more than three colors; if this is not the case, it means that some « not better specified « eye defects », or « lack of education » play a role. This reply might be regarded as a deleterious consequence of culture.

On the basis of the reported findings, we may assert that either observers relative to peak C exaggerate in evaluating the capacity of their eyes, or, alternately, that those relative to peak A live in a relatively uniform visual world, as far as chromaticity is concerned.

This latter point of view, however, apparently contradicts the conclusion drawn from an additional test; the said observers, one after the other, were shown a car, partially re-painted after an accident, and they were all rather critical about the uniformity of the painting.

Now, in the literature the distinction between *color discrimination* and *color identification* is often emphasized, and the number of colors the eye can discriminate during the course of simultaneous presentation of various

samples, is quite different from the number of colors the subject can absolutely identify, when samples are presented isolated, one after the other.

Thus, we might infer that peak A, in fig. 1, concerns those people who make an (unconscious) reference to color identification, while peak C may be related to color discrimination, indirectly at least.

The correctness of such a suggestion depends on the agreement, if any, between the values of abscissae corresponding to our peaks and the numbers of possible discriminable colors by one side, and of the possible identifiable colors, by the other side, produced in the literature.

Theoretically speaking, the just discriminable colors should be as many as the points geometrically contained within the so-said « color solid ». In practice, the sensitivity of the eye is suffering from limitations: it is known that the just perceptible differences in chromaticity at a given luminance level, are proportional to the standard deviation of color matching; therefore, the standard deviation is assumed to represent a measure of the noticeability of color differences, equivalent, in significance, to the just noticeable difference and more consistent in magnitude. The so-said Mac Adam's ellipses represent the noticeability of chromaticity variations in all directions from the chromaticities indicated at the center of the ellipses; when the photometric factor is also taken into account, an ellipsoid is found to be centered around each point representing color, in the color solid. In order to include the effects of the fluctuations in criterion, occurring when repeating the match a number of times, in addition to the fluctuation of sensitivity, the axes of Mac Adam's ellipses have been made as long as three times the standard deviation. On the basis of these assumptions, the number of just discernible colors, at a given luminance level, is found to be 250 on the spectral locus, 140 for purples, and about 17.000 for the remainder of the chromaticity diagram. These data are known to depend on many factors, such as the size of the photometric field, both color and brightness of the surround, etc.; however, it is legitimate to assert that many thousands of equiluminous colors may be discriminated. By taking into account that the steps of photopic luminance are about 1000, one may conclude that the eye can perceive *many millions of different colors* (Y. Le Grand, *Optique Physiologique*, Vol. II, Paris, Ed. de la Rev. d'Opt. 1948), (d.l. Mac Adam, *Josa*, 32, 247, 1942), (d.l. Mac Adam, *Josa*, 37, 308, 1947), (W.R.J. Brown, *Josa*, 41, 684, 1951), (W.R.J. Brown, *Josa*, 42, 837, 1952).

In the Laboratories where discrimination is investigated, one requires that, amongst other things, the just perceptible difference be perceived for 50% of the time. From the practical stand point, on the other hand, in the every day activity, a given difference must be perceived for at least 90% or even 100% of the time. It has been found that chromaticity confusion contours, in a complex viewing situation, follow trends suggested

by extrapolation from precise threshold data. In other words, Mac Adam ellipses are more-or less magnified (up to, say, 30 times) under the influence of various factors, but not significantly distorted. (R.M. Halsey - A. Chapanis, Josa, 44, 442, 1954), (C.L. Sanders, Josa, 47, 116, 1957).

This reduces the total number of colors the eye can perceive, but such a number still remains very high (of the order of many thousand), at least as revealed by rigorous experiments performed in specialized laboratories.

In everyday life, the variability in state of adaptation of the retina, in luminance level and in viewing conditions (size of the target, color and luminance of the surround, etc.) are so frequent, that complex changes on color perception are expected, in spite of the balancing action exerted, within certain limits, by the so-said « color constancy ». (S.M. Newshall - R.W. Burnham - R.M. Evans, Josa, 48, 976, 1958) and (Josa, 49, 909, 1959).

In addition, in practice, the samples to be compared are seldom contiguous in space, and the accuracy of a match is known to decrease when the distance between the two halves of the photometric field is increased (A.C. Traub - J. Balinkin, Josa, 51, 755, 1961). Color perception is known to be altered when passing from simultaneous to successive color matching, because of the so-said memory and half-memory effects (S.M. Newhall et al., Josa, 47, 42, 1957).

The problem is rendered more and more complicated by some additional effects, mainly of psychological origin. For instance, some spectral colors, differing in hue only, seem to differ also in saturation, while some non spectral colors of differing purity, seem to differ also in hue; lastly, unsophisticated observers, often interpretate the differences in purity as differences in brightness.

In conclusion, it seems legitimate to suggest that responses relative to peak C (fig. 1) are referred (let us say more or less unconsciously) to color discrimination.

Let us consider now color identification, that is, the absolute recognition of isolated colors. Early experimental research brought to the conclusion that the number of colors correctly identifiable is rather limited, in that it ranges from 3 to 5. Recently, it has been shown that, if some peculiar precautions are taken, the number of *spectral* hues correctly identified may be as large as, say, 12 or 13 (R.M. Halsey - A. Chapanis, Josa 44, 126, 1954). In the case of non-spectral hues, the problem is rendered more and more complicated because of the lack of an adequate « color naming ». Simple names may be assigned to a few colors (say, eight) only; but the transitions between two « simply named » colors need, to be identified, that subjects be highly trained in associating specific names with specific colors. In practice, however, reference must be made to the terminology usually at disposal of the layman. The proposal has been made to subdivide the CIE

chromaticity diagram into a number of portions (slightly greater than twenty) to conform to almost any individual's color concept. (R.M. Halsey, JOSA, 49, 45, 1959), (R.M. Halsey, Josa, 49, 167, 1959). An interesting comparative analysis of the influence of race differences has been recently performed by Pickford who made also a comparative study of the richness of the

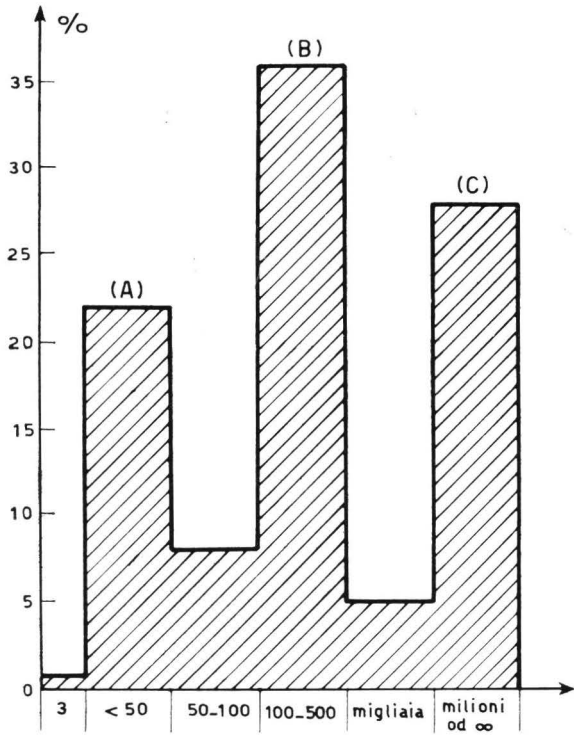


FIG. 1

vocabulary concerning color naming in the various languages (R.M. Halsey, Josa, 49, 49, 1959).

Thus, it might be argued that responses relative to peak A (fig. 1) are referred (again, unconsciously), to absolute color identification.

After having been tested, individuals were let free to communicate with one another. Those who had been playing in favour of the existence of a very small number of different colors, when hearing the great numbers declared by other people, felt the need of justifying themselves by informing the experimenter that the formulation of the question was wrong. They did not interpretate the question as referred to the ability of the eye to discri-

minate colors; such an ability, they added, is obviously free from limitations. Then, the experimenter asked how one may admit an unlimited ability in discriminating without admitting the actual existence of samples to be discriminated. The final response was, in general, rather intriguing; apparently, such observers were rather worried, without knowing why.

Now, the question arises as to the degree of color education of the individuals tested by us. Is it legitimate to regard the observers relative to peak A as untrained? And, in the case of an affirmative answer, how might we render them more experienced?

It has been recently shown that the extended practice may improve the ability to identify colors, but the acquisition time is very long in that it involves many months of daily practice (according to the number of samples presented) and is followed by a rapid forgetting. (R.M. Hanes - M.V. Rhoades, *Josa*, 49, 1060, 1959). Or, in other words, the retention is other than permanent.

Learning concerning discrimination, on the other hand, seems to bring to more stable effects and to involve a relatively shorter acquisition time. The cumulation of the effects of distributed practice brings to the known fact that « the first two readings must be omitted » (*Josa*, 37, 385, 1947). The effect of massed practice, for unexperienced observers, consists in the progressive decrease in the variability of responses during the first ten minutes for some individuals, and during the first few days for others. However the case has been also reported of an individual who was becoming so critical, from one day to another, that he was becoming unable to perform any colorimetric match.

Thus, unexperienced subjects may attain a high degree of sophistication, as a consequence of colorimetric practice. The question arises whether a simple relation might exist between the degree of sophistication attained after having learned to perform colorimetric matches and that attained for instance after an equivalent period of practice, involving, for instance, achromatic photometric matches. Or else, does a specific color sophistication occur, or do individuals highly trained in matter of visual experiments need only a brief « warming up » period before being regarded as sophisticated in matter of color discrimination?

An adequate answer to such a question would lead us too far, presumably in the field of the distinction between the influences of innate and acquired factors, respectively, on color perception.



# CHRISTIAN HUYGENS DI FRONTE AL PROBLEMA DEL COLORE

CLELIA PIGHETTI

Le dotte discussioni che abbiamo ascoltato durante queste giornate ci hanno illustrato le varie funzioni esercitate dal colore nella vita moderna, i suoi riflessi psicologici, il suo impiego al servizio della vita sociale e hanno fatto il « punto » sugli studi scientifici relativi a questo problema. Tutto ciò riporta lo storico a quel primo sorgere della scienza moderna che vide nell'opera di Newton e dei suoi contemporanei una fra le più interessanti questioni concernenti il problema del colore, a quella dottrina newtoniana che, lungi dall'essere pacificamente accettata, ebbe numerosi oppositori, sia per la contraddittoria dottrina di Hooke, sia per alcuni residui concettualistici che, protrattisi per vari secoli, ostacolarono una dottrina dei colori che si fondasse sulla sola teoria scientifica (1).

È noto che, fin dagli albori della scienza, la questione circa la natura del colore fu sempre improntata a carattere più filosofico che scientifico (2) e tale fatto dovette ritardare non poco il raggiungimento di una adeguata formulazione scientifica. Quando il Della Porta, nel suo trattato *De refractione* (1593) dichiarava che la luce è priva di colore, altro non faceva che sintetizzare le concezioni tradizionali inclini a ritenere il colore un elemento proprio della materia e non una particolarità della luce.

Perché tanta difficoltà a riconoscere la colorazione della luce?

Certamente, gli scarsi studi sulla rifrazione e la primitività degli strumenti ottici dovettero influire notevolmente su tale atteggiamento, ma noi crediamo che anche gli elementi concettuali, le concezioni filosofiche e religiose, abbiano avuto grande rilievo.

Come ha infatti recentemente posto in evidenza lo Jammer (3), fin dal tempo biblico, l'immagine della divinità apparve agli uomini sotto forma di fascio luminoso, fino a identificarsi via via con tutto il creato nelle successive

(1) Cfr. L. ROSENFELD, *La théorie des couleurs de Newton et ses adversaires*, « Isis », IX, 1926, pp. 44-65.

(2) Cfr. V. RONCHI, *Storia della luce*, Bologna, 1952.

(3) M. JAMMER, *Concepts of Space*, Cambridge 1954, trad. it. Milano 1963.

formulazioni neoplatoniche. La luce è la stessa divinità e il raggio luminoso è, nella sua purezza, il simbolo della purezza divina. Il pensare quindi a delle colorazioni della luce significava inquinare la stessa purezza divina, ammettendo, all'interno del fascio luminoso, varie gradazioni di perfezione: nella sua più pura realtà la luce è divinità (4). Tale mentalità, sia pure attraverso successive modifiche e formulazioni, continuò fino a tutto il Rinascimento con quella letteratura « solare » che, soprattutto con le dottrine di Campanella, doveva dare alla luce un carattere sempre più metafisico (5) e lasciare quindi nell'agnosticismo il problema del colore.

Così, quando Grimaldi trasferì il problema del colore dalla materia nel « lumen », si fece certamente un passo avanti non solo dal punto di vista scientifico, ma anche da quello filosofico, accettando come fenomeno fisico quello che era prima considerato un principio metafisico: la luce può presentare, al suo interno, delle variazioni. E poiché tutto il seicento ebbe, nella ricerca scientifica, il carattere precipuo di una rivoluzione antimetafisica, in quanto affrontò « coraggiosamente », cioè sperimentalmente, lo studio della realtà fenomenica, anche la luce, uscita dalle implicazioni metafisiche delle filosofie « solari » del Rinascimento, doveva divenire un dato sperimentale.

Venendo ora all'argomento che ci interessa più da vicino, nel corso dei nostri studi sull'ottica del seicento, abbiamo rilevato un curioso episodio concernente le reazioni degli studiosi di fronte alla dottrina newtoniana del colore. Ci riferiamo all'atteggiamento di Christian Huygens, il quale, pur avendo dato vita a una teoria ottica di alto rilievo, non si pronunciò mai a proposito del colore, ritenendolo un problema ancora filosofico. E ciò al punto di astenersi da una verifica sperimentale in proposito; in altri termini non accordando al colore alcun posto nella ricerca scientifica.

Vediamo dunque quanto risulta dall'epistolario ugeniano relativamente a questo argomento, attraverso quelle lettere che egli indirizzava al presidente della Royal Society, Oldenburg. In esse egli si opporrà alla teoria newtoniana del colore pressappoco con questi stessi argomenti con cui, fin dal 1654, si era opposto alla « spiegazione » cartesiana:

« Colores autem quid puniceos faciat aut ceruleos non facile ostendi posse existimo, neque hic multum Cartesianis demonstrationibus permoveor. *Certe ad geometricas ratione minime pertinet* » (6).

Tuttavia, pur essendo la luce indipendente dalle « geometricae rationes », Huygens continuava a tenersi in contatto con l'Oldenburg per avere delucidazioni sulla teoria newtoniana dei colori, se questi gli scriveva, nel 1672:

(4) *ibidem*, p. 41.

(5) E. GARIN, *Per la storia della cultura filosofica del Rinascimento I, Letteratura solare*, in « Riv. Critica d. storia d. filosofia », 1957, 1, pp. 3-16.

(6) C. HUYGENS, *Oeuvres*, La Haye, 1888..., T.I., p. 258, lettera di Huygens al Kinner, (Il corsivo è nostro).

« Puisque vous le voulez ainsi, ie continue, de vous envoyer les Transactions. Dans cet imprimé vous trouverez una theorie nouvelle de Monsieur Newton... touchant la lumière et les couleurs... vous aurez la bonté de nous en dire vos pensees » (7).

A tale invito Huygens così risponde:

« Pour ce qui est de sa nouvelle Theorie des couleurs, elle me paroît fort ingenieuse, mais il faudres veoir si elle est compatible avec toutes les experiences (8).

Questi dubbi inducono Huygens a mantenere per qualche tempo un prudente riserbo sulla questione, ma l'Oldenburg lo sollecita e, allora, lo scienziato olandese si fa più esplicito:

« Pour ce qui est de sa nouvelle hypothese (9) des couleurs, dont vous souhaitez scavoir mon sentiment, j'avoue que jusqu'icy elle me paroist tres vraysemblable, et l'experimentum crucis (si je l'entens bien car il est ecrit un peu obscurement) la confirme beacoup » (10).

Si parla dunque ora di « ipoteticità » e di « verisimiglianza » della teoria, si mettono in dubbio la chiarezza e la perspicuità dell' « experimentum crucis », ciononostante Huygens non affronta direttamente il lato sperimentale della questione, tanto più che tali incertezze ugeniane vengono suffragate dalla pubblicazione da parte di Newton delle famose « Queries » (11). Cosicché Huygens scrive di nuovo all'Oldenburg:

« Ce que vous avez mis de Monsieur Newton dans un de vos derniers journaux confirme encor beaucoup sa doctrine des couleurs. Toutefois la chose pouroit estre autrement, et il me semble qu'il se doitb contenter que ce qu'il a avancé passe pour un hypothese fort vraisemblable. De plus quand il seroit vray que les rayons de lumiere, des leur origine, fussent les unes rouge, les autres bleus etc. il resteroit encor la grande difficultè d'expliquer par la physique mechanique en quoy consiste cette diversité des couleurs » (12).

In altri termini, Huygens era ancora legato all'esigenza di una « spiegazione » del colore che riguardasse la sua sostanzialità piuttosto che la sua

(7) *ibidem*, VII, p. 156, Oldenburg, a Huygens, Londra 11 marzo 1672.

(8) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, p. 165, lettera di Huygens all'Oldenburg, Parigi, 9 aprile 1672.

(9) Si noti che Huygens non parla più di « theorie », ma di « hypothese ».

(10) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, p. 186, lettera di Huygens a Oldenburg, Parigi 1° luglio 1672.

(11) Le « Queries » vennero pubblicate nel N. 85 delle « Philosophical Transactions » (15 luglio 1672).

(12) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, pp. 228-229, lettera di Huygens all'Oldenburg, Parigi 27 settembre 1672.

fenomenicità: i colori non sono ancora, nella problematica ugeniana, un accidente, ma un elemento sostanziale a cui non basta dare un nome, ma di cui bisogna comprendere la più intima natura: essi sono ancora nel regno della metafisica.

È a questo punto che si inserisce la polemica di Hooke, per il quale, come è noto, due sono i colori fondamentali, il rosso e il bleu, mentre gli altri non sono che dei loro composti. Huygens sembra decisamente inclinare piuttosto verso la concezione di Hooke, anche perché la teoria ottica di questi era fondata, come quella ugeniana, sulla propagazione delle onde sferiche. Egli allora così precisa il suo pensiero all'Oldenburg:

« J'ay veu comme Monsieur Newton prend peine a soutenir sa nouvelle opinion touchant les couleurs. Il me semble que la plus important objection qu'on luy fait en forme de *Quaere* est celle s'il y a plus de deux sortes de couleurs. Car pour moy je crois qu'une hypothese qui expliqueroit mecha- niquement et par la nature du mouvement la couleur jaune et bleu suffiroit pour toutes les autres parce que celles cy estant seulement plus chargees (comme il paroît par les prismes de Monsieur Hook) produisent le rouge et le bleu obscur, et que de ce quatre tout le reste des couleurs se peut composer. Je ne vois pas aussi pourquoy Monsieur Newton ne se contente pas des 2 couleurs, car il sera bien plus aisè de trouver quelque hypothese par le mouvement qui explique ces deux differences que non pas pour tant de diversitez qu'il y a d'autre couleurs. Et jusqu'a ce qu'il ait trouvé cette hypothese il ne nous aura pas appris en quoy consiste la nature et difference des couleurs mais seulement cet accident (qui assurément est fort considerable) de leur differente refrangibilité.

Pour ce qui est de l'autre, à scavoir la composition du blanc de toutes les couleurs ensemble il se pourrait faire que le jaune et le bleu seroient encore suffisants pour cela, ce qui vaut la peine d'estre essayé et il se peut par l'experience que Monsieur Newton propose de recevoir contre la muraille d'une chambre obscure les couleurs du prisme et d'esclairer par leur lumiere reflechie sur un papier blanc. Il faudroit empescher les couleurs des extremités scavoir le rouge et le pourpre de donner contre la muraille et laisser seulement les couleurs d'entre deux, le jaune verd et le bleu pour voir si la lumiere de celles cy seules ne feroit pas paroître blanc le papier, aussi bien que quand elles esclairent toutes. Je doute mesme si l'endroit le plus clair du jaune ne feroit pas tout seul cet effect, et je l'essaieray a la premiere commodité, car cette pensee ne m'est venué qu'a cette heure.

Vous voiez bien cependant Monsieur que si ces experiences succedent, l'on ne pourra plus dire que toutes les couleurs sont necessaires pour composer le blanc et qu'il sera tres vraisemblable que toutes les autres ne sont que des degrez de jaune et bleu, plus ou moins renfoncez.

Au reste pour ce qui est de l'effect des differentes refractions des rayons dans les verres des lunettes, il est certain que l'experience ne s'accorde pas

avec ce que trouve Monsieur Newton car a considerer seulement la peinture distincte que fait un objectif de 12 pieds dans une chambre obscure, l'on voit qu'elle est trop distincte et trop bien terminée pour pouvoir estre producte par des rayons qui s'escarteroient de la 50me partie de l'ouverture de sorte que, comme je vous crois avoir mandè desla cy devant la difference de la refrangibilité ne suit pas peut estre tousjours la mesme proportion dans les grandes et petites inclinations des rayons sur les surfaces du verre » (13).

Come si vede, oltre al fatto che Newton si era servito di vetri contenenti probabilmente del piombo, il cui potere dispersivo era assai più grande di quelli di vetro usati nel continente, è evidente che Huygens, come già Hooke, intendeva combattere Newton con le sue stesse armi: avendo infatti questi preso come base del suo metodo la regola di non moltiplicare gli elementi oltre la necessità (*Causas rerum naturalium non plures admitti debere; quam quae et vera sint et earum Phaenomenis explicandis sufficiunt. Natura enim simplex est et rerum causis superfluis non luxuriat*) (14) era naturale che la prima obiezione che si poteva muovergli sul piano concettuale era quella di voler far ricorso a un numero di colori che sembrava più grande di quello effettivamente necessario.

Newton non rimase insensibile a questi attacchi, tanto più che essi provenivano da una personalità come quella di Huygens, dal creatore di quella teoria ondulatoria verso la quale egli aveva mostrato qualche larvata inclinazione nelle famose *Queries*. Egli perciò così scrisse all'Oldenburg a proposito delle obiezioni ugeniane:

« It seems to me, that N. (cioè Huygens) takes an improper way of examining the nature of *Colors*, whilst he proceeds upon compounding those that are already compounded... Perhaps he would sooner satisfie himself by resolving Light into Colors, as far as may be done by Art, and then by examining the properties of these colors apart and afterwards by trying the effects of the re-conjoining two or more or all of those; and lastly, by separating then again to examine, what changes their re-conjunction had wrought in them. This, I confess, will prove a tedious and difficult task to do it as it ought to be done...

If you ask, what colors can not be derived out of *yellow* and *blew* I answer, none of all those which I defin'd to be Original » (15).

A tali critiche metodologiche e concettuali così Huygens rispondeva:

« Pour ce qui est des solutions de Monsieur Newton aux doutes que

(13) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, pp. 242-243, lettera di Huygens all'Oldenburg, Parigi 14 gennaio 1673.

(14) I. NEWTON, *Philosophiae naturalis principia mathematica*, Londini, 1687, p. 402.

(15) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, p. 265, lettera di Newton all'Oldenburg, Londra 13 aprile 1673.

j'avois proposez touchant sa theorie des couleurs il y auroit de quoy respondre et former encore des nouvelles difficultez, mais voyant qu'il soustient son opinion avec tant de chaleur cela m'oste l'envie de disputer. Que veut dire, je vous prie, qu'il assure que quand mesme je luy aurois montrè que le blanc peut se composer de deux seules couleur primitives, je n'en pourrois pourtant rien conclûre contre luy. Et cependant il a dit pag. 3080 des Transactions que pour composer le blanc toutes les couleurs primitives sont necessaires. Apres cela il n'a garde de demeurer court a aucune objection qu'on leu puisse faire.

Quant a la maniere dont il concilie l'effect des verres convexes a assembler si bien les rayons avec ce qu'il establit touchant la differente refrangibilité, j'en suis satisfait, mais aussi doit il avouer que cette abstraction des rayons ne nuit donc pas tant aux verres qu'il semble avoir voulu faire accroire, lors qu'il a proposè les miroirs concaves comme le seule esperance des perfectionner les telescopes » (16).

Ma il « bianco » di cui parlava Huygens era dubbio se sarebbe stato altrettanto « bianco » come quello a cui si riferiva Newton, perciò questi si sentì in dovere di precisare:

« *When M. Hugen's had shown, how white may be produced out of two yncompounded colors, I would tell him why he conclude nothing from that; my meaning was, that such a white (where there any such) would have different properties from the white of the Sun's immediat light... And those different properties would evince it to be a different constitution* » (17).

Con tale lettera di Newton termina la polemica circa il colore tra lo scienziato olandese e quello inglese: nell'epistolario ugeniano non si trovano altre notizie di rilievo. Molto probabilmente, entrambi, pur rimanendo legati alla propria conclusione, non si sentivano in grado di fornire elementi nuovi che avessero un carattere decisivo e probante. Noi ci limiteremo a rilevare che la noncuranza ugeniana fu forse feconda di ulteriori sviluppi, poiché Huygens, quanto meno, evitò di dare il proprio appoggio a una teoria che poneva ancora il colore nel « lumen » e non nella « lux », che cioè non dava al problema in questione quel carattere eminentemente psicologico che, in seguito, avrebbe dovuto assumere con i successivi studi di ottica. Non diremo per questo che Huygens sia stato un « anticipatore », perché ci è chiaro soltanto il suo agnosticismo, ma piuttosto, tenendo conto della storia dell'ottica precedente a Huygens, ci limiteremo a notare che il suo atteggiamento aveva radici assai più profonde di quanto non possa sembrare a un primo accostamento e che la sua « politica di non intervento » appare, alla luce odierna, più saggia di quanto non potesse apparire agli studiosi del seicento.

(16) C. HUYGENS, *Oeuvres*, ed. cit. T. VII, pp. 302-303, lettera di Huygens all'Oldenburg, Parigi 10 giugno 1673.

(17) *ibidem*, p. 328, lettera di Newton all'Oldenburg, Londra 3 luglio 1673

**SECTION IV**  
**ENSEIGNEMENT**

*Président:*

Professeur CREPAZ (Italie)





# RICETTE DI COLORAZIONE E TINTURA DEL VETRO DELL'EPOCA DI CARLO MAGNO

GINO ARRIGHI

Università degli Studi di Pisa, Italia

« In Bibliotheca insignis Capituli Canoniorum Lucensium Arm. I. Cod. L. adservatur antiquissimus Codex, ante annos fere nongentos manu exaratus, quem prae manibus habui; habuit et ante me Clariss. Mabillonius, qui aetatem ejus, neque immerito, retulit ad tempora Caroli Magni. Ibi inter cetera habetur (omissis). Sunt illic et alia. Sed unum ego decerpsi, nempe *Compositiones* varias ad tingenda *Musiva*, ad conficiendam *Chrysographiam*, sive ad scribendum cum auro liquido, aliaque hujusmodi fragmenta Artium et secretorum, ut vocant, Saeculi VIII. et quibus recte conjicias, tempore illa non tot tenebris involuta fuisse, quot nos liberalissime opinamur. Ante tamen Lectorem monitum volo, tum propter characterum implexas formas, tum etiam ob peregrinas voces illic occurrentes, sed praecipue ob incuriam ac inscitiam antiquissimi Librarii, multa esse vitata in ipso Lucensi Codice, ac propterea mendis non carere exemplum, quod nunc profero. ». Con queste parole Ludovico Antonio Muratori, nella « Dissertatio vigesimaquarta » dell'opera *Antiquitates italicæ mediæ aevi* (1), dà notizia di una scrittura che si stende da f. 217 r. a f. 231 r. del Codice 490 della Biblioteca Capitolare « Feliniana » di Lucca: un insigne monumento pergamenaceo di vario argomento scritto sulla fine dell'ottavo ed i primi del nono secolo e studiato, dal punto di vista paleografico, da Luigi Schiaparelli (2) il quale dà altresì conto delle edizioni ed illustrazioni compiute per le singole parti.

(1) *Sive dissertationes* etc. Tomus secundus. Mediolani, MDCCXXXIX, Ex Typographiae Societatis Palatinae in Regia Curia. Superiorum facultate; coll. 365-366. La dissertazione è intitolata: « De artibus italicorum post inclinationem romani imperii ».

(2) *Il Codice 490 della Biblioteca Capitolare di Lucca e la scuola scrittoria lucchese (Sec. VIII-IX). Contributi allo studio della minuscola precarolina in Italia* Roma, Presso la Biblioteca Vaticana, 1924. *Il Codice CCCCXC della Biblioteca Capitolare Di Lucca. Ottantatré pagine per servire a studi paleografici scelte* etc. Tavole. Roma, Pompeo Sansaini-Editore, 1924. La tav. LXI riproduce il f. 217 r..

Di questo codice ho curato la edizione di altra parte; vedi: GINO ARRIGHI *Tecnica delle costruzioni del secolo VIII: il « De fabrica in aqua » e il « De malta » nel Cod. 490 della Biblioteca Capitolare di Lucca* in « Automazione e Automatismi » n. 3 (maggio-giugno 1962) pp. 26-29.

Il Muratori, dopo il passo riferito di sopra, ce ne fornisce una prima edizione (3) sotto il titolo: « *Compositiones ad tingenda Musiva, Pelles, et alia, ad deaurandum ferrum, ad Mineralia, ad Chrysographiam, ad glutina quaedam conficienda, aliaque artium documenta, ante Annos nongentos scripta.* ». Questa edizione lascia non poco a desiderare per i frequenti errori di lettura, le numerose parole non lette e le larghe omissioni. Il Muratori, poi, comincia dalla riga venticinquesima di f. 217 r. e, tutta la prima parte del foglio stesso, la inserisce dopo il capitoletto intitolato « *De tinctio veniti* » e prima dell'altro « *De Tictio melina* » che, nel Codice, gli vien subito dopo.

Altra edizione delle « *Compositiones* », e questa veramente pregevole, è dovuta ad Achille Pellizzari (4) il quale, come egli stesso dice nella nota introduttiva premessavi, ebbe vicino mons. Pietro Guidi che lo « soccorse liberalmente della sua dottrina ». Anche qui si dà inizio con la venticinquesima riga di f. 217 r. ma si omette la parte precedente del foglio stesso, costituita da ventiquattro righe. Il Pellizzari a proposito, nella solita nota, così scrive: « Lo spazio lasciato bianco nella c. 217 r., all'inizio, forse per un titolo calligrafico, fu riempito da mano certo diversa, o contemporanea o — come appar più probabile data la scrittura — di non molto posteriore, con tre ricette chimiche, dello stesso genere di quelle riunite nelle *Compositiones*, e numerate dal n. XIX al XXI. Sono senza dubbio la fine d'un'altra raccolta di ricette, della quale manca il principio, dacché le due carte precedenti furono tagliate, in tempo evidentemente antico. Separate come sono dal resto della raccolta a cui appartenevano, ed estranee — come appare per più indizi — alla silloge delle *Compositiones*, non mi pare sia il caso di riprodurle. ».

Lo Schiaparelli non è della stessa opinione e, in una nota, avverte: « La parte prima del f. 217 r., di mano diversa da quella che scrisse l'ultima parte (cf. p. 48) non fu affatto aggiunta dopo [ne è prova lo spazio: le lettere *p* e *i* (nella legatura *ri*) della parola *priorem* dell'ultimo rigo sono in parte coperte dalle lettere *DE* della rubrica (in rosso) della parte seconda: *De ti(n)ctio omnium musivorum*], come ha ritenuto il Pellizzari (op. cit., p. 456); e non vediamo come egli consideri le tre ricette della prima parte separate dalla raccolta a cui appartenevano ed estranee alla silloge delle *compositiones*. ».

La parte ora analizzata e contenente le « tre ricette chimiche », come dice il Pellizzari e che d'altra parte sono ben più di tre, è tutta scrittura di una sola mano la quale più non compare fra le tante cui è dovuta la stesura di questo Codice; l'analisi paleografica è così condotta dallo Schiaparelli (5):

(3) Op. cit.; coll. 365-388.

(4) *I trattati attorno le arti figurative in Italia e nella Penisola Iberica* vol. I. Napoli, Società editrice F. Perrella, 1915; pp. 453-502.

(5) Op. cit. (testo); p. 48.



« Interessante è pure lo scrittore della prima parte del f. 217 r.; adopera l'onciale nel primo rigo, per la rubrica, e la minuscola per il testo. Ma questa minuscola è accurata e diritta, di carattere ben spiccato, solo nei due primi rigi (nel primo usa la *a* onciale e la minuscola corsiva); colla seconda parte del terzo rigo si fa inclinata e più corsiva, sì da sembrare piuttosto una semicorsiva [NOTA. — Per il Liebaert (schede) è una: Caroline sauvage; il Lindsay (note) la dice: Sloping largeish minuscule of cursive type.]. L'influenza visigotica si nota nella *e*, specialmente in legatura con lettera seguente (*em*, r. 2, 3; *en*, r. 3; *es*, r. 7, 12 ecc.), nella *s*, piccola, nella *a* corsiva aperta, in alcune legature *et* e forse in alcune *t*, in legatura con lettera precedente e seguente, dalla forma di *c*; però ha anche *ce* chiuso al modo italiano. ».

Atteso l'interesse dello scritto, dovuto anche alla sua estrema antichità, confortato dai giudizi espressi dallo Schiaparelli in polemica con il Pellizzari e considerando che della parte ora ricordata non esiste che la edizione, ben infelice, data dal Muratori, ho ritenuto non inutile impresa il fornire una edizione nuova di questa prima parte di f. 217 r. la quale, se non perfetta, è, se non altro, meno scorretta di quella .

Nella trascrizione del passo, che è su pergamena talvolta guasta, ho sciolto le poche abbreviazioni e, al fine di agevolarne la lettura, ho provveduto a separare le rubriche dai testi e a introdurre la punteggiatura secondo le regole moderne.

Si tratterebbe adesso di condurre un esame sul contenuto delle varie ricette di questa parte delle *Compositiones*; il lettore più frettoloso può limitarsi a ricercare alcune voci sul *Dizionario di alchimia e di chimica antiquaria* di Gino Testi (6) e, s'intende, nel *Glossarium mediae et infimae latinitatis* di Carlo Dufresne du Cange (7). Per un esame più approfondito converrà ricorrere a *La chimie au moyen âge* di Marcellino Berthelot (8) dove

(6) Casa Editrice Mediterranea, [Roma, 1950].

(7) *Auctum a monachis Ordinis S. Benedicti cum supplementis integris* etc. Parisiis, Excudebant Firmin Didot Fratres, 1840-1850.

(8) Paris, Imprimerie nationale, 1893. A queste scritture si hanno richiami anche nel seguito.

Reputo giovevole riferire qui ciò che il Berthelot dice (pp. 10-11) a proposito delle ricette contenute nel *De compositio cathmiae*:

« PREMIÈRE SÉRIE DE RECETTES: *Coloration et teinture du verre*. L'ouvrage débute par deux recettes sur la matière appelée *cathmia*. Ce nom, qui s'écrivait aussi *cadmia*, désignait chez les anciens et chez les alchimistes grecs deux produits distincts, savoir: un minerai naturel de zinc servant à fabriquer le laiton, tel que la calamine moderne, et un produit artificiel, sorte de fumée des métaux, riche en oxydes de zinc et de cuivre, qui s'attachait aux parois du fourneau où l'on opérât la réduction du métal. Les deux premières recettes des *Compositiones* s'appliquent à la préparation d'un mélange analogue, obtenu par la cuisson du cuivre et de son minerai avec du natron et du soufre. Mais les dernières substances sont seules désignées, le cuivre et son minerai n'étant pas même nommés; quoique leur omission résulte de la lecture de la recette complète, qui figure au n. 147 de la *Mappae clavicula*. De telles indications partielles et abrégées répondent bien au caractère de recettes d'atelier que je signale dans les *Compositiones*:

un intero capitolo, il primo del primo tomo, è interamente dedicato ad illustrare le *Compositiones* che egli conobbe e studiò attraverso una copia fornitagli dal Giry che prese visione della scrittura in Lucca. È con vero rammarico che lamentiamo la mancata pubblicazione della copia effettuata da quello studioso dell'École des chartes che, per altro, non avrei totalmente approvata.

Potrei aggiungere che, in tempi posteriori, le *Compositiones* furono studiate, e non edite come farebbe pensare lo Schiaparelli, in un'opera dovuta ad Ernst Berger (9); ma ivi ci si riferisce alla trascrizione muratoriana la quale, specialmente per la parte qui presa in considerazione, è particolarmente difettosa.

\* \* \*

Prima di porre la parola fine a queste note introduttive, reputo che sia conveniente svolgere le considerazioni che seguono.

Una analisi lessicale e contenutistica del testo che ora presento, come della parte mirabilmente edita dal Pellizzari, mostra una traccia evidente che, attraverso la Grecia, rivela trattarsi di un prodotto della cultura orientale. Passaggio a noi diretto o attraverso intermediari di Spagna? Non oso certamente affrontare il tema delle vie allora seguite dalle correnti del sapere, ma posso affermare con sicura certezza di trovarci ora dinanzi ad una, diciamo così, riedizione di testo molto antico le cui radici affondano in un vicino oriente.

E qui vale richiamare l'attenzione sopra un codice del XII secolo edito in *Archaeologia: or, Miscellaneous Tracts relating to Antiquity*, la notevole

il s'agit d'un simple *memento*, que le praticien savait compléter. Cette cadmie, riche en oxyde de cuivre, servait sans doute à la préparation du verre *prasinum* (verr. poireau), qui suit.

« En effet, les recettes ultérieures sont relatives à la teinture ou coloration, tantôt profonde, tantôt superficielle, du verre en vert; en blanc laiteux (par l'étain); en rouge (par le cinabre, par la litharge, par le cuivre brûlé [NOTA. *Calcoe caumenu*, dans les *Compositiones*, c'est-à-dire *χαλκός κακαμένος* = *aes ustum*. Le mot et la recette ont passés sans changements notables dans la *Mappae clavícula*, n. 139, dans plusieurs manuscrits alchimiques latins écrits vers l'an 1300, ainsi que dans le *Liber diversarum artium* de Montpellier. Le mot grec, usité chez les praticiens, a été conservé dans ces diverses recettes sans être traduit.]; en pourpre (*alithinum*) sans feu, c'est-à-dire à l'aide d'un vernis de sang-dragon [NOTA. On y lit le mot *anamemigmenis*, c'est-à-dire *ἀναμειμιγμένης*, mot grec transcrit dans la recette latine.], puis en jaune (*melinum*). La série se termine par la formule compliquée d'un vernis, appelé *antimio de damia*, composé avec l'*amor aquae*, sorte d'écume saline, le naphte, le soufre, la poix, la baume, le jaïet ou un bitume analogue, l'huile d'olive, la résine, le lait; le tout cuit ensemble avec précaution. Ce vernis servait sans doute à appliquer certaines couleurs à la surface du verre. ».

(9) *Beitraege zur Entwickelungs-Geschichte der Maltechnik*, III Folge, *Quellen und Technik der Fresko -, Oel - und Tempera-Malerei des Mittelalters einschliesslich der VAN EYCK* München, 1912, Verlag von Georg D. W. Callwey; pp. 8-21 e 31-34.

pubblicazione della « Society of Antiquaries of London » (10). Thomas Phillips, nella lettera introduttiva ad Albert Way che ne era il Direttore, prova soddisfacentemente che quel codice, intitolato *Mappae Clavicula*, è stesura di un inglese; ebbene le ricordate regole del Codice 490 si ritroveranno, ed anche in una forma assai prossima, in questo manoscritto inglese.

Si può pertanto affermare che tutta la parte del Codice 490 che si estende da f. 217 r. a f. 231 r., e non soltanto questa (11), si rifà ad una più antica trattazione alla quale, o ad una sua derivata, oltre tre secoli dopo dovrà rifarsi lo scrittore inglese.

*Da f. 217 v. del Cod. 490 della Biblioteca Capitolare « Feliniana » di Lucca*  
(La lezione muratoriana è in parentesi e preceduta da M.)

XVIII. DE COMPOSITIO CATHMIAE.

*Compositio cathmie* (M. cathmiae). Nitrum partem unam, sulphur partem unam.  
*Alia cathmia*. Halumen (M. alumen) pa(r)tem unam, sulphur vibum partem unam, nitrum partem unam.

XX. DE TINCTIO VITRI PRASINI.

*Tinctio vitri prasini*. Tere vitrum bene, limas heramen mundum et mittes, in libras de bitrum (M. biturum), heramen ÷ III.; et coques per dies III..

*Alia tinctio*. Teres bitrum bene, mitte per Lib. (M. manca): heramen ÷ I., alumen (M. halumbi) hegiptia (M. Hegiptii) ÷ I.; et quoques per dies III..

(X)XI. DE ALIA LACTIS COLORIS.

*Alia lactis coloris*. In Lib. mittis (M. mittes) stagnum (M. seagnum) ÷ III.; et quoques per (M. pir) dies II..

DE TINCTIO SANGUINEA.

*Tinctio* (M. Tictio) *sanguinea*. In Lib. mittis (M. mittes) cinnabarin (M. cinnabarin) ÷ III.; et quoques (M. coques) per dies II..

DE TINCTIO RUBEAE.

*Tinctio rubea* (M. manca). In Lib. vitris trita psimitin (M. simitin) ÷ II.; et quoques per (M. et) dies II..

(10) Vol. XXXII. London, Printed by J. B. Nichols and Son, MDCCCXLVII. L'articolo XVIII, pp. 183-244, si intitola: *Letter from Sir THOMAS PHILLIPPS, Bart., F. R. S., F. S. A., addressed to ALBERT WAY, Esq., Director, communicating a Transcript of a MS. Treatise on the preparation of Pigments, and on various processes of the Decorative Arts practised during the Middle Ages, written in the twelfth century, and entitled Mappae Clavicula*. A p. 187 si legge « Incipit Libellus dictus Mappae Clavicula » ed il suo testo prosegue sino alla fine a p. 244. A pp. 31-34 dell'Op. cit. in (9) si ha l'opportuno « Index des Lucca-Ms. mit den korrespondierenden Kapiteln der Mapp. clav. ».

(11) Infatti altri due suoi passi, collocati a f. 211 v. e già da me editi, vedi nota (2), troveranno poi i corrispondenti capitoletti « De Fabrica in aqua. cij. » e « De Multa (sic). cijj. » di *Mappae Clavicula* stampati a p. 209 della edizione inglese.

#### DE TINCTIO ALITHINI.

*Tinctio alithini* absque ignem tingue (M. manca, ?) ungues subtiles vitria (M. vitrice) et ungues dracontea aname (M. manca) migmerus (M. sanguineus) et fiet sicut rubea.

DE MINUS TINCTA MELINI COLORE. (M. non separa dal precedente).

*Minus tincta melini coloris.* In Lib. theaspis (M. theuspis) terra (M. manca) ÷ II.; et quoques dies III.

*Rubeo:* In Lib. calcuce (M. manca) caumenu (M. manca) ÷ II.. (M. manca tutto da qui sino ad « Ista » del capitoletto seguente).

#### DE ANTISMIS DE DAMIA.

*Antimis de damia.* Humor aquae (il Berthelot parla di « amor aquae ») Lib. I., napta Lib. I., sulphur vibu Lib. III., picis aride ÷ III., balsamum Lib. II., gagathin ÷ III., oleo ex olivis ÷ III., resina ÷ III., lac ferri Lib. I.. Ista omnia commisce (M. commisca) et teres bene; quoques una (M. unam) ora fiet ignis sed secundum priorem virtutem, sed minus (M. mancano le due parole) sed ex (M. et) modice licite (M. manca).

# BREVIARIO DI COLORE (IL COLORE: FENOMENO FISICO, SOCIALE E POETICO)

ACHIE ANDREI

Funzionario d'Azienda e Consulente Commerciale - Milano, Italia

Signore e Signori,

Il nostro contributo con « Breviario di Colore » ad un argomento di così vasta portata non è che un granellino di sabbia sulla riva del mare che l'onda sommuove ma non disperde.

Così abbiamo intitolato la nostra dissertazione perché comunemente breviario è una raccolta di pensieri che riguardano un dato argomento ed il nostro argomento è il colore.

Un libro — scriveva magistralmente Giovanni Macchia sul Corriere della Sera del 23 aprile u.s. in una critica su Montaigne di Albert Thibaudet « Il Maestro del Dubbio » — non si costruisce, un libro diviene. E noi dalla « Introduzione ad un tentativo inteso a risolvere il problema del colore nell'impiego del marmo » abbiamo voluto estendere l'argomento generalizzando lo quale « Saggio sul colore nell'Arte e nelle varie applicazioni ». Abbiamo accennato altresì ad una « Introduzione del colore nella farmaceutica ».

— Il colore è una sottile realtà che esiste nell'universo come tutte le altre cose note ed ignote delle quali la sola luce ci rivela la bellezza —.

La definizione a prospettica che abbiamo dato del colore è in sé originale e risponde ad un concetto fisico perché solo grazie alla luce ci è consentito percepire visivamente quanto ci attornia e constatarne la bellezza.

Non parliamo della « naturalità » o meno dell'arte di oggi, le tendenze sono tante e così varie che sembra di essere in una fase di sperimentabilità continua alla ricerca del « nuovo » esplosivo, di qualcosa che faccia epoca. E la ricerca, infatti, è encomiabile perché solo con la esperienza si può progredire nel campo artistico e nel campo scientifico.

Tra l'altro abbiamo potuto affermare che la funzionalità cromatica si può allegare fra le recenti elaborazioni scientifiche, fisiologiche e psicologiche, dell'uomo. Prima di allora si pensava soltanto a considerazioni estetiche. E la funzionalità cromatica è stata da noi definita il valore coloristico cioè il rapporto di vari colori tra di loro sempre in relazione all'uomo



ed all'ambiente nel quale vive. Il colore è funzionale in quanto non accettiamo da tale rapporto la sola valutazione estetica (bellezza di linea e di forma), ma anche l'intensità di luce (luminosità) e l'espressività tonale (concentrazione) che ci è utile. Nuovi orizzonti alla poesia dello spirito e della visione.

Nelle esposizioni della nostra dissertazione — giudicata un po' lunga — abbiamo fatto delle considerazioni non facilmente riassumibili senza togliere la freschezza e l'originalità alla nostra comunicativa. Potreste voi rappresentare il bellissimo quadro del « Paradiso » del Tintoretto nella sala del Maggior Consiglio del Palazzo Ducale, riproducendone solo una parte? Comunque, abbiamo inteso brevemente accennare alla storia meravigliosa del colore quale « incanto di luci e di ombre » ed al « fascino del colore » perché sappiamo che queste forze del mondo sono nient'altro che una realtà vitale — luce che vive — immedesimanti di sé tutto l'universo, all'influenza delle quali non si sottraggono né la natura né l'uomo.

Abbiamo, inoltre, scoperto una legge inderogabile, quella della immutabilità del colore: la riproduzione delle stesse cause sotto le identiche circostanze danno colori identici. Abbiamo scoperto che la visione è imperfetta e che la realtà nella sua interezza è completata solo dalla luce spirituale. Abbiamo scoperto che creare nel colore è conoscere in profondità. Abbiamo scoperto che il colore uccide l'uniformità, il livellamento, la monotonia. Abbiamo scoperto che la causalità nel colore è un nonsenso ed è soltanto « il volere » o « l'intenzione » artistica dell'uomo che crea il dialogo tra la forma ed il contenuto nell'arte cioè un sapiente rapporto tra requisiti fisici e requisiti umani. Abbiamo detto scoperto, ma avremmo potuto benissimo dire enunciato, perché queste cose sono note e nell'ordine immutabile della natura.

Ci siamo permessi di affermare che il sillogismo « Il colore attrae — il colore nasconde » è una forza estetico-mimetica nata con la vita animale la cui influenza attrattiva-conservatrice si esercita su tutto il mondo conoscibile. Abbiamo aggiunto che la psicologia della formazione influisce sulla forma stessa: i colori sono suscettibili di esercitare una particolare variazione volumetrica oltre a sostituire pittorescamente l'artificio dei vuoti e dei pieni. Abbiamo enunciato una legge di correlazione tra architettura e colore in quanto se l'una è una relazione di piani o di punti d'incontro nello spazio, l'altro è un rapporto di valori ed ambedue sono imprescindibili dal rapporto numerico che li lega nel tempo al concetto statico e dinamico. Abbiamo affermato che il colore, oltre che la materia, sono risultati attraverso i tempi fattori determinanti, ma non sostituibili. Tra l'altro abbiamo detto che il colore e la forma sono armonie necessarie e complementari nella universalità del creato.

Abbiamo pure affermato che il colore oltre ad essere un fenomeno fisico e sociale è, come è risaputo, un fenomeno poetico perché senza

radiazioni luminose verrebbe a mancare la poesia della vita e la tristezza regnerebbe ovunque. Il problema di vivere è principalmente un problema di colore.

Bellezza calcolata. Abbiamo definito la bellezza calcolata, un concetto di bellezza razionale perché in dipendenza delle parti e del tutto. È un concetto del dimensionamento umano e degli stili classici. In architettura, prima di essere fondamento scientifico, è nella natura delle cose. Tutto quanto costruito sulla verticale è bellezza calcolata. Altrettanto di casi dei colori nel loro accoppiamento e nella loro giustapposizione, come pure della tecnica del colore. Senza l'ingegnoso coordinamento umano non esisterebbe bellezza artistica. Un filosofo ebbe ad affermare che la bellezza è limitata, mentre la bruttezza è senza fine. Sottilizzando, purché fatto intenzionalmente, si potrebbe arguire che anche il brutto è bello.

La riabilitazione del nero. In certi paesi orientali il nero è considerato diabolico e porta sfortuna. Noi abbiamo voluto riabilitare il nero perché sebbene simbolo di rivolta è sconcertante e affascinante al tempo stesso. Il nero è colore classico come il bianco ed il rosso. Tra loro questi colori sono belli per il loro contrasto. Il bianco ed il nero sono i colori dei nostri sogni, sono i colori dei libri di lettura e, fino a ieri, sono stati i colori della cinematografia. Il nero è il colore comune dell'inchiostro e con lo stesso è stato tramandato il genio dei più grandi scrittori e compositori. Occorre sfatare che il nero incuta timore e sia il tradizionale segno di lutto perché molti popoli impiegano a questo scopo il bianco.

Abbiamo affermato che il colore è una forza attivatrice che influenza lo stato fisiologico e psicologico e che negli ospedali generici e nelle case di cura il connubio tecnico-medico non si deve sottovalutare. Lo stesso di casi per ambienti di lavoro, le scuole, le carceri ecc. Educare nel colore è curare nel colore.

La cromoterapia è una scienza dell'avvenire ed è riservata agli specialisti medici.

Siamo passati alla considerazione di « Marmo e Colore » argomento nuovo e di alto interesse. Nel passato si riteneva che soltanto il sentimento fosse motivo dell'arte delle costruzioni. Ma il sentimento sebbene sia una tonalità affettiva che s'immedesima nella sensazione è senz'altro sensibilità artistica e non può dissociarsi dal colore perché la materia ed il colore sono fattori determinanti ed insostituibili in tutte le manifestazioni dei nostri sommi maestri. Senza il marmo di Paro e del Pentelico, Fidia non avrebbe dato all'antica Grecia le sculture che la resero famosa, senza il marmo delle Alpi Apuane, Michelangelo non avrebbe scolpito la sua Pietà. E cosa dire degli altri grandi maestri della Pittura?

I marmi sono tutti belli, purché non impiegati male. Nondimeno essi cantano per le vie del mondo la gloria dei loro colori per la gioia dei nostri occhi e per la ricreazione dello spirito.

Nel prosiegua del tempo le pietre colorate più consistenti, i marmi ed i graniti, dissero pure la loro parola appunto perché dotati di colore naturale. Essi trovano il loro impiego grazie alla scelta in funzione della destinazione e subordinatamente ai loro requisiti tecnici. L'accompagnamento delle tinte richiede il gusto degli esperti, dei professionisti ed inoltre è subordinata alla funzionalità cromatica a sua volta in dipendenza della sensibilità artistica e coordinatrice dell'uomo.

Nel colore che vibra noi riceviamo la percezione visiva della bellezza dell'universo e la conoscenza spirituale di una delle fonti della poesia Immortale. *Omnes colores, colores vagantes.*

Sulla più alta vetta della montagna ideale, dedicata all'ingegnosità nell'arte, nella scienza e nella architettura, sventola una bandiera gigantesca sulla quale sta scritto a lettere cubitali una sola parola: *Colore.*

# PEDAGOGIE ACTIVE, COULEURS ET ENSEIGNEMENT DE L'ELECTRICITE

GABRIEL FERONE DE LA SELVA

## **Preambule.**

En tant que spécialiste des moyens audio-visuels appliqués à la physique générale et à l'électricité, j'ai été très intéressé par tout ce qui concerne les travaux du C.I.C.

L'intérêt de ces travaux n'étant plus à souligner, je profite de cette occasion pour remercier particulièrement Monsieur DERIBERE et les collaborateurs du C.I.C. que j'ai l'honneur de connaître pour tout ce qu'ils ont pu m'apporter en ce domaine.

La couleur n'est qu'une plage limitée de l'immense domaine des vibrations et des phénomènes périodiques qui intéresse tout le monde.

Nous arrivons à un niveau où il semble nécessaire de faire la synthèse des connaissances acquises et de leurs retentissements sur la vie de tous les jours.

La lecture des livres scolaires nous plonge souvent dans la perplexité et l'inquiétude devant le décalage des enseignements élémentaires et moyens et les réalisations techniques d'usage courant du monde moderne.

Pour moi, par ma spécialisation, en ce qui concerne la couleur, il ne convient d'aborder que les problèmes suivants: *la couleur dans l'enseignement et l'enseignement de la couleur.*

## **La Couleur dans l'enseignement.**

Dans ce premier chapitre, malgré l'intérêt que présente l'étude de l'influence de la couleur dans l'ambiance où se trouve l'enfant et de ses conséquences caractériologiques je me limiterai à son utilisation aux moyens d'enseignements.

Nous avons eu ici l'excellente démonstration de ce qui est fait en matière d'utilisation des couleurs à l'usage des cartes géographiques.

J'ai, personnellement, étudié l'application systématique de la couleur

dans un enseignement particulier et j'ai pu obtenir d'excellents résultats par les matériaux Blokelec. Je renvoi ceux que cette question particulière intéresse à la revue *Couleurs* ou j'ai publié un texte sur le sujet et ils trouveront à la suite notre conférence intitulée « *pedagogie active et enseignement de l'électricité* ».

Il nous semble cependant intéressant de vous présenter une démonstration de ce que nous entendons par l'utilisation de la couleur dans les moyens d'enseignement.

1° image - 2 enfants jouent près d'un pylône électrique. S'approcher de la base du pylône ne présente aucun danger. 2° image - le garçon est monté sur le pylône. Ici la situation devient dangereuse. Nous la soulignons par l'expression de l'enfant qui a peur. Nous la soulignons par l'angle de prise de vue, enfin nous la soulignons par les couleurs prédominantes de rouge et de bleu sombre nette différenciation avec l'image précédente. 3° image — Electricité de France nous avait offert de très belles diapositives sur les méthodes de respiration artificielle. Il s'avèra cependant difficile de les utiliser, les personnages mis en action étant de grandes personnes, en l'occurrence des moniteurs de sécurité. Pour les enfants, à la suite de quelques expériences, nous nous aperçûmes qu'ils considéraient l'électrocution préalablement présentée comme affaire de grandes personnes sans rapport avec leur propre univers.

Nous avons réalisé exactement les mêmes images mais cette fois en utilisant un enfant comme victime.

Les réactions furent immédiates. Il s'agissait bien d'une affaire les concernant.

La couleur est utilisée de la façon suivante — approche du danger, légère dominante rouge de l'ensemble — l'enfant est évanoui, rouge et couleurs sombres dominant.

Soulignons que les caractéristiques essentielles d'une application de la couleur comme moyen auxiliaire de l'enseignement doivent tenir compte:

1° - d'une rigoureuse application des normes existantes (quand celles-ci existent).

2° - des caractères psychologiques et parfois même pathologiques de l'utilisateur final — l'enfant dans ce cas.

3° - de la clarté et de la visibilité des démonstrations dans lesquelles elles sont incluses à quel titre que ce soit.

## **Enseignement de la Couleur.**

Malgré que nous serions amené à considérer que ce problème n'a pas été abordé d'une façon rationnelle et conforme aux recommandations du C.I.C. nous devons reconnaître que d'énormes efforts ont été faits.

Je veux parler des travaux de l'Ecole Moderne dont le promoteur M. FREINET a, par son action, bouleversé les bases de l'enseignement traditionnel par l'introduction des méthodes actives en laissant une plus large part à l'activité personnelle de l'enfant.

### **A l'école maternelle.**

Dans le cadre des écoles maternelles un domaine d'épanouissement presque idéal s'est développé autour de l'initiation aux arts graphique, à la peinture, au symbolisme des formes, à la composition picturale.

La couleur sous la forme de son application à l'esthétique et à la peinture a été, plus récemment soutenue par un énorme entreprise de l'Office Central de la Coopération à l'Ecole « Le Musée à l'Ecole » couleur bien entendu uniquement sous la forme picturale.

Dès cinq ans l'enfant est attiré par les couleurs d'une façon consciente et déterminée, il en fait un choix et les réunit parfois fort judicieusement.

Il n'y a qu'à visiter une de ces nombreuses expositions de dessins d'enfants organisées par les écoles pour s'en rendre compte.

### **A l'école primaire.**

A ce niveau l'éducation couleur, lorsqu'elle existe est strictement réservée aux professeurs de dessin ce qui est valable dans les écoles primaires situées dans les villes ou les bourgs assez importants. Dans les écoles n'ayant qu'un nombre limité d'élèves c'est à l'instituteur seul que ce rôle est réservé.

Il faut reconnaître que si, en ce domaine, le résultat est parfois décevant, l'instituteur en est bien excusable. On lui demande tant de choses!

### **Collèges d'enseignement général.**

A part le rôle toujours suivi du professeur de dessin, il vaut mieux ne pas parler de ce qui est enseigné à ce niveau en physique de la couleur.

Dans les enseignements qui suivent, une certaine tendance fera éliminer l'optique de la plupart des programmes, ce que nous ne sommes pas seul à regretter.

A moins de rester dans le domaine éthéré du verbiage et de l'inconstructif il importe de fournir aux éducateurs les moyens de connaissances nécessaires à tout les niveaux.

Ces moyens sont connus, rappelons-les cependant:

- a) des plaquettes de grandes diffusions adaptées aux programmes scolaires et à des niveaux précis;
- b) des films ou des diapositives d'illustrations;
- c) du matériel de physique sérieux et bon marché permettant de reproduire à l'échelon de l'établissement tout ou partie de expériences déjà réalisées par le Centre de la Couleur.

Il faut donc réunir les moyens de travail nécessaire — il faut que les grands organismes, Education Nationale, grands distributeurs d'Énergie électrique, groupements syndicaux interprofessionnels prennent leur responsabilité, dégagent des crédits, sortent du statisme et permettent au C.I.C. de ne plus perdre un temps précieux.

### **Pourquoi l'électricité.**

La civilisation mécanique de la fin du XIX siècle et de la première moitié de ce siècle est remplacée à un rythme accéléré par la civilisation « électrique » ou « électronique ». Les deux termes étant liés de façon étroite et indissoluble.

La connaissance de l'électricité et de l'électronique se ramène à l'étude de tout ce qui concerne cet infiniment petit, composant essentiel de la matière, l'*Électron*.

Si nous étudions l'électron nous serons contraints d'élucider les structures atomiques, le domaine immense des vibrations, de pénétrer les secrets de la température, de l'agitation moléculaire, de la propagation des ondes hertziennes et de bien d'autres choses encore.

L'électron, se trouvant par la nature des choses, aussi bien dans le minéral et dans le végétal que dans l'animal, aucun domaine ne reste où il ne se rencontre pas.

L'évolution des techniques nous permet d'entrevoir pour bientôt des solutions « Atomiques » en matière de source d'énergie pour tous usages. Atome = Noyau + électrons. Nous voyons se préciser le champ immense de l'électricité.

À l'heure où ce mot « Atome » est aussi familier à l'enfant qu'Avion ou Auto, il nous semble irrationnel et dénué de sens de perséverer à appliquer un enseignement qui ne rende pas compte d'une façon précise de la nature des choses.

La France employant l'électricité dans tous ses avantages actuels ne possède pas sur 45.000.000 d'habitants 1.000.000 de personnes ayant une connaissance élémentaire l'électricité. *Neuf personnes sur dix avouent que l'électricité est une matière rebutante et une bonne part du reste possède des informations fantaisistes sur le sujet.*

Cette carence est consécutive au fait que l'électricité, comme la mécanique s'explique mal avec les mots. Les bons vulgarisateurs en cette matière se comptent sur les doigts: l'éducation de l'enfant est dirigée de telle façon qu'il se trouve en face de faits établis et par conséquent naturels, qui ne peuvent et ne doivent ni l'étonner ni l'intriguer. Il nous souvient de ce professeur, responsable de la pédagogie d'une école EdF très connue qui nous affirmait sans rire en 1947 que l'électron n'existait pas.

Quelles souffrances nous donnèrent un peu plus tard ce courant théorique circulant à l'envers des électrons ou ces corps chargés positivement parce qu'ils « manquaient » d'électrons.

Le mot « Température » ne signifie, à nos sens, que des sensations subjectives de chaud ou de froid alors qu'il a pour but de nous donner une appréciation ou une estimation précise de la vitesse des molécules selon que nous ferons usage de notre épiderme ou d'un instrument précis et selon que nous exprimerons cette température par des adjectifs ou par des chiffres.

Expliquer l'élévation de la température d'une résistance par l'accroissement de la vitesse des molécules sous les chocs du courant d'électron est chose facile. Qui ose le faire?

L'obscurantisme de l'enseignement de base se rapportant à l'électricité amène le cerveau infantile devant des contradictions qu'il refuse et lui fait rejeter en bloc ce qui est « technique ».

De ces méthodes, pour une part plus importante qu'on ne l'imagine communément, provient notre carence en techniciens à l'échelon européens.

Nous devons à Monsieur Freinet, dans d'autres domaines traditionnels, la tendance à transformer l'enseignement et à utiliser de plus en plus l'esprit d'observation et de réflexion de l'enfant devant les divers problèmes que lui pose le monde qui l'entoure.

Ce n'est pas par hasard que j'écris ces lignes dont certaines ont été publiées grâce à l'office Central de la Coopération à l'Ecole.

De la technique Freinet à la pensée Coopérative il y a continuité et convergence.

Je me suis attaché, pour différentes raisons, à utiliser ces méthodes et ces principes à l'enseignement de l'électricité par ce qui a été appelé *Blokelec*.

Depuis 1952, les buts que nous avons désiré atteindre sont donc:

- Préparation de l'homme de demain à l'utilisation rationnelle des avantages du monde moderne.
- Meilleure compréhension de cet homme devant cet univers technologique.
- Préservation de cet homme par lui-même dans cet univers impitoyable aux erreurs.



— Et peut-être selon le mot de Monsieur Marcel Boll confirmer des vocations techniques dont le besoin se fait de plus en plus sentir en France et dans le Monde.

Avant de m'étendre et d'exposer ces méthodes, je voudrais, avec la permission du lecteur, rappeler des choses essentielles et plus ou moins connues.

L'électricité et l'électronique prennent une place plus en plus grande dans la vie moderne. L'instituteur chargé de donner à l'enfant les éléments concrets qui lui permettront d'aborder sa vie d'homme à donc pour devoir de l'initier à leur utilisation quotidienne et aux notions les plus élémentaires de la conduction et de la tension électrique.

Près de 25 tués, plus de 600 blessés graves, tel est le tribut annuel des enfants d'âge scolaire sacrifiés par l'ignorance de leurs parents et aussi reconnaissons le, hélas, parfois par l'ignorance de leurs professeurs.

— *La classe sociale la plus touchée par les accidents d'origine électriques est celle de ménagères.*

— *Une part des accidents de la route provient de l'état et de l'utilisation défectueux des organes électriques.*

Lorsque, partout, le réseau de distribution d'énergie électrique sera amené sous la pression des contingences économiques à la tension de 220/330 Volts nous pouvons être certains que ces chiffres seront multipliés par quatre si nous n'y prenons garde, compte tenu de l'extension moyenne de la consommation de 10% par an.

Presque tous ces accidents sont évitables:

- lorsque des mesures de *Sécurité* sont prises;
- lorsque le matériel est en bon état;
- lorsque le bricolage est exclu des installations électriques;
- lorsque les gens savent ce qu'ils peuvent demander à leur installation.

Il ne viendrait à l'idée de personne de charger une petite voiture de 50 sacs de blé de 100 Kg chacun. Combien d'installations électriques sont surchargées au-delà du raisonnable.

Ajoutez à cela les cerfs-volants, les pierres et les objets divers lancés ou posés sur des conducteurs sous tension, les effractions d'installations électriques par les enfants et les escalades si souvent mortelles des poteaux et pylône électriques et vous aurez fait le tour du problème.

L'essentiel sur la prévention des accidents d'origine électrique tient en une page.

Les secours aux accidentés tient également en une page.

L'indifférence de l'instituteur devant ces deux pages peut le conduire à être complice de meurtre. J'exprime brutalement des faits.

Lorsque la vie des enfants est entre nos mains rien ne doit être négligé pour que nous la préparions à son épanouissement futur d'homme et de femme et que nous la protégeons contre tous les dangers.

Il appartient donc à l'instituteur et à l'institutrice seul de préparer l'enfant à l'utilisation rationnelle de l'Electricité et de ses bienfaits et à attirer son attention sur l'importance de la « Sécurité » en cette matière.

### **Blokelec.**

Blokelec est un ensemble de matériel que certains ont bien voulu apprécier, qui équipe aujourd'hui plus de mille écoles primaires dans 7 pays. Il comporte:

1° - *L'introduction systématique et traditionnelle de la couleur dans un enseignement particulier.*

2° - La démonstration de la permutabilité de certains appareils électriques et de la non permutabilité de certains autres, c'est une application de l'analyse logique, ce terme étant pris dans le sens que lui donne Marcel Boll dans toute sa rigueur mathématique.

3° - Pour les enfants une porte simplement ouverte sur la construction d'ensembles électriques complexes par petites étapes.

4° - Pour les jeunes filles un moyen agréable « très cuisine moderne » de jouer avec des fusibles, des lampes, des interrupteurs, avec ce dangereux courant électrique.

5° - Une méthode active propre à développer dans l'esprit de l'enfant le sens du travail effectué en commun.

6° - Enfin un ensemble de moyens pratiques de manipulation par le professeur ou les élèves.

### **Pour qui l'électricité?**

Les grands chapitres de notre travail ont porté sur:

1° - Les enfants du 1° âge mental (et les adultes relevant de cette classification).

2° - Les enfants du 2° âge mental (et les adultes de cette catégorie).

3° - Les enseignements spécialisés au niveau des catégories sociales *qui se font diversement massacrer, les ménagères*, les ouvriers non spécialisés en électricité et tout récemment les automobilistes.

4° - Il est apparu, ce que nous n'osions espérer, que les professionnels trouvent leur profit dans cette technique.

5° - Enfin nous pouvons parler des moyens offerts aux électroniciens par le matériel. Blokelec électronique.

## Les enfants du I âge mental et l'électricité.

Le BLOKELEC I.

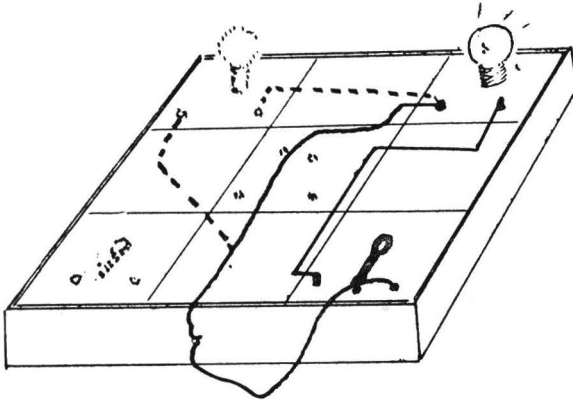


FIG. 1

Cette initiation s'adresse aux enfants n'ayant aucune notion d'électricité. L'enseignement est basé sur le jeu: Etude de la lampe, de l'interrupteur, des conducteurs, notions sur les isolants.

Après cette période l'enfant doit pouvoir dire: la pile est usée, la lampe est grillée, il y a un mauvais contact, l'interrupteur se monte en série, la prise de courant est en parallèle, il faut deux fils pour amener le courant à la lampe. Jouer avec l'électricité est dangereux si on ne respecte pas les règles du jeu. Un (e) camarade a touché à l'électricité il (elle) est évanoui (e), je cours chercher du secours.

*1° Série.* C'est un jouet fonctionnant sur pile de poche.

Sur des petits panneaux en matière laquée sont fixés des appareils simplifiés: Douilles, prise de courant, interrupteurs, baladeuse. Des connexions de couleurs rouge et bleue permettent de relier les différents appareils et de réaliser des montages simples.

La présence d'une lampe témoin permet d'explicitier le court-circuit.

Les interrupteurs à contact intermittent économisent les piles.

*2° Série.* Un matériel véritable, des plaquettes en bois permettent de réaliser avec une pile de poche: alimentation d'une lampe avec interrupteur, alimentation d'une prise de courant, lampe de chevet etc...

Le montage des appareils est fait par les enfants sur plaquettes de bois.

3° *Série*. Cette série permet de familiariser l'élève avec les effets chimiques du courant électrique et de le familiariser avec quelques effets électrostatiques.

La boîte permet de construire: plusieurs piles dont une pile de Volta de 12 volts, résistance à électrolyte réglable, électrolyse de l'eau, etc...

4° *Série*. Cette série familiarise l'élève avec le magnétisme et l'électromagnétisme. La boîte permet de construire un indicateur de force électromotrice (Voltmètre), un indicateur de passage de courant (Ampèremètre), un électro-aimant, une boussole etc...

Ce matériel léger et sans prétention, permet plus de 100 expériences valables. Cette conception de l'enseignement est parfois fort décriée puisqu'elle repose en grande partie sur l'élément « JEU ». Nous avons pendant deux années fait des expériences fort troublantes sur l'intérêt de cet élément attractif.

Près de 1.000 enfants ont joué à bord du Lisieux au cours d'une croisière organisée par la section départementale de la Seine Maritime de l'Office Central de la Coopération à l'Ecole avec ce matériel et ont réalisé ces montages en quelques minutes.

Voici une leçon prise au hasard dans les douze effectuées avec le Blokelec 1 (1°s) 10° exercice:

- Dans notre maison nous ne faisons pas fonctionner qu'une lampe à la fois.
- Mettons une deuxième lampe sur notre *Blokelec* 1.
- Pour les faire s'allumer ensemble nous pouvons les joindre entre-elles comme l'indique le dessin en pointillé.
- Les lampes s'allument mais éclairent très faiblement.  
*Ce qui passe dans l'une passe dans l'autre.*
- Remarquons au passage que l'interrupteur est toujours monté « en série » avec le récepteur qu'il commande.

Les fusibles sont également montés « en série ».

### **Le matériel Blokelec pour la classe de fin d'études primaire.**

L'enseignement de l'électricité au niveau des classes primaires est essentiellement destiné à familiariser l'enfant avec les notions et les applications élémentaires de l'énergie électrique dans la vie courante.

Le jeu précédent est transposé dans la vie pratique pour ces enfants du 2° age mental (8 à 13 ans).

A part les spécialistes, après l'école primaire on ne reparle plus de l'électricité pratique. C'est à l'école primaire qu'un enseignement judicieux

doit permettre à l'enfant d'aborder cette partie du concret: Télévision, radio, appareils ménagers, téléphone, installations diverses.

Après l'étude des appareils usuels et de leur branchement, nous préconisons d'aborder l'étude qualitative du courant électrique par la mise en

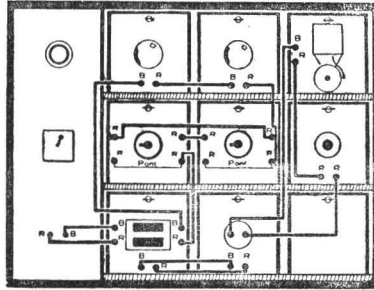


FIG. 2

série et en parallèle des lampes de différentes puissances. Notions sur l'ampère, le volt, la résistance, le conducteur, l'isolant. La puissance et l'énergie.

L'étude très élémentaire du magnétisme et de l'électromagnétisme.

Notions simples sur la constitution de la matière. Explications cohérentes de divers phénomènes par l'électron.

Dans un corps: Electrons prisonniers = *Isolants*.

Electrons libres = *Conducteurs*.

L'électron va tout droit = courant électrique continu.

Il tourne en rond = champ magnétique.

Chocs des atomes par les électrons = élèvement de la température.

Différence d'électrons sur deux conducteurs (ou isolants) en regard = Tension.

Différence d'électrons aux extrémités d'un système relié par des conducteurs.

Différence de potentiel = hauteur de chute.

Intensité = quantité d'électricité passant dans l'unité de temps.

Watt-heure = puissance x temps = travail effectué ou énergie dépensée.

Le *Blokelec II* apporte une solution à ces problèmes.

Agréé par Monsieur le Ministre de l'Education Nationale en 1957, il équipe plus de 1.000 écoles en France et plusieurs dizaines à l'étranger.

*Il a obtenu 5 récompenses internationales.*

Une présentation (figure) comporte 9 cases de travail.

Il se compose de 3 catégories d'éléments:

1° - Des panneaux carrés standard en isolant laqué de 15 x 15 cm sur lesquels sont montés à demeure par vis et écrous un seul appareil de démonstration, (coupe-circuit, prise de courant, interrupteur, douille de lampe ordinaire, bouton de sonnerie, sonnerie) le fond blanc fait nettement ressortir l'appareillage présenté et les prises de branchement de couleurs normalisées. Le montage par vis et écrous permet le démontage et le remontage par les élèves. Le faible encombrement permet de faire passer chaque plaque sur les tables devant les élèves.

2° - Un bâti en hêtre verni, muni d'un fond solidement entretoisé, portant d'une part les appareils d'alimentation et de *sécurité* à gauche. À droite 9 évidements où viennent s'encaster exactement les panneaux standard qu'un système de fixation instantané maintient en place.

Dans le cas d'une montagne nécessitant plus de neuf appareils un *Cadre Additif* de 12 cases se place à droite ou au dessus et étend alors les possibilités à 21 cases.

Une autre solution consiste à utiliser les supports de table de 1 à 3 cases.

Dans le cas nécessitant moins de 9 appareils, les cases vides sont obturées avec des plaques nues fournies avec l'appareil. Rien ne vient ainsi distraire l'élève qui se concentre tout naturellement sur le sujet exposé.

Le fond ménage une alvéole de rangement où se place la lampe témoin de *Sécurité* qui s'allume lorsque l'interrupteur général est fermé. C'est-à-dire lorsque les bornes de distribution sont sous tension.

Dans cette partie se trouve le cordon d'alimentation de 2 m 50.

3° - Des connexions avec fiches de couleur permettent enfin au maître de réaliser tous les montages classiques et de composer progressivement l'ensemble des applications du programme.

La présence de l'interrupteur et du voyant de *Sécurité* autorise le Maître d'enseignement à faire exécuter les différents montages sous son contrôle absolu.

*Ce matériel Blokelec est donc un schéma explicite et un appareil de manipulation valable.*

16 montages sont décrits dans le mode d'emploi et plusieurs centaines sont possibles. Ces 16 montages couvrent le programme de la classe de fin d'études actuelle. Cet appareil est aussi un matériel de base pour les C.E.G.

Voici une leçon prise au hasard dans les 16 recommandées:

Allumage d'une lampe en va-et-vient: Joindre par un cordon à fiche rouge la borne rouge d'une paire de bornes des fusibles à une borne rouge d'un interrupteur. Remarque très importante: choisir une borne placée en regard du trait noir symbolisant le « pont » intérieur existant au verso du panneau entre 2 bornes. Chacune de ces bornes correspond à une des deux positions de l'interrupteur, ce qui fait que lorsque le levier de

l'interrupteur est placé en face d'une des bornes non reliées par un trait noir, celle-ci se trouve reliée « électriquement » au « pont » intérieur et par conséquent au cordon d'alimentation joignant le tout aux fusibles.

Joindre par deux cordons à fiche rouge les deux bornes rouges non reliées du premier panneau interrupteur aux deux bornes rouges non reliées du deuxième panneau interrupteur.

Prendre un cordon à fiche rouge et joindre une des deux bornes rouges qui sont reliées sur le deuxième panneau interrupteur à la borne rouge d'un panneau douille.

Joindre par un cordon à fiche bleue la borne bleue d'un panneau douille à la borne bleue de la paire de bornes des fusibles.

### **L'enseignement de l'électricité dans les collèges d'enseignement général et les centres d'apprentissage non spécialisés en électricité par Blokelec.**

3° age mental (de 13 à 16 ans). Collège d'enseignement général.

La durée des études correspond alors au cycle terminal pour les collèges d'enseignement général.

Les enfants doivent donc avoir en main l'outil intellectuel nécessaire pour aborder la vie de chaque jour.

L'application pratique reste localisée aux problèmes de la vie courante.

L'électricité est matière du développement intellectuel. Moyen d'assouplissement de la pensée, est étudiée sous son aspect mathématique et sous son aspect économique. La manipulation reste schématique.

Comme pour le matériel primaire, le principe de la présentation *Blokelec* repose sur l'emploi de 3 catégories d'éléments:

1° - Les supports omnibus de 1 à 12 cases.

Le support de base restant le « bâti » en bois verni portant les appareils d'alimentation et de sécurité et les évidements permettant la fixation de 9 appareils et comprenant:

a) cordon d'alimentation (longueur 2,50 m);

b) interrupteur général;

c) lampe témoin de sécurité indiquant que le tableau est sous tension;

d) 9 évidements de 15 x 15 cm avec dispositif de verrouillage.

2° - Des panneaux en isolant laqué blanc sur lesquels sont montés à demeure les appareils nécessaires aux leçons.

— Chaque panneau porte en outre les prises d'alimentation et de connections nécessaires.

Ils se montent instantanément sur le bâti.

3° Un jeu de connexions de couleurs différentes avec fiches aux deux extrémités permettant de relier entre eux les différents panneaux montés sur le bâti ou ceux-ci à d'autres appareils posés sur table.

Les ensembles Blokelec s'avèrent particulièrement intéressants pour les professeurs chargés des classes de sciences des collèges d'enseignement général.

Ils facilitent la préparation des cours grâce aux fiches techniques accompagnant chaque appareil.

Ils leur permettent d'économiser un temps précieux, les montages se bornant à relier entre eux les appareils par des connexions toutes prêtes dont il suffit d'enfoncer les fiches dans les prises prévues sur chaque support.

La présentation, en panneaux verticaux économise la place nécessaire et surtout permet à *tous les élèves* de la classe de *suivre sans effort* le déroulement des expériences. Cette présentation permet enfin de faire circuler les appareils parmi les élèves.

### **Cours d'enseignement ménager.**

Ici applications pratiques des connaissances acquises à l'étude du fonctionnement et de l'entretien des appareils électro-ménager et extension des connaissances d'économie domestique appliquées à l'électricité.

Retour sur les problèmes de sécurité — Respiration artificielle et premiers secours.

Le matériel Blokelec à signaler est bien entendu le matériel de base Blokelec II, les éléments de résistances nus, les divers commutateurs et la série de diapositives « Notre Amie l'Electricité ».

### **Lycées classiques et modernes.**

Ici plus qu'ailleurs, l'électricité est matière du développement intellectuel.

Les applications pratiques peuvent rester localisées au niveau atteint dans les collèges d'enseignement général.

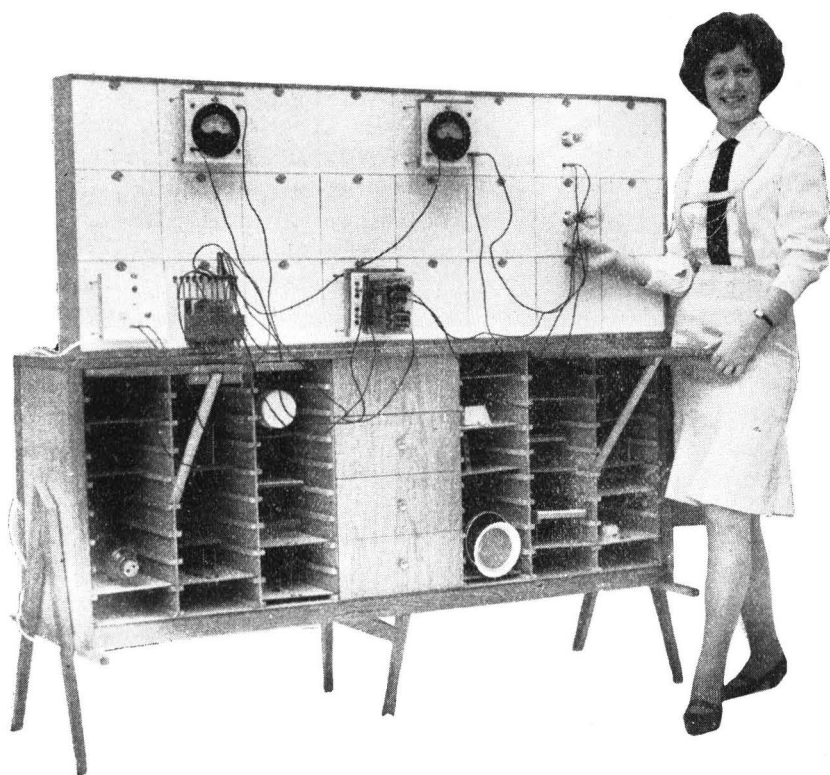
Tout un champ d'application s'ouvre au matériel Blokelec dans la constitution du panneau magistral de la Salle de cours et dans le domaine de la manipulation.

Pour le tableau magistral on adoptera la présentation 20 x 20 ou même 30 x 30 au lieu de la présentation 15 x 15.

### **Lycées techniques et collèges techniques non spécialisés en électricité.**

Ici, l'électricité est à la fois matière de développement intellectuel comme pour les lycées classiques et modernes mais de plus, le rôle de





techniciens ou de futurs ingénieurs dévolus aux élèves exige en plus des connaissances théoriques étendues sur l'électricité et l'électronique.

Une indispensable formation pratique. Le tournevis et le fer à souder sont inséparables de la règle à calcul. La dextérité doit être égale quelque soit l'outil du moment.

N'oublions pas le rôle de plus en plus important que jouent les applications de l'électricité et de l'électronique dans tous les contrôles en usine. Appareils de mesures, de recherche, de commande, de télécommande, de signalisation, d'enregistrement. Chimie, métallurgie, textile, pétrole, énergie atomique, il n'est pas jusqu'à la médecine et à la biologie qui ne soient envahies par les auxiliaires de l'ouvrier, du technicien, de l'ingénieur ou du chercheur électrique.

L'électricité est matière du développement de l'habilité manuelle.

Son étude théorique est localisée aux problèmes propres à la profession envisagée et l'exercice pratique suit pas à pas, application par application chaque développement mathématique.

La manipulation schématique illustre le cours mais est toujours le

préambule aux exercices pratiques dans les conditions les plus proches de la réalité.

Le matériel Blokelec II type CEG suffit au cours d'électricité.

### **Enseignement Agricole.**

Comme précédemment l'électricité est matière du développement de l'habileté manuelle.

Orienté vers les problèmes de la ferme et de la vie rurale, le cours doit apporter un soin particulier au dépannage et à l'entretien du matériel.

L'isolement de l'agriculteur, la distance où il se trouve de la ville ou des centres lui impose de limiter au maximum le recours aux spécialistes.

Ces mêmes raisons justifieront l'étendue des connaissances à exiger en matière de prévention et de secourisme.

Je rappelle à cette occasion l'importance considérable de la rapidité des secours en matière d'électrocution.

Un commotionné par l'électricité, soigné immédiatement a de très grandes chances d'être ramené à la vie s'il n'a pas de lésions graves ou s'il n'est pas cardiaque.

Chaque seconde qui s'écoule amène des troubles très graves. L'asphixie et le manque d'irrigation sanguine du cerveau sont les plus terribles.

Je citerai un terrible exemple qui m'a été donné à la Direction Générale de l'Electricité de France: Un père de famille a sa fillette assez gravement commotionnée, il s'affole, prend sa voiture et perd vingt précieuses minutes pour parvenir à l'hôpital. La fillette était décédée à l'arrivée par asphixie. Quelques mouvements de respiration artificielle pratiqués immédiatement l'auraient certainement sauvée.

Un matériel Blokelec spécialisé s'adresse à cet enseignement.

### **Formation Professionnelle des adultes.**

Dans la majorité des cas l'adulte suivant ces cours n'a aucune notion même élémentaire.

Aussi il importe de lui faire acquérir, en temps toujours extrêmement limité l'enseignement de la classe de préapprentissage.

C'est ce problème posé en 1953-54, qui nous a amené à concevoir les méthodes Blokelec. Si, à ce problème de formation s'ajoute un problème de réadaptation on peut adjoindre, sans hésiter, les méthodes de jeu, le succès confirme notre position.

Lorsqu'un problème de réadaptation se pose à un individu, il est toujours victime d'un choc. Cet état de choc peut entraîner des résultats

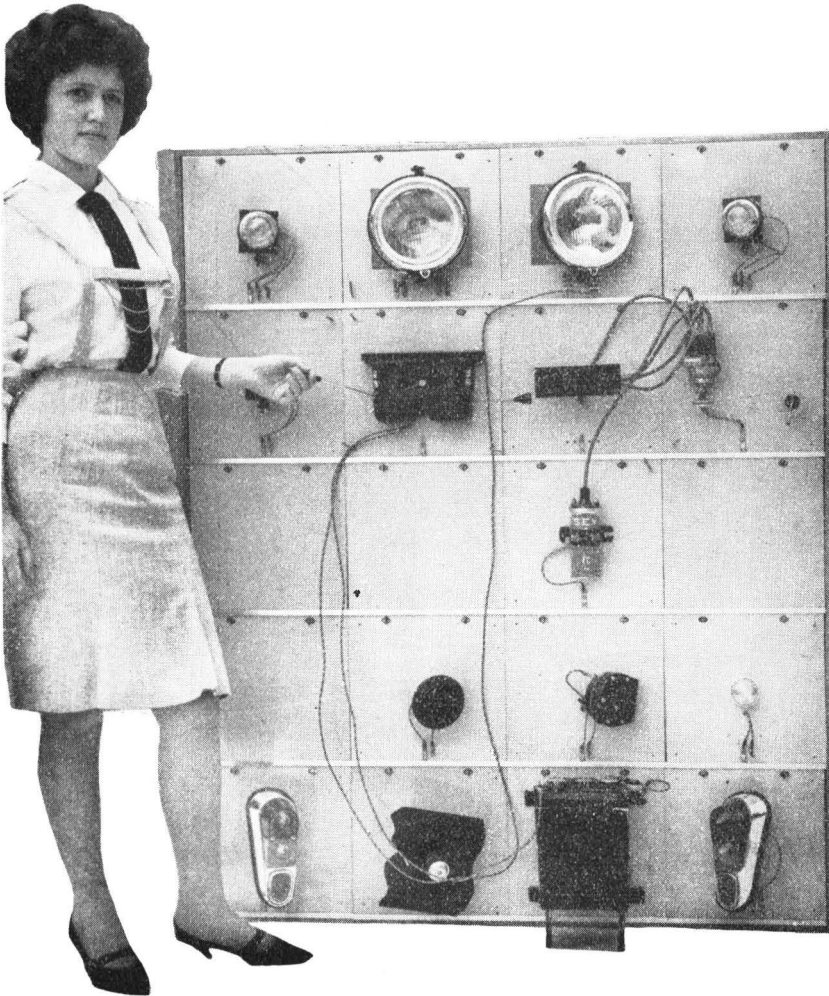
sociaux catastrophiques mais en même temps il semble entraîner le sujet vers tout ce qui tend à l'évasion intérieure de ses problèmes.

La libération vers le jeu ou l'activité sereine amène la décontraction interne du sujet, il se penche vers tous les problèmes qui l'intéressent.

La psychose fait place à l'attention passionnée et des résultats exceptionnels peuvent être enregistrés.

Il ne faut pas hésiter à traiter de ce problème d'initiation à l'électricité par les méthodes employées pour des enfants de 6 à 8 ans pour « accrocher » les sujets.

Au départ les Blokelec I puis II.



### **Enseignement itinérant.**

Dans un territoire en évolution rapide, la venue de l'électricité et de ses avantages peut poser le problème de l'éducation rapide des masses généralement rurales.

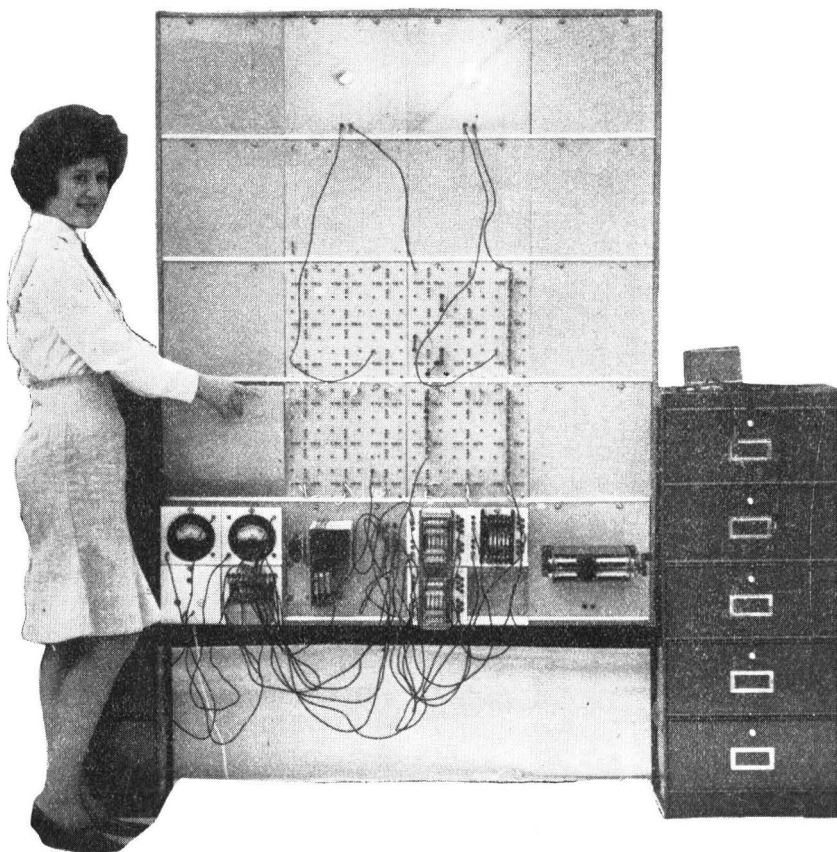
Il ne s'agit pas de faire de tous des spécialistes, mais simplement de donner aux gens une idée sommaire mais suffisante de l'électricité.

L'enseignement doit être « ménager ». Il ne peut rarement s'étaler au delà de quelques conférences et de quelques démonstrations pratiques.

Une sélection des matériels Blokelec type II en 15 x 15 sur armoire support de rangement convient parfaitement.

### **Enseignement de l'électricité automobile.**

Un matériel important réalisé avec la bienveillance de la Régie Nationale des Usines Renault reprend tous les éléments réels de l'électricité



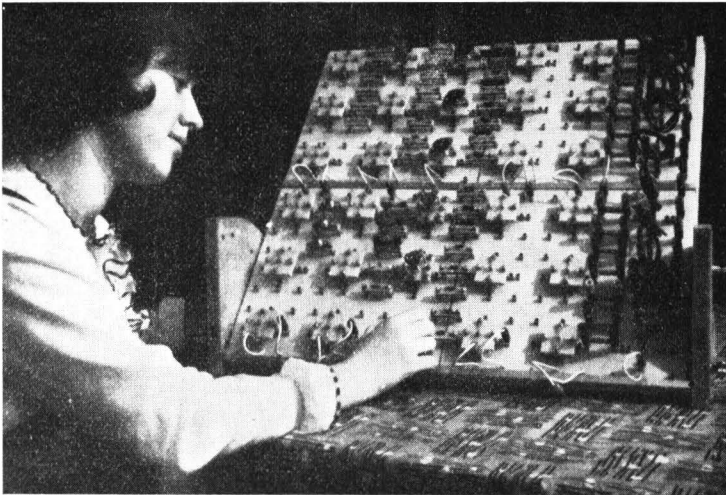
automobile dans la présentation pédagogique du Blokelec et s'adresse à tous les spécialités de l'enseignement de l'électricité automobile.

Plaques en plastique 30 x 30.

### Grandes disciplines spécialisées.

Le traitement de l'information, par exemple, exige des connaissances d'électricité, d'électronique, et de logique.

Dans notre grand ensemble, en plus des normalisations colorées nous avons mis en oeuvre la platine présentée au centre de ce tableau magistral qui reprend les 9 cas du cube logique (V<sup>o</sup> Marcel Boll Manuel de logique scientifique page 132) et dont les cas de compositions s'inscrivent immédiatement en langage ternaire (numération a Base 3).



Inutile de souligner l'intérêt de la couleur dans la désignation des circuits qui peuvent devenir d'une très grande complexité, cette platine s'appliquant exhaustivement à l'enseignement de l'électronique, à l'étude des microréseaux, des circuits droite-rien-gauche, tout ou rien, haut-rien-bas, à l'étude d'espace théorique à plusieurs dimensions.

Enfin, cet ensemble peut s'appliquer aux industries pour des recherches polyvalentes.

La normalisation des couleurs étant alors d'une importance capitale pour diriger le personnel d'exécution et limiter ses possibilités d'erreurs souvent fort coûteuses.

# PRESENTATION DE DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES ET PHOTOGRAPHIQUES EN COULEURS

LOÏC CAHIERRE

Institut Géographique National - Paris

L'Institut Géographique National prend toujours une part active aux expositions installées à l'occasion des Journées Internationales de la Couleur lorsque celles-ci se déroulent en France. Il n'a pas été possible d'organiser ici une telle présentation; j'ai tenu néanmoins à apporter quelques cartes et photographies en couleurs, que vous pouvez voir accrochées le long des murs de la salle.

Les cartes sont de deux sortes. Il y a d'une part les cartes topographiques, et je vous rappelle la communication que j'ai faite aux 4es Journées de la Couleur à Rouen au sujet de l'emploi des couleurs dans ces cartes. Dans celles qui sont présentées ici, je signale une nouveauté, à savoir l'utilisation d'une teinte bleu tramée pour représenter l'estran dans les feuilles récemment publiées de la côte de l'Atlantique. Il y a d'autre part des cartes spéciales, cartes géologiques, cartes de végétation, etc..., et je vous renvoie à ce sujet aux communications présentées aux 2es Journées Internationales de la Couleur à Toulouse par le Professeur Gaussen, le Professeur Rey et moi-même; il y aurait d'ailleurs beaucoup de choses nouvelles à dire sur la question.

En ce qui concerne les photographies, ce sont des épreuves en couleurs sur papier de photographies aériennes prises par le Groupe d'Escadrilles de l'Institut Géographique National. L'Ingénieur en chef géographe CRUSET a fait aux 4es Journées de la Couleur à Rouen une communication sur la méthode par laquelle ces épreuves sont réalisées. Je vous signale en particulier la plus récente, celle de Lourdes, en attirant votre attention sur le fait que si l'herbe qui recouvre la basilique St. Pie X est rousse, c'est que la photographie a été prise à la fin de l'été.

YVES LE GRAND

Président du Centre d'Information de la Couleur - Paris, France

Messieurs les Présidents, Mesdames, Messieurs,

Selon l'usage il convient de dire quelques paroles pour terminer toute chose en ce monde: c'est la coutume à un mariage où on enterre sa vie de garçon, à la remise d'une décoration où notre importance sociale s'amplifie, à un enterrement enfin pour saluer ce que nous aurons fait dans ce bas monde. Les scientifiques et techniciens eux aussi partagent cette coutume, et ont inventé les colloques où l'on parle tous ensemble à en croire l'étymologie, sans parler du symposium où l'on est censé boire en commun, ce qui est déjà mieux, et des séminaires qui évoquent un parfum de travail austère et quasi ecclésiastique. Mais dans cette bonne ville de Padoue, colloques et séminaires doivent prendre un air de gaîté, car les Italiens aiment parler et parlent bien, et à en croire les fresques magnifiques de Giotto, même les ecclésiastiques y ont l'air gai.

Ces Journées Internationales se terminent donc et tout s'y est passé pour le mieux: nous y avons travaillé, bien sûr, puisque nous nous étions réunis dans cette intention; beaucoup de problèmes ont été évoqués, certains ont fait de substantiels progrès, et de toutes façons ces journées auront été utiles; elles ont permis de confronter les points de vue nationaux, et de resserrer les liens entre techniciens de la couleur dans divers pays, en attendant le jour où une organisation internationale véritable, dans le genre de la Commission Internationale de l'Eclairage, prenne en main les choses de la couleur.

Mais outre le travail nous avons connu des moments de détente et d'art, dans la visite de Venise et de sa lagune, sans compter les moments que nous avons pu distraire à notre travail pour admirer les trésors de Florence, de Prato et de Padoue. Le soleil a été bienveillant pour nous, sauf à notre départ de Florence où la ville pleurerait sans doute de nous quitter. Pour tout ce plaisir artistique et culturel, nous devons remercier nos hôtes italiens qui ont su nous faire admirer leur belle patrie.

Toute l'organisation du congrès a été excellente, grâce au soin avec lequel le Professeur Ronchi et son équipe avaient préparé notre travail; bien entendu, comme dans tous les congrès de ce genre, les présidents de séance ont une lourde tâche, car ils doivent maintenir un horaire malgré le goût impénitent de chaque orateur de dire « je serai bref » pour finalement parler pendant deux fois le temps qui lui était imparti. Mais avec la bonne humeur de tous, ces petits inconvénients ont été minimes.

Maintenant nous allons nous séparer; nos collègues suisses ont proposé que les prochaines Journées se tiennent dans leur pays, et nous l'avons accepté bien volontiers; il est probable que ces journées n'auront lieu qu'en 1965 car il semble qu'il vaille mieux attendre deux ans pour mieux préparer et avoir plus de choses substantielles à dire.

Donc, Mesdames et Messieurs, je vous donne rendez-vous dans deux ans et en terminant ces fructueuses journées, je remercie encore de tout coeur nos collègues italiens pour tout ce qu'ils ont fait.



Section I  
COLORIMETRIE

- Résolution n. 1* - Elargissement des comités d'étude de l'Association Française de Colorimétrie qui devront travailler en collaboration avec les organisations étrangères similaires et leurs experts.
- Résolution n. 2* - Unification des représentations colorimétriques employées par les différentes techniques.
- Résolution n. 3* - Nécessité de tenir compte, en colorimétrie, des effets psychologiques divers, tels le contraste, l'adaptation, l'environnement, l'état de surface, etc.

Section II  
PHYSIOLOGIE - PSYCHOLOGIE - ESTETIQUE DE LA LUMIERE  
ET DE LA COULEUR  
S/section « Eclairage de Musées ».

- Résolution n. 4* - Les travaux de la Commission « Eclairage et protection des oeuvres d'art » ont abouti à l'édition par l'AFNOR d'un fascicule de documentation présentant des recommandations essentielles en la matière. Ces travaux ne doivent pas pour cela être considérés comme achevés et il est émis le voeu qu'ils soient poursuivis pour une mise au point régulière et constante suivant l'évolution des procédés techniques et des désirs du public. Il est souhaitable que ces travaux soient poursuivis sur une base internationale.
- Résolution n. 5* - Une comité d'étude restreint de cette commission étend actuellement ce travail pour déterminer les conditions logiques d'éclairage des biens culturels au cours des prises de vues de cinéma et de télévision, dans le cadre des problèmes posés par l'ICOM et il est souhaitable que de tels travaux soient établis et poursuivis sur une base internationale.
- Résolution n. 6* - L'apport d'autres spécialistes est attendu, notamment celui des physiologistes de la vision pour déterminer les conditions d'éclairage et d'environnement permettant de voir convenable les couleurs d'une oeuvre d'art.

*Résolution n. 7* - Il serait souhaitable de créer un groupe de travail pour étudier la mise au point d'une méthode d'analyse objective de l'apport constitué par la couleur dans les locaux de travail.

S/section « Esthétique »

Commission des Esthéticiens, psychologues, éclairagistes et Praticiens de la Couleur du CIC.

*Résolution n. 8* - La Commission émet le voeu qu'il soit établi à l'usage des praticiens de la Couleur un document normalisé, représentant une échelle régulière et progressive de gris. Cette échelle devra concorder avec une méthode ou un système de représentation des couleurs internationalement employé.

La représentation de cette gamme de gris sera établie en aspect mat et en aspect brillant.

Groupe « Textiles-Mode »

*Résolution n. 9* - Le groupe de travail, après avoir entendu plusieurs communications de membres de divers pays, lesquelles ont été suivies de débats, a décidé de la création immédiate d'une « Commission Internationale de la Couleur dans le textile et la Mode ».

Le but de cette Commission spécialisée est d'établir périodiquement, avec la collaboration de tous les professionnels intéressés dans le Monde, une synthèse anticipée des couleurs pour le textile et la mode, destinée à l'Industrie et au Commerce.

Il est fait appel à la collaboration de tous ceux que l'étude des problèmes de « la couleur et de la mode » intéresse, soit directement, soit indirectement.

## INDICE

<i>Prefazione</i> . . . . .	pag. 5
LE GRAND Y. - Allocuzione . . . . .	» 7
MERLIN L. - Allocuzione . . . . .	» 9
RONCHI V. - Discorso Inaugurale . . . . .	» 11

### R E L A Z I O N I

KOWALISKI P. - Comité « Bases Théoriques de la Colorimétrie » . . . . .	» 25 - 72
SEVE R. - Comité « Blancheur » . . . . .	» 39 - 49
MIESCHER K. - Nouveaux Aspects de la Chromatologie . . . . .	» 45 - 82
KOWALISKI P. - Le rendu des valeurs dans les échelles de couleurs . . . . .	» 61 - 72
MOUCHEL P. - L'interprétation des couleurs par la photographie noir et blanc . . . . .	» 78 - 92
JEANNE M. - Une formule de blancheur simple - Application aux ciments . . . . .	» 93 - 107
PAOLETTI G. - AMATI L. - Misura della non colorazione del vetro . . . . .	» 116 - 122
GILLOD J. - Etude comparée de l'oxyde de magnésium et du carbonate de magnésium comprimé... . . . .	» 134 - 142
LELEU C. - Comparaison des représentations planes à espacement uniforme . . . . .	» 141 - 149
DRIANCOURT F. - Facteur de vivacité et facteur d'efficacité d'une couleur . . . . .	» 151 - 159
HONNOREZ J. - Eclairage et protection des oeuvres d'art dans les musées et galeries d'art. . . . .	» 163 - 172
GAMAIN C. - Vision des couleurs . . . . .	» 168 - 176
CRAWFORD B. H. - The fundamentals of colour rendering and their particular application to the lighting of picture galleries and museums . . . . .	» 175 - 182
WEHLTE K. - Zum Beleuchtungsproblem von Museen und Restaurierateliers . . . . .	» 181 - 187
BRESSE G. - Quelques idées relatives à l'éclairage artificiel dans les musées d'histoire naturelle . . . . .	» 183 - 189
DELBOURGO S. - L'étude de la couleur au laboratoire du musée du Louvre... . . . .	» 190 - 197
LONGO L. - Emploi de la photographie en couleurs pour la révélation des écritures sous tâche. (Nouvelles expériences) . . . . .	» 201 - 207
CAYSSIALS A. - L'éclairage de la fresque de Dufy au musée d'art moderne de la ville de Paris . . . . .	» 203 - 211
DERIBERE M. - ROBIN M. - L'éclairage dans les musées . . . . .	» 209 - 217
JACQUEMART J. - Résistance à la lumière des azurants optiques . . . . .	» 213 - 221
CUNEO DELL'ACQUA S. - I colori Indanthren nei tessili di cotone e fibre affini . . . . .	» 223 - 231
BUBSER W. - EICHMANNS H. - Der Einfluss der Farbstoffverteilung in der Faser auf das Remissionsverhalten der Färbung . . . . .	» 230 - 237
MACBETH N. JR. - REESE W.B. - Some practical notes on standard illumination practices for color matching in the U.S.A. Past, present and future . . . . .	» 238 - 258

RONCHI LUCIA - BITTINI MARCELLA - On some peculiar effects occurring under green and blue stimulations . . . . .	pag. 261
ERCOLES ANNA MARIA - Influenza di una stimolazione eterocromatica sul- Pelettroretinogramma umano . . . . .	» 283
CONTICELLI M. - Un'applicazione italiana della « Piramide del Pfister » .	» 292
PICKFORD R.W. - Natural selection and colour blindness . . . . .	» 298
RIPPS H. - WEALE R.A. - Photo-chemical reactions in the human fovea .	» 306
SHIRLEY A.W. - The marriage of cascade and flicker in the determination of retinal sensitivity in a new form of photometer . . . . .	» 307
CARLIN F. - La couleur, le textil et la mode . . . . .	» 317
FRIELING H. - Die tendenz der Farbbevorzugung und Farbablehnung während der Entwicklung . . . . .	» 325
INAMURA Y. - De la Couleur favorite au Japon . . . . .	» 346
LEGNAZZI M. - Euro-Mode une centrale de coordination des coloris pour la mode du cuir . . . . .	» 348
RONCHI LUCIA - A brief inquiry on color education . . . . .	» 351
PIGHETTI CLELIA - Christian Huygens di fronte al problema del colore . .	» 357
ARRIGHI G. - Ricette di colorazione e tintura del vetro dell'epoca di Carlo Magno . . . . .	» 365
ANDREI A. - Breviario di colore (il colore: fenomeno fisico, sociale e poetico)	» 372
FERONE DE LA SELVA G. - Pédagogie active, couleurs et enseignement de l'électricité . . . . .	» 376
CAHIERRE L. - Présentation de documents cartographiques et photographi- ques en couleurs . . . . .	» 394
LE GRAND Y. - Allocution . . . . .	» 395
Résolutions . . . . .	» 397
Indice . . . . .	» 399

