

reconnaît que le phénomène est dû presque exclusivement à la partie ultra-violette.

■ Dans certains cas, il peut être utile d'arrêter les radiations ultra-violettes; on conçoit que pour y arriver il suffit de placer sur le trajet du faisceau un corps fluorescent. Cette remarque explique l'avantage des verres d'urane que L. Foucault a proposé d'employer comme lunettes, lorsqu'on doit s'approcher des lampes électriques à arc : ces lampes émettent des radiations ultra-violettes en grande quantité, et celles-ci peuvent amener une inflammation assez vive de l'œil, il y a donc un intérêt réel à en garantir cet organe.

518. **Transformation des radiations.** — Dans les phénomènes que nous venons de signaler, des radiations ont été absorbées par les corps phosphorescents ou fluorescents, mais des radiations ont été émises par ceux-ci, de telle sorte qu'on peut regarder ces dernières comme résultant de la transformation des premières. Les radiations absorbées, ultra-violettes, sont très réfrangibles; les radiations émises sont des radiations moyennes, puisque les corps sont devenus lumineux, radiations moins réfrangibles que celles qui ont disparu.

Une action du même genre se manifeste dans les actions calorifiques que nous avons étudiées : un faisceau de radiations moyennes et ultra-violettes tombe sur un corps, des radiations sont absorbées, la température du corps s'élève, le corps émet des radiations, mais des radiations infra-rouges, car le corps n'a pas été porté à l'incandescence, radiations moins réfrangibles que celles dont elles peuvent être considérées comme la transformation.

Stokes avait pensé qu'il y avait là une loi générale, les radiations déterminées ne pouvant donner, par leur transformation, que des radiations moins réfrangibles. Il en est ainsi le plus souvent, en effet; mais il n'y a pas une loi générale, car Tyndall a montré qu'un faisceau puissant de radiations infra-rouges, concentré par une lentille sur une lame de platine platiné, amène celle-ci à l'incandescence; cette lame, qui reçoit des radiations infra-rouges, émet des radiations moyennes, plus réfrangibles que celles dont elles peuvent être regardées comme la transformation.

519. **Actions des radiations sur les êtres vivants.** — Les radiations agissent sur les êtres vivants; mais leur action peut être étudiée à deux points de vue; cette action se manifeste en effet par la production de la sensation lumineuse, et c'est alors une étude subjective que nous pouvons seulement faire; d'autre part, cette action se manifeste par l'influence qu'elle exerce sur le fonctionnement général des tissus et des organes des êtres vivants. Nous nous occuperons d'abord de ce dernier mode d'action.

Les radiations ont une influence considérable sur les végétaux, influence qui se manifeste diversement. C'est ainsi qu'il est démontré que la nutri-

tion des végétaux est liée à l'action des radiations, surtout des radiations très réfrangibles, étant plus considérable lorsque celles-ci sont plus intenses. Ce phénomène de la nutrition correspond à l'absorption par la plante de l'acide carbonique de l'air, principalement, et au rejet de l'oxygène; il est donc intermittent : la respiration des végétaux, qui est continue, correspond à l'absorption d'oxygène et au rejet d'acide carbonique. C'est cette action qui seule se manifeste pendant la nuit; pendant le jour, et surtout sous l'influence des radiations solaires, la nutrition, qui produit l'effet inverse, est considérable et son action est prépondérante.

La production de la chlorophylle est aussi sous la dépendance des radiations : les plantes qui poussent dans l'obscurité ou dans des endroits très peu éclairés sont blanches, décolorées, propriété qui est utilisée pour la culture de certains légumes. Dans ce cas, ce seraient les radiations jaunes dont l'effet serait le plus marqué, puis viendraient l'orangé et le vert.

Ce n'est pas seulement la chlorophylle dont la production est liée à l'action des radiations, mais aussi celle des autres matières colorantes : nous citerons seulement comme exemple la matière colorante rouge des pêches.

Signalons sans insister, car le mode d'action est absolument inconnu, la flexion que subissent, vers les parties éclairées, les plantes cultivées dans un endroit sombre; les phénomènes qui constituent ce qu'on a appelé le sommeil des plantes et des fleurs, etc. Il est d'ailleurs bien prouvé que ces phénomènes sont dus, non à une action spéciale, inconnue, mystérieuse du soleil, mais aux effets physiques des radiations qu'il émet, car on a pu les reproduire avec des sources artificielles de lumière suffisamment puissantes.

520. — L'action des radiations n'est pas moins appréciable chez les animaux : nous citerons seulement quelques faits.

D'après Morren, l'eau dans laquelle on a fait macérer des matières animales dans l'obscurité ne contient des infusoires que d'une seule espèce, des *monas termo*, tandis que le nombre des espèces croît avec l'intensité des radiations.

M. Edwards observa que des œufs de grenouille placés dans l'eau exposée à la lumière se développèrent successivement, tandis que d'autres œufs placés dans l'obscurité ne purent arriver à l'éclosion. De même des têtards soumis à l'action de la lumière subirent leurs métamorphoses, tandis que d'autres maintenus dans l'obscurité se développèrent irrégulièrement.

Dans un autre ordre d'idées, en étudiant certaines fonctions particulières, on est arrivé à des résultats analogues. Moleschott a observé que la respiration cutanée des grenouilles est plus vive à la lumière que dans

l'obscurité; Béclard a montré que les radiations vertes sont plus actives à ce point de vue que les radiations rouges.

La coloration des téguments des animaux paraît également liée à l'action des radiations. En général, les animaux ont une coloration plus foncée sur le dos que sous le ventre; les animaux des zones torrides ont des colorations plus vives que celle des animaux des régions tempérées ou froides. Certaines espèces de poissons, les soles, par exemple, prennent des colorations différentes suivant la couleur du fond des cours d'eau dans lesquels ils vivent.

Il est à peine nécessaire d'insister sur la différence de coloration des hommes de même race qui vivent sous des climats différents; sur l'effet spécial, qui se traduit par une décoloration, que l'on observe sur les hommes qui, comme les mineurs et les prisonniers, sont soustraits à peu près complètement à l'action directe des radiations solaires.

Il nous paraît inutile d'insister; mais il importe de remarquer que nous ne connaissons pas le mode d'action des radiations dans ces diverses circonstances: agissent-elles en favorisant certaines actions chimiques? ont-elles une action d'une nature spéciale, encore inconnue? c'est ce que nous ne pouvons dire.

Nous signalerons enfin l'influence des radiations sur les microbes qui paraissent mal résister à leur action. M. Duclaux reconnut que les spores du *tyrothrix scaber* (agent de destruction des matières azotées) qui conservent leurs propriétés germinatives pendant trois ans lorsqu'elles sont abandonnées à la lumière diffuse, perdent ces propriétés en un mois, en moyenne, par l'exposition aux radiations solaires. M. Janowski a reconnu que, par l'insolation, le bacille typhique est tué après six ou sept heures: ce seraient les radiations les plus réfrangibles qui seraient les plus actives.

521. — Il n'y a pas seulement à considérer ces actions qui exigent pour se manifester un temps qui peut être fort long: il y a aussi à citer des effets qui se produisent rapidement. Nous indiquerons les coups de soleil, par exemple, produits sur la peau par l'action des radiations solaires: il s'agit là, presque certainement, d'une influence spéciale de certaines radiations plutôt que d'une élévation de température. On a d'ailleurs observé des effets du même genre par l'action de l'arc électrique dans les ateliers où la soudure des métaux est produite par ce moyen. Il est possible que ces effets soient dus à des actions chimiques particulières provoquées par les radiations.

Dans des conditions analogues, des conjonctivites peuvent se manifester sous l'influence également de l'arc électrique, alors que l'on s'en rapproche beaucoup: il s'agit vraisemblablement d'une action de même nature, les différences des effets étant dues à la différence des tissus atteints.

Enfin signalons encore que des désordres graves peuvent se produire

lorsque des radiations trop intenses pénétrant dans l'œil parviennent jusqu'à la rétine: nous croyons d'ailleurs que des faits de ce genre n'ont été observés qu'à la suite de l'action directe des radiations solaires.

522. **Action des radiations sur l'œil.** — Occupons-nous maintenant des sensations lumineuses provoquées par les radiations.

Une première question que nous avons déjà indiquée sommairement se pose au début de cette étude; à quelle cause peut-on attribuer l'absence de sensation correspondant à l'action des radiations infra-rouges ou des radiations ultra-violettes? doit-on invoquer une propriété spéciale de la rétine, ou peut-on donner une explication d'ordre physique? Il est évident, en effet, que si ces radiations ne parvenaient point à la rétine, il serait inutile de chercher une autre cause à l'absence de sensation.

Examinons d'abord le cas des radiations infra-rouges. Comme nous l'avons déjà dit (497), l'eau absorbe ces radiations en grande proportion; on doit donc penser qu'un effet analogue se produit dans l'œil dont les milieux contiennent une grande proportion de ce liquide. Brücke et Knoblauch ont d'ailleurs vérifié directement le fait, en opérant sur un œil de bœuf. Cependant Cima d'une part, Janssen et Frantz d'autre part ont reconnu, en agissant également sur des yeux, qu'une certaine quantité de radiations infra-rouges peut atteindre la rétine; on pourrait concevoir que cette quantité est insuffisante pour mettre cette membrane en action. Mais Tyndall fit une expérience dans laquelle il reçut dans l'œil un faisceau très intense de radiations infra-rouges, faisceau suffisant pour amener au rouge une lame de platine platiné: il ne perçut aucune sensation. Cependant l'énergie correspondant à la quantité des radiations arrivant à la rétine dans ce cas était vraisemblablement, malgré l'absorption, supérieure à celle qui correspond à l'arrivée d'un faisceau de radiations moyennes, faisceau faible, mais cependant suffisant pour donner naissance à une sensation lumineuse. On en est donc conduit à conclure que la rétine est réellement insensible aux radiations infra-rouges. Cette hypothèse est d'autant plus admissible qu'il se présente une condition analogue pour l'oreille qui ne peut donner naissance à la sensation sonore que si elle reçoit des vibrations de période comprise entre certaines limites, ni trop lentes, ni trop rapides.

Le cas n'est pas tout à fait le même pour les radiations ultra-violettes: il n'est pas absolument vrai qu'elles ne donnent pas naissance à la sensation lumineuse. La partie correspondante à ces radiations dans un spectre paraît obscure, il est vrai, mais surtout par effet de contraste, car si on intercepte l'arrivée des radiations moyennes à l'aide d'un écran opaque, cette partie devient visible et donne la sensation d'une couleur d'un gris bleu, sensation peu intense, il est vrai.

Des expériences directes de Donders et Rees, puis de Brücke, ont montré que les milieux de l'œil absorbent les radiations ultra-violettes,

mais cette absorption est loin d'être totale. M. J. Regnaud a reconnu, d'autre part, que la cornée devient fluorescente sous l'influence des radiations ultra-violettes et que cet effet est beaucoup plus marqué pour le cristallin : on conclut de là (517) que ces corps absorbent ces radiations, le cristallin surtout, mais cette remarque ne fait pas connaître la proportion qui passe. Nous devons admettre, d'après ces diverses recherches, que si les radiations ultra-violettes sont absorbées en partie par les milieux de l'œil, il en arrive toutefois une certaine proportion sur la rétine, ce qui suffit pour expliquer la visibilité du spectre chimique dans des conditions spéciales; cependant cette visibilité étant faible, on peut penser que la rétine est peu sensible à cette nature de radiations.

523. — L'intensité de la sensation lumineuse pour une radiation déterminée paraît nettement en relation avec la proportion de radiations qui arrive à l'œil, avec la quantité d'énergie correspondante : on reconnaît nettement le fait en interposant, entre une source de lumière, émettant une radiation ou un groupe de radiations voisines, et l'œil, une substance absorbant ces radiations, cette absorption étant reconnue par l'action calorifique, et directement mesurable par conséquent : l'expérience montre qu'il y a affaiblissement de la sensation et que l'affaiblissement est d'autant plus considérable que l'absorption est plus grande.

Il n'est pas possible de trouver la loi exacte pour la variation de la sensation, car, comme nous l'avons déjà dit, on ne peut pas évaluer, mesurer l'intensité de la sensation lumineuse. Sans insister, car la question est plutôt du domaine de la physiologie, nous dirons cependant que Fechner a indiqué la loi suivante qui, généralisée, s'étendrait à d'autres sensations, et qui est connue sous le nom de *loi psychophysique* :

*Lorsque les intensités des radiations varient en progression géométrique, les sensations correspondantes varient en progression arithmétique.*

Un fait intéressant est en relation avec cette loi et détermine la sensibilité de l'œil au point de vue de l'intensité de la sensation : deux éclaircissements inégaux peuvent différer assez peu pour que l'œil n'apprécie pas la différence; la plus grande différence qui ne soit pas perceptible n'est pas une quantité constante pour un même observateur, mais elle est déterminée par une relation simple : elle est une fraction constante de l'éclaircissement total, croissant, par conséquent, lorsque celui-ci augmente. Cette fraction est variable avec chaque observateur et peut être prise comme moyennement égale à  $\frac{1}{100}$  (variant d'après diverses recherches de  $\frac{1}{64}$  à  $\frac{1}{131}$ ).

Nous aurons ultérieurement à faire usage de cette propriété.

524. — L'étude de la couleur, en tant que caractère de la sensation lumineuse, n'appartient pas à la physique à proprement parler; nous n'en dirons donc que quelques mots.

Nous avons dit que la couleur correspondant à une sensation provoquée par une radiation dépend de la place occupée par cette radiation dans le spectre, dépend de son indice de réfraction, sans qu'il y ait à rechercher aucune relation entre cette donnée et l'effet produit.

Mais, pour un spectre donné, les couleurs ne sont pas absolument invariables : elles semblent perdre quelque peu de leur caractère propre et se rapprocher du blanc lorsque les radiations augmentent d'intensité.

La question du mélange des couleurs est intéressante; nous avons indiqué deux procédés différents pour l'étudier; il en existe d'autres, mais nous ne nous y arrêterons pas et nous nous bornerons à citer les résultats les plus intéressants.

Dans le cas où on mélange seulement deux couleurs spectrales, on obtient des résultats différents suivant les conditions; tantôt le mélange donne la même sensation qu'une autre couleur spectrale : l'orangé et le vert donne du jaune, par exemple; tantôt le mélange donne du blanc, les couleurs sont dites alors *couleurs complémentaires*; le mélange spécial de rouge et de bleu produit une coloration nouvelle, le *pourpre*; enfin le mélange peut donner naissance à une des couleurs spectrales ou à la couleur pourpre, lavée de blanc : le jaune et le bleu donnent un vert blanchâtre, l'orangé et le violet donnent un rose, qui n'est qu'un pourpre blanchâtre.

Les indications précédentes se rapportent aux lumières avec les intensités relatives qu'elles possèdent dans le spectre; si, par un procédé quelconque, une des intensités variait, la coloration du mélange changerait et tendrait à se rapprocher de celle de la couleur en excès.

Les couleurs complémentaires sont :

Rouge et vert; — orangé et bleu; — jaune et violet <sup>1</sup>.

Dans le cas du mélange de trois couleurs ou plus, on n'obtient pas de nouvelles couleurs, mais généralement une des couleurs précédemment indiquées et plus ou moins lavée de blanc. La coloration change d'ailleurs si l'on change les proportions relatives des couleurs composantes.

Par contre, la coloration du mélange reste la même lorsque les quantités des couleurs composantes varient, tout en conservant les mêmes proportions relatives : il en est au moins sensiblement ainsi, tant que l'intensité lumineuse n'est pas trop grande.

On a indiqué des règles pour trouver à l'avance le résultat d'un mélange de couleurs; elles ne sont ni assez sûres, ni assez simples pour qu'il soit nécessaire de nous y arrêter.

525. — Lorsqu'on étudie le mélange de deux couleurs, on obtient le

1. Helmholtz, qui divise autrement le spectre en couleurs, donne la liste suivante : rouge et bleu verdâtre; — orangé et bleu cyanique; — jaune et bleu indigo; — jaune verdâtre et violet. Le vert pur n'aurait comme complémentaire qu'une couleur composée, le pourpre.

même résultat soit lorsqu'on fait arriver dans un même œil les deux faisceaux correspondant aux deux couleurs composantes, soit lorsque chaque faisceau pénètre dans l'un des yeux d'un observateur. Ce fait, qui est à rapprocher de celui que nous avons déjà cité (466), est très intéressant, parce qu'il confirme pleinement ce que nous avons dit alors : que la production d'une sensation spéciale remplaçant les deux sensations composantes est un phénomène qui est d'ordre physiologique ou psychologique, mais non physique : il correspond, en effet, à une action qui se produit dans le cerveau.

Il importe d'autre part de remarquer que les résultats obtenus par le mélange des *lumières* colorées ne donne pas les mêmes résultats que le mélange des *matières* colorées ou colorantes : que, par exemple, le mélange d'un faisceau bleu et d'un faisceau jaune donne du blanc, alors que le mélange d'une couleur bleue et d'une couleur jaune, couleurs matérielles, pigments, donne du vert.

Cette différence tient à ce que ces couleurs matérielles ne correspondent pas à des couleurs spectrales, que la lumière renvoyée par la couleur bleue, par exemple, comprend du bleu et du vert, et que, de même, la lumière envoyée par la couleur jaune contient du jaune et du vert. Lorsque la lumière blanche traverse un semblable mélange, seule, la radiation commune peut passer ; il en est de même lorsqu'on regarde le corps par diffusion, car la lumière ne se diffuse pas seulement à la surface, mais pénètre toujours à une certaine profondeur, et l'action est alors la même.

526. **Étude des spectres.** — Étudions maintenant les spectres au point de vue des différents effets qu'on peut y observer, et occupons-nous principalement des spectres de la lumière blanche, telle qu'elle est fournie par un solide ou un liquide ou par le soleil (abstraction faite des lignes noires qui existent dans le spectre solaire).

Les effets calorifiques, nous l'avons dit, ne se différencient que par leur intensité : il suffira donc de placer aux divers points du spectre le réservoir d'un fin thermomètre ou mieux une pile thermo-électrique, pour déterminer la grandeur de cet effet. On constate ainsi que l'action calorifique, dont l'apparition fixe la limite la moins réfrangible de la partie infra-rouge du spectre calorifique, croît assez rapidement pour atteindre son maximum avant le rouge, en général, puis décroît ensuite plus lentement et se prolonge jusque vers la limite la plus réfrangible du spectre moyen.

On a déterminé, au moins approximativement, le rapport qui existe entre la quantité de chaleur correspondant à la partie infra-rouge et celle correspondant à la partie moyenne : voici quelques nombres, donnés par Tyndall, qui se rapportent au cas où la quantité totale de chaleur est représentée par 100 :

	Chaleur lumineuse.	Chaleur obscure.
Flamme d'huile.....	40	90
Platine incandescent.....	2	98
Flamme d'alcool.....	1	99

Pour les actions chimiques, comme nous l'avons dit, les effets sont moins simples à étudier, parce qu'ils diffèrent avec la nature des substances sur lesquelles agissent les radiations ; il en est de même pour les actions de fluorescence. Ainsi le chlorure d'argent est décomposé par les radiations plus réfrangibles que le vert (raie F du spectre solaire), l'action est maxima dans l'indigo et se continue bien au delà de la limite visible du spectre. Pour les sels de chrome, l'action commence vers la raie E, limite du jaune et du vert, le maximum est dans le vert, et l'action, quoique se prolongeant au delà du violet, ne s'étend pas aussi loin que pour le chlorure d'argent. La fluorescence de la résine de gâïac ne se manifeste que dans la partie ultra-violette, etc.

Pour les actions lumineuses, indépendamment de la coloration qui se manifeste d'une extrémité à l'autre, on observe une différence dans la *clarté*, dans l'éclat des diverses parties du spectre. On ne peut mesurer cette différence par une évaluation d'intensité, car, comme nous l'avons dit, on ne peut faire d'évaluation de cette nature que pour des lumières de même couleur. Mais on reconnaît que la partie la plus lumineuse, pour ainsi dire, est dans le jaune, la partie la moins lumineuse étant le violet.

Cette indication ne se rapporte, naturellement, qu'aux effets des radiations constituant la lumière blanche, dans laquelle les diverses radiations sont entre elles, comme quantité, dans un rapport que nous ne pouvons évaluer, mais qui est déterminé. On ne saurait en conclure, d'une manière absolue, que le jaune est plus lumineux, plus éclairant que le rouge par exemple, et en effet il est possible artificiellement d'obtenir le résultat inverse.

527. — Nous devons maintenant revenir au spectre solaire et donner l'explication de sa constitution particulière, des raies qu'il présente.

L'étude de ces raies montre que les unes sont variables d'intensité, tandis que les autres conservent toujours la même apparence ; les premières changent avec l'heure de l'observation, avec la saison, avec l'état de l'atmosphère. M. Janssen a prouvé par diverses expériences qu'elles sont dues à l'absorption de certaines radiations par la vapeur d'eau contenue dans notre atmosphère : on les appelle des *raies telluriques*.

Les autres, qui sont invariables, ne sauraient avoir la même explication ; voici l'hypothèse qui permet de se rendre compte de leur existence. On admet que le soleil est constitué par un noyau liquide porté à une haute température et incandescent ; il est entouré d'une sorte d'atmo-

sphère formée par les vapeurs des corps qui entrent dans la constitution du noyau.

Si le noyau était seul, isolé, il émettrait des radiations donnant naissance à un spectre complet (474); mais les radiations traversent l'atmosphère solaire et sont en partie absorbées; celles qui sont absorbées, comme dans l'expérience de Foucault (505), sont celles qui auraient été émises par les vapeurs lumineuses constituant l'atmosphère si celles-ci avaient été seules.

L'expérience montre que, pour un très grand nombre, les raies noires du spectre solaire coïncident exactement avec les raies brillantes des spectres fournis par les vapeurs incandescentes de certains métaux. On peut donc en conclure que ces métaux existent à l'état de vapeur dans l'atmosphère qui entoure le soleil et par conséquent existent dans le noyau à l'état liquide.

Diverses hypothèses peuvent être faites pour expliquer l'existence des raies noires qui ne coïncident pas avec les raies brillantes de vapeur des métaux connus; elles ne reposent pas encore sur des bases suffisantes pour qu'il y ait lieu de s'y arrêter.

528. **Aberration de réfrangibilité. Achromatisme.** — Après avoir étudié dans son ensemble la question générale des radiations dans leurs

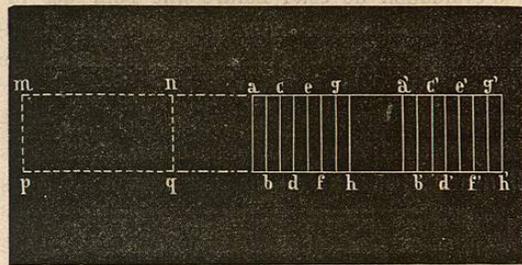


Fig. 259.

manifestations diverses, nous pouvons aborder l'étude de quelques conséquences particulières et des principales applications qu'on en a faites.

Examinons d'abord l'effet résultant de l'existence de la dispersion sur la formation des images dans quelques cas particuliers. Supposons d'abord qu'à l'aide de lentilles on forme sur un écran en  $mnpq$  (fig. 259) l'image d'une surface rectangulaire blanche; interposons un prisme sur le trajet des faisceaux qui concourent à former cette image; les divers faisceaux qui existent dans la lumière blanche sont déviés, mais inégalement: la lumière rouge sera déviée et donnera entre  $a$  et  $a'$  une image qui serait rouge si elle était seule; les autres lumières donneront de même des images rectangulaires de plus en plus déviées jusqu'à la lumière violette qui donnera entre  $h$  et  $h'$  une image qui serait violette si elle était seule. On voit donc que, sauf entre  $a$  et  $b$  où il n'y a que du rouge et entre  $g'$  et  $h'$  où il n'y a que du violet, il y a en chaque point plusieurs espèces de radiations: sauf entre  $a$  et  $b$ , et

$g'$  et  $h'$ , il n'y a nulle part de lumière simple, il y aura donc des colorations variées aux différents points. Dans la partie comprise entre le bord  $a'$  de l'image rouge et le bord  $h$  de l'image violette, toutes les radiations sont réunies et par suite il y a production de blanc.

Le résultat de l'action du prisme est donc de donner une figure rectangulaire blanche présentant sur les côtés parallèles aux arêtes du prisme des bandes de coloration variée, appelées *irisations* et dont les bords extrêmes sont des couleurs spectrales pures, du rouge du côté le moins dévié, du violet du côté le plus dévié.

Une action entièrement analogue se produit si les faisceaux arrivant sur le prisme sont divergents: ils donnent alors une image virtuelle qui est vue par l'observateur qui reçoit les faisceaux qui sortent du prisme en divergeant et l'observateur voit une image non seulement déviée, mais présentant en outre des irisations sur les bords parallèles aux arêtes du prisme.

529. — En s'appuyant sur le fait qu'un faisceau qui traverse une

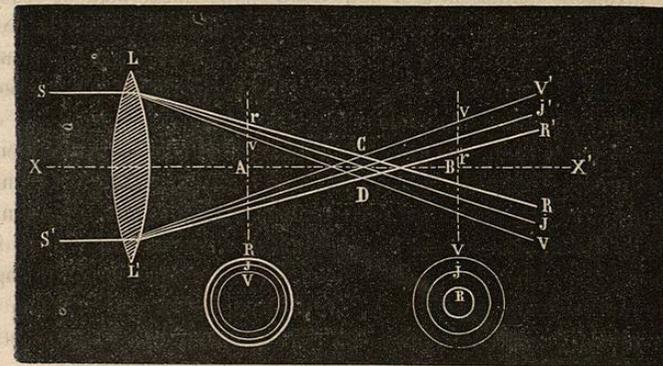


Fig. 260.

lentille peut être considéré comme traversant une série de prismes (412), on peut prévoir que la dispersion produira dans les effets des lentilles des modifications du même genre que celles que nous venons d'indiquer pour les prismes.

Il est facile de reconnaître quels doivent être ces effets. Considérons par exemple un faisceau blanc  $SS'$  (fig. 260) arrivant sur la lentille  $LL'$ , et supposons, pour simplifier, que le blanc soit formé seulement de trois couleurs, Rouge, Jaune, Violet; chacune des lumières simples qui entrent dans la lumière blanche donne naissance à un faisceau homocentrique dont le sommet est sur l'axe; mais les sommets de ces divers faisceaux sont en des points différents: si nous considérons par exemple le rayon  $S$ , qui traverse la lentille comme s'il traversait un prisme dont la base serait du côté de l'axe, le rayon rouge qui doit être le moins

dévié sortira en R coupant l'axe plus loin de la lentille que le rayon violet qui doit être le plus dévié et sort en V; on aura aux points d'intersection de ces rayons avec l'axe, respectivement, le foyer des rayons rouges et le foyer des rayons violets, le foyer des rayons jaunes étant placé intermédiairement (ainsi naturellement que les foyers des autres rayons que nous négligeons pour simplifier). Les cônes ne se superposent donc pas dans toute leur étendue, mais seulement dans leur partie moyenne; cette partie où tous les rayons se superposent et donnent du blanc est limitée au cône des rayons violets avant le croisement des faisceaux, au cône des rayons rouges après ce croisement. Si donc on coupe le faisceau par un écran en A avant le croisement, on aura au centre un cercle blanc entouré sur toute sa périphérie d'une irisation présentant des colorations variées avec le rouge spectral pur au bord extérieur; si l'écran est placé en B après le croisement, on aura un résultat analogue, si ce n'est que le bord extérieur sera constitué par du violet spectral pur.

On comprend aisément, et la figure le montre, qu'il n'y a aucun point où les rayons se réunissent tous pour donner une image blanche réduite à un point, il n'y a pas de foyer de la lumière blanche : dans la partie la plus rétrécie, en CD, le centre de la section sur l'axe est blanc, mais il est entouré d'irisations qui présentent cette particularité que les bords ne sont pas formés par une couleur spectrale pure.

530. — On conçoit, sans qu'il soit nécessaire d'insister, que les mêmes effets se produiraient si le faisceau incident n'était pas parallèle : toutes les images produites présentent des irisations analogues à celles que nous venons de décrire. Ces images ne reproduisent donc pas absolument, à la dimension près, les objets, comme nous l'avons indiqué lorsqu'il s'agit de lumière monochromatique. C'est là un défaut qui entraîne des inconvénients dans l'emploi des lentilles : ce défaut est désigné sous le nom d'*aberration de réfrangibilité*.

L'effet est le même dans le cas des lentilles divergentes; comme dans le cas précédent, le foyer (virtuel) des rayons violets est plus rapproché de la lentille que le foyer des rayons rouges. Mais il importe de remarquer que, si nous définissons la position de ces foyers par rapport au sens de propagation de la lumière, le foyer violet est avant le foyer rouge dans la lentille convergente; il est après, dans la lentille divergente.

531. — Il est facile de comprendre l'inconvénient qui résulte de l'existence de l'aberration de réfrangibilité : soit un objet AB placé au delà du foyer de la lentille L (fig. 261) de manière à donner des images réelles : il se fera autant d'images à des distances différentes qu'il y a de couleurs simples dans la lumière incidente, soit trois dans l'hypothèse que nous avons adoptée, l'image violette VV' étant la plus rapprochée et l'image rouge RR' la plus éloignée. Mais de plus ces images ne seront pas de même grandeur; car nous savons que, dans ce cas (415), l'image est

d'autant plus grande qu'elle se fait plus loin de la lentille : on aura donc par exemple, pour ces trois images : VV', JJ', RR'. Si un observateur a l'œil placé en O, les trois images ne se projettent pas l'une sur l'autre, et il verra une image à centre blanc, et présentant des irisations sur les bords.

Ajoutons que l'inconvénient est même encore plus considérable, car, même dans la partie

centrale, ce ne seront pas les images diversement colorées d'un même point que l'observateur projetera l'une sur l'autre et il en résultera un manque de netteté pour la vision de l'image. Ce défaut est surtout important dans les instruments d'optique,

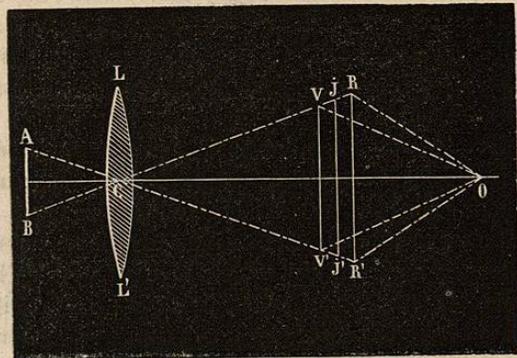


Fig. 261.

mais on a pu y obvier dans une certaine mesure comme nous allons le dire : c'est ce qu'on appelle *achromatiser* la lentille, l'*achromatisme* d'un système étant la propriété de donner des images qui ne sont pas irisées sur les bords.

532. — On peut arriver à avoir un système achromatique par une combinaison de deux lentilles convergentes à l'aide de la disposition suivante :

Soit AB un objet dont les images rouges et violettes formées par la

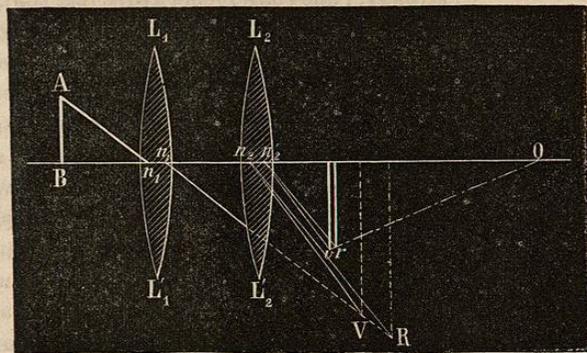


Fig. 262.

lentille  $L_1$  (fig. 262) sont en V,R; avant la formation de ces images, plaçons une autre lentille convergente  $L_2$ ; on sait, d'après la discussion des lentilles (420), que dans ce cas on a une image réelle, de même sens, et plus petite; d'ailleurs si on mène la droite de direction  $n_2$  V,