R
NC
4

que sais-je ?

LE SECRET DES COULEURS

PAR MARCEL BOLL
ET JEAN DOURGNON



BIBLIOTHÈQUE CENTRALE
PARIS

PRESSES UNIVERSITAIRES
DE FRANCE

EXTRAIT DU CATALOGUE DE LA COLLECTION

Nos 401 à 500

401. **La géométrie contemporaine** (A. Delachet).
402. **Le goudron de houille** (J. Beck).
403. **L'économie du Commonwealth** (F. Crouzet).
404. **Industries et commerce du bois** (J. Campredon).
405. **Histoire des missions françaises** (J.-M. Sédès).
406. **Les placements** (G. Fain).
407. **La littérature américaine** (J.-F. Cahen).
408. **Histoire du Droit privé** (J. Imbert).
409. **Fin des empires coloniaux** (H. Deschamps).
410. **L'électricité cérébrale** (J. Delay).
411. **Les navires** (A. Thomazi).
412. **La mélodie et le lied** (E. Reuter).
413. **La magie** (J.-A. Rony).
414. **La presse dans le monde** (P. Denoyer).
415. **Les finances publiques** (M. Duverger).
416. **Les coquillages comestibles** (L. Lambert).
417. **Le sucre** (F. Charny).
418. **Calcul vectoriel et calcul tensoriel** (A. Delachet).
419. **Psychologie des animaux** (J.-C. Filloux).
420. **Géographie agricole de la France** (J.-M. Sourdillat).
421. **Les étapes de la physique** (P. Guaydier).
422. **Troubadours et cours d'amour** (J. Lafitte-Houssat).
423. **Histoire de la sociologie** (G. Bouthoul).
424. **Histoire de la Guyenne** (Ch. Dartigue).
425. **Psychologie des mouvements sociaux** (P. Maucorps).
426. **Louis XIV** (H. Méthivier).
427. **Histoire du protestantisme** (E.-G. Léonard).
428. **L'Union française** (H. Culmann).
429. **Histoire de la Résistance** (H. Michel).
430. **Le vide et ses applications** (L. Dunoyer).
431. **La mer, source d'énergie** (V. Romanovsky).
432. **Le surréalisme** (Y. Duplessis).
433. **La condition ouvrière en France** (P. Louis).
434. **Les diastases** (J. Stolkowski).
435. **Technique de la peinture** (J. Rudel).
436. **La grande industrie chimique organique** (G. Champetier).
437. **L'électrochimie** (R. Audubert).
438. **Vagues, marées, courants marins** (J. Bouteloup).
439. **Le Maroc** (J.-L. Miège).
440. **La bière et la brasserie** (J. Vène et H. Le Corvaisier).
441. **Histoire du Limousin et de la Marche** (D. Brelingard).
442. **Biologie du vin** (J. Renaud).
443. **Géologie de la France** (J. Goguel).
444. **Les sourds-muets** (P. Oléron).
445. **Probabilité et certitude** (E. Borel).
446. **Les origines de la vie** (J. Carles).
447. **Les musées de France** (G. Poisson).
448. **La propagande politique** (J.-M. Domenach).
449. **Les arts ménagers** (J. et F. Fourastié).
450. **Histoire de la Lorraine** (J. Schneider).
451. **La méthode statistique dans l'industrie** (A.-G. Laurent).
452. **Histoire de la colonisation française** (E. Tersen).
453. **De la loupe au microscope électronique** (J. Terrien).
454. **Les institutions religieuses** (M. Pacaut).
455. **Les eaux souterraines** (F. Trombe).
456. **Hist. de la banque** (A. Dauphin-Meunier).
457. **Hypnose et suggestion** (P. Chauchard).
458. **Psychologie sociale** (J. Maisonneuve).
459. **Histoire de l'Egypte moderne** (M. Chrétien).
460. **Le goût et les saveurs** (J. Le Magnen).
461. **Le théâtre en France depuis 1900** (R. Lalou).
462. **Histoire de la Gascogne** (C. Dartigue).
463. **L'Union sud-africaine** (J.-A. Lesourd).
464. **La laine** (Ch. Martin).
465. **Les mines** (M. Cazin).
466. **Calcul différentiel et intégral** (A. Delachet).
467. **Pasteur et la microbiologie** (A. Delaunay).
468. **Le bouddhisme** (H. Arvon).
469. **Technique de la banque** (H. Ardant).
470. **La balistique** (A. Delachet et J. Taillé).
471. **Charlemagne** (J. Calmette).
472. **La reproduction des couleurs** (J. Dourgnon et P. Kowaliski).
473. **L'économie du Moyen-Orient** (J. Beaujeu-Garnier).
474. **Le tonus mental** (J.-C. Filloux).
475. **L'hindouisme** (L. Renou).
476. **Le machinisme agricole** (T. Ballu).
477. **L'entreprise dans la vie économique** (J. Romeuf).
478. **Les formes de la musique** (A. Hodeir).
479. **L'anarchisme** (H. Arvon).
480. **La psychothérapie** (G. Palmade).
481. **Histoire de Lyon et du Lyonnais** (J. Déniau).
482. **Les tropismes** (G. Viaud).
483. **La crise de la pensée économique** (H. Denis).
484. **L'audition** (A. Gribenski).
485. **La chimie organique** (R. Tiollais).
486. **Les industries mécaniques** (M. Huret).
487. **Institutions universitaires** (J.-B. Piobetta).
488. **Les dents** (P.-L. Rousseau).
489. **Histoire de l'Inde** (P. Meile).
490. **Histoire des Pays-Bas** (M. Braure).
491. **L'érosion** (J. Pouquet).
492. **La biologie végétale** (A.-L. Guyot).
493. **Les prisons** (J. Voulet).
494. **La navigation intérieure en France** (M. Jouanique et L. Morice).
495. **L'orchestre** (L. Aubert et M. Landowski).
496. **La révolte de l'Asie** (Tibor Mende).
497. **L'infrarouge** (J. Granier et P. Caillon).
498. **Technique de la navigation** (P. Célérier).
499. **La littérature comparée** (M.-F. Guyard).
500. **Les déserts** (J. Pouquet).

296

LE SECRET DES COULEURS

4236

16° R
67/13

DL - 21 3 1956 3635

PUBLICATIONS DES MÊMES AUTEURS
se rapportant au présent sujet

Qu'est-ce que le hasard ? l'énergie ? le vide ? la chaleur ? la lumière ? l'électricité ? le son ? l'affinité ? 9e édition, Larousse, 1948.

Pour connaître la relativité, l'analogie, l'inertie, la gravitation, le choc, l'incandescence, la luminescence, la fréquence, 7e édition, Larousse, 1948.

L'atomistique (les atomes et les molécules, structures électroniques, capillarité et osmose, les colloïdes, la catalyse), Le François, 1934.

Les quatre faces de la physique (explications concrètes suivies de notes complémentaires et d'index), Ch. Rieder, 1939.

La science, ses progrès, ses applications, en collaboration avec Georges URBAIN, 2 tomes, Larousse, 1949.

L'Eclairage dans tome II de *La Science, ses progrès, ses applications,* 1949.

Bulletin de la Société française des Electriciens. Quelques remarques sur la photométrie visuelle et la colorimétrie, t. VIII, 5e série, octobre 1938. — Points de vue modernes sur la colorimétrie trichromatique, t. IX, 5e série, novembre 1938.

Notes du Centre de Recherches scientifiques industrielles et maritimes de Marseille. La Colorimétrie trichromatique et ses applications, 1944. — Le changement de système de référence en colorimétrie trichromatique, 1945.

Centre de Perfectionnement technique. Cycle de l'éclairage industriel. Les couleurs dans l'Industrie, 1947.

La reproduction des couleurs, avec P. KOWALISKI, coll. « Que sais-je ? » n° 422.

« QUE SAIS-JE ? »

LE POINT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

LE SECRET DES COULEURS

par

Marcel BOLL

et

Jean DOURGNON

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE R.F.



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

1956

DIX-NEUVIÈME MILLE

DÉPOT LÉGAL
1re édition .. .. .. 2e trimestre 1946
3e — (revue) .. 1er — 1956

TOUS DROITS
de traduction, de reproduction et d'adaptation
réservés pour tous pays
COPYRIGHT
by *Presses Universitaires de France*, 1946

AVANT-PROPOS

Il semble bien que, dans l'exploration du monde extérieur, la vue joue chez l'homme un rôle proportionnellement plus grand que celui qu'elle joue chez la plupart des autres animaux. Qui n'a vu un chien cherchant son maître, non en levant les yeux, mais en flairant le sol ? Et c'est, a-t-on pu dire, un signe distinctif du développement de la civilisation, que l'importance de plus en plus grande dévolue aux « taches visuelles ». Cependant, la lumière ne nous donne généralement que des renseignements qu'on pourrait appeler de seconde main : elle fournit un moyen d'investigation commode, elle nous permet de connaître ce qui parfois peut se trouver très éloigné de nous, de prévoir ce que seraient nos sensations musculaires ou tactiles, sans que nous ayons besoin de nous déranger. Pour reprendre l'image de Condillac, elle joue le rôle, évidemment avec beaucoup plus de commodité et de finesse, du bâton de l'aveugle.

Avant tout, la lumière nous renseigne sur la présence et la forme des objets ; mais, en cela, elle est aidée (ou même suppléée en cas de besoin) notamment par le toucher, plus précisément par certaines sensations périphériques. Mais aucun autre sens que la vue ne nous fournit de renseignement direct sur ce qui correspond à la luminosité et à la couleur. Ce dernier aspect de la lumière est d'ailleurs d'utilité pratique réduite. C'est un luxe dans le domaine de

nos sensations. Mais de ce que la couleur est l'élément propre de la vision, il s'ensuit qu'elle est aussi l'élément le plus spécifiquement *visuel* et qu'elle est susceptible de fournir le sujet d'étude le plus fécond au physiologiste de la vision.

On a voulu longtemps diviser la physique en autant de chapitres que l'homme avait de sens. C'est là une tendance anthropomorphique périmée, et l'on doit bien admettre maintenant que le monde extérieur « n'a cure » des moyens d'investigation, qui sont à notre disposition pour l'étudier. Aussi les théories de l'optique n'ont-elles pas à savoir que la lumière provoque des sensations chez un grand nombre d'organismes.

Au point de vue du physicien, l'étude de la couleur se confond avec celle de certains rayonnements très particuliers : avec l'étude de leur production, de leur transmission par les divers milieux, de leur diffusion, etc.

La lumière étant donnée par le physicien, c'est la tâche du physiologiste d'étudier comment cette lumière réagit sur la « machine humaine », comment elle fournit des sensations lumineuses et colorées. On sait depuis longtemps que cette action passe par plusieurs stades : la rétine est impressionnée par la lumière, le nerf optique transmet les influx nerveux, qui sont aiguillés sur les centres où s'élaborent ces sensations. C'est enfin la tâche du psychologue d'étudier le comportement d'un grand nombre de sujets pour connaître les lois de la sensation et de la perception. Il faut en prendre son parti : notre sensation n'est pas le « miroir » du monde extérieur. Notre « âme » n'a pas de contact avec la nature, pas même par la voie des sens.

Les couleurs rentrent dans le cas général et, si l'on veut y comprendre quelque chose, il convient

de séparer complètement les trois problèmes : de physique, de physiologie, de psychologie. Pour ne l'avoir pas fait, un grand nombre de manuels de philosophie sont illisibles.

Dans la psychologie des sensations colorées, les notions les plus vagues ont régné tant que l'on n'a disposé pour s'exprimer que du langage courant. Les distinctions de couleurs, que consacre la langue française, ne correspondent probablement pas à la nature des choses. Les autres langues ne font pas nécessairement les mêmes distinctions, c'est ainsi que les Japonais ne disposent que d'un mot pour désigner le vert de l'herbe et le bleu du ciel ; qu'un seul mot, également, sert aux Indiens Chuckci pour désigner le jaune et le vert ; aux Nubiens, pour le jaune clair et le bleu clair ; aux Annamites, aux Zoulous et aux nègres Sathos, pour le vert et le bleu ; aux Bogo et aux Abaka pour le rouge et le jaune (1). On a pu croire que ces particularités philologiques correspondaient à des différences biologiques entre races ; il est plus que probable qu'il n'en est rien. Il aurait donc fallu se résoudre à continuer de parler des couleurs sans pouvoir se faire comprendre, si l'on n'était arrivé à les numéroter, à les exprimer par des chiffres.

Cette numérotation, dont la possibilité avait été très bien comprise par Helmholtz et par Maxwell, n'est devenue une réalité que grâce à une série de travaux — tant théoriques (2) qu'expérimentaux — commencés lors de la guerre de 1914-1918 et qui a été couronnée par les décisions prises en 1931 par la Commission Internationale de l'Eclairage.

C'est la possibilité même de cette numérotation,

(1) D'après Kirchhoff, en 1881, et d'après Bono, en 1844, cités par G. Ovio.

(2) En particulier ceux d'Erwin Schrœdinger (1920), Ives, Judd...

qui a conduit à admettre que la sensation colorée doit être élaborée en des centres de trois types distincts. Il est curieux de constater que ce n'est que tout dernièrement que les histologistes semblent avoir découvert dans la rétine les centres annoncés par la théorie.

Après avoir numéroté les couleurs et entrevu le mécanisme de la sensation colorée, on se fera une idée sur la façon dont les couleurs se présentent à nous, dans la pratique courante de la vie. Sujet particulièrement délicat, qui fait l'objet du dernier chapitre. Nous ne dirons rien de la reproduction des couleurs (photographie, cinématographie, impression) puisque cette question fait l'objet d'un autre « Que sais-je ? », (voir p. 2).

Bien entendu on ne fera que peu d'allusion aux « théories » fantaisistes, qui éclosent encore périodiquement. Comme l'a écrit Selig Hetch dans ses études sur la couleur, « Le jour est passé depuis longtemps où chacun pouvait se permettre d'imaginer des théories littéraires de la vision. »

Chapitre Premier

LE SPECTRE VISIBLE

D'Aristote à Gœthe. — Pour Aristote (1), les diverses couleurs résultaient de mélanges (en proportions différentes) de la lumière et des ténèbres. Cette trouvaille fut sans doute suggérée par un certain nombre d'observations banales (dont nous reparlerons). Nous la tenons pour une fantaisie sans fondement, aujourd'hui que nous savons, en toute certitude, que de la lumière, ajoutée à de la lumière, peut donner de l'obscurité.

En fait, pour établir une théorie cohérente, il est nécessaire de monter des expériences assez précises, et c'est Newton (1669) qui eut le mérite de les faire et de les interpréter. Mais ce qui est surprenant, c'est que Gœthe, un siècle après Newton, ait pu persévérer dans les préjugés d'Aristote : sans soupçonner l'importance de méthodes compliquées,

(1) Qui présente déjà un notable progrès sur Platon *(Le Timée)* : « Les parcelles noires et les parcelles blanches exercent les mêmes actions que les parties chaudes et froides, dans un genre différent. Il faut appeler *blanc*, ce qui dissocie le corps de la vision, et *noir*, ce qui produit l'effet contraire (?). Ce mouvement, qui est une sorte de feu, se propage en sens contraire du feu (?) de l'œil, et il se produit une couleur sanglante que nous nommons *rouge*. Le blanc combiné avec la couleur sanglante et tombant dans du noir donne le *bleu lapis*. » (Toutes les couleurs sont ainsi expliquées.) Et cette logomachie se termine par une conclusion niaisement pessimiste : « Si l'on voulait contrôler tout cela, c'est qu'on méconnaîtrait la différence de la nature humaine et de la divine. Sans doute, nul homme n'en sera jamais capable dans l'avenir. »

qui eussent pu le convaincre de son erreur, il affirma et répéta sans se lasser que, de toutes ses œuvres, c'est celles qu'il consacra à la couleur dont il était le plus fier ! En fait, et de l'aveu des physiciens allemands eux-mêmes, sa « Théorie des couleurs » (1810) est une accumulation d'affirmations sans preuves, un tissu d'absurdités et d'illusions, un témoignage de cette conviction — puérile et inébranlable — que « la nature » se laisse déchiffrer par un observateur simplement attentif. Il n'en reste rien que *des phrases* dans les manuels de littérature, où elle est habituellement qualifiée de... « prescience géniale ».

La dispersion. — Nous rappellerons d'abord, sous une forme moderne et sans aucune considération théorique, l'expérience par laquelle Newton découvrit la complexité de la lumière blanche. Il est commode (*fig.* 1) d'employer le filament d'une « lampe-tube », dont on forme l'image blanche en I sur un écran ; la lentille (1) est achromatisée, pour éviter les irisations.

L'adjonction du prisme en verre (*fig.* 2) a pour effet de dévier inégalement les diverses radiations, de sorte qu'il ne parvient plus de lumière en I et qu'on obtient un rectangle, où les couleurs sont « fondues » dans l'ordre indiqué : c'est le *spectre* du filament incandescent (2).

A la place de celui-ci, on peut se servir d'une

(1) En pratique, une lentille sphérique convient ; la lentille cylindrique permet une figure plus compréhensible.

(2) La physique contemporaine, dans ses dernières conceptions (auxquelles nous ferons allusion plus loin), n'a pas encore répondu sans ambiguïté à la question, que l'on aurait tendance à se poser : « Les couleurs préexistent-elles dans la lumière blanche, avant la traversée du prisme qui va la décomposer ? » On peut actuellement (1937) répondre avec L. de Broglie : « Oui, mais seulement comme existe une possibilité avant l'événement qui va nous faire avoir si elle est effectivement réalisée. »

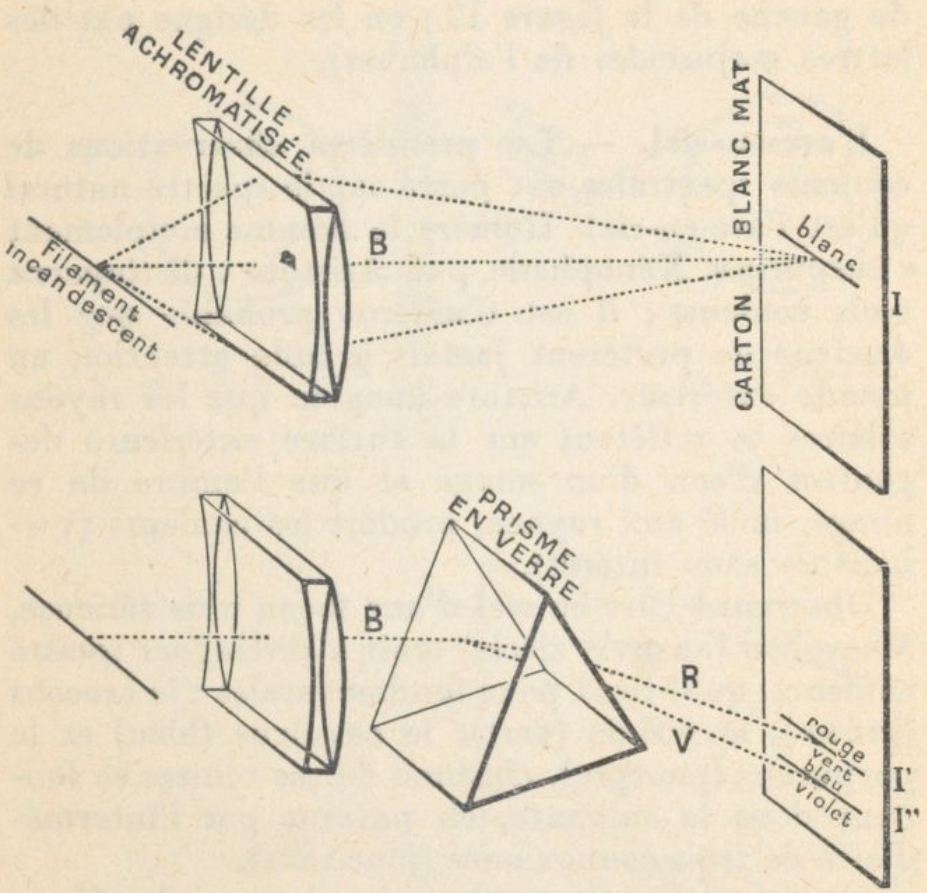

Fig. 1 et 2. — La dispersion de la lumière blanche

Lorsqu'on introduit un prisme en verre (*fig.* 2) sur le trajet des rayons, qui forment, en I (*fig.* 1), l'image d'un filament de lampe à incandescence, les radiations composantes sont inégalement déviées. Chacune de celles-ci donne une image colorée (telle que I' ou I''), et l'on obtient une bande colorée (ou *spectre*) sur l'écran de droite (*fig.* 2).

fente fine, vivement éclairée par derrière. Si, pour cela, on utilise les rayons solaires, on s'aperçoit que la lumière blanche, émise par le Soleil et reçue à la surface de la Terre, présente certaines *raies* noires très fines (raies d'absorption, Fraunhofer, 1817), qui correspondent à des radiations absentes (certaines de ces raies sont mentionnées dans la colonne