Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 41 (1916)

Artikel: Note sur un écran filtrant l'infra-rouge depuis 8000 U.A.
Autor: Michaud, Gustave / Tristan, J. Fidel
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-742628

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

NOTE SUR UN

ÉCRAN FILTRANT L'INFRA-ROUGE

DEPUIS 8000 U. A.

PAR

Gustave MICHAUD et J. Fidel TRISTAN

Professeurs au Collège de Costa Rica

(Avec la pl. I)

L'écran de Wood, le seul qui soit employé aujourd'hui, croyons-nous, pour la photographie en lumière infra-rouge, se compose d'une lame de verre de cobalt de couleur très foncée doublée soit d'une cellule contenant une solution de bichromate de potasse, soit d'une pellicule de gélatine teinte au méthylorange. Cet écran, qui donne des résultats satisfaisants quand on ne désire pas aller au delà de la région spectrale comprise entre 7000 et 9500, ne permet guère de pénétrer beaucoup plus avant dans l'infra-rouge. Sa transparence, qui n'est nulle part très grande dans la région que nous venons d'indiquer, décroît rapidement à partir de 8300 U. A. Vers 10000 U. A. il ne laisse plus guère passer que 50 % des radiations admises vers 8300 U. A. D'autre part, l'expérimentateur qui désire opérer uniquement dans l'infra-rouge proprement dit, c'est-à-dire dans la région invisible qui s'étend au delà de 7950 U. A. est souvent gêné par l'extrême rouge visible que ce filtre admet à partir de 6900. Wood opérait avec les plaques toute sensibilisées qu'on trouve dans le commerce, (Cramer, Wratten and Wainwright). Ces plaques, très sensibles au rouge extrême, ne le sont à l'infra-rouge que jusque vers 8000 U. A. L'un des inconvénients que nous venons d'indiquer était donc sans grande importance pour le physicien américain, la sensibilité de ces plaques cessant avant

que la transparence de son écran eût notablement diminué. Nous employons exclusivement, depuis quelques années, des plaques ordinaires que nous sensibilisons au bleu d'alizarine S, et au nitrate d'argent, d'après la méthode que nous avons décrite antérieurement.[1] Ces plaques, qui malheureusement ne gardent leurs propriétés optiques que durant quelques jours, sont sensibles à l'infra-rouge jusque vers 10500 U. A. et leur emploi nous a bientôt conduits à chercher un succédané de l'écran de Wood qui nous permît non seulement d'éliminer l'extrême rouge visible, mais surtout de tirer parti de toute la sensibilité de nos plaques pour pénétrer le plus avant possible dans la région photographiquement peu connue des grandes longueurs d'onde.

Nous avons d'abord employé sans succès comme écran une cellule remplie d'une solution d'iode dans le sulfure de carbone. La concentration était telle qu'aucun rayon visible n'était admis. Un paysage ensoleillé, après une exposition d'une heure, ne laissa aucune trace sur la plaque. Plusieurs tentatives faites avec de minces plaques d'ébonite employées comme écrans ne nous donnèrent pas de meilleurs résultats. Coblentz a montré que le sulfure d'antimoine est transparent pour certaines radiations infra-rouges; en fondant du sulfure d'antimoine dans un petit creuset de porcelaine et en le coulant sur une plaque de verre préalablement chauffée, nous en avons obtenu de petites lames mince. La plus parfaite fût collée sur l'ouverture d'un diaphragme de carton noir. Cet écran nous parut aussi opaque que les deux substances essayées antérieurement pour les radiations infra-rouges susceptibles d'impressionner nos plaques. Nous nous sommes ensuite adressés aux colorants artificiels et nous avons cherché parmi les spectres d'absorption publiés par Kenneth Mees[2], par Pfund[3], et par Uhler et Wood[4], une substance qui, opaque à toutes les longueurs d'onde plus petites que 7950 U. A. fut transparente pour la totalité ou la majeure partie de la région comprise entre 7950 et 10500 U. A. Cette « couleur »,

[1]) *Arch. des Sc. Phys. et Nat.* Mars 1915.

[2]) *An Atlas of Absorption Spectra.* Longmans, Green and Co.

[3]) *Zeit. Wiss. Phot.* Août 1913.

[4]) *Atlas of Absorption Spectra.* Carnegie Institution.

qui en solution serait un liquide noirâtre, n'existe probablement pas. Aucune combinaison de deux couleurs ne paraît non plus donner le résultat désiré, mais une combinaison de trois couleurs, à savoir: la chrysoidine, le vert de méthyle et le vert naphtol, nous permit de prévoir la solution du problème.

La chrysoidine (chlorhydrate de diamidoazobenzène) est une poudre brune dont la solution varie du jaune au rouge orangé avec la concentration. Elle absorbe le violet, le bleu et le vert de 3700 à 5300 U. A. Elle laisse passer l'ultra-violet solaire. Celui-ci est absorbé par le vert de méthyle, qui absorbe aussi le jaune, l'orangé et le rouge, que la chrysoidine laisse passer depuis 5300 U. A. Le vert de méthyle laisse passer le bleu, que la chrysoidine absorbe. L'opacité du vert de méthyle, du côté des grandes longueurs d'ondes, cesse vers 7200 U. A. la transparence de la solution pour l'extrême rouge et l'infra-rouge devenant alors extraordinaire et si l'on examine, au travers d'une solution de vert de méthyle doublée d'une solution de chrysoidine, un paysage avec végétation éclairée par les rayons directs du soleil, on perçoit les mêmes effets fantastiques que produit, dans ces circonstances, l'écran de Wood: Les feuilles sont d'un rouge de sang bien que le reste du paysage soit à peu près normal. Ce contraste bizarre, qui résulte du grand pouvoir réflecteur de la chlorophylle pour l'extrême rouge, est d'ailleurs plus accentué pour l'écran chrysoidine-vert de méthyle que pour l'écran de Wood, car les deux colorants artificiels superposés sont plus transparents pour l'extrême rouge que ne l'est le verre de cobalt.

La superposition d'une solution de vert de naphtol à celles de chrysoidine et de vert de méthyle a pour objet principal la suppression totale ou partielle de l'extrême rouge visible ou même du commencement de l'infra-rouge. Selon la concentration de la solution de vert naphtol on obtient facilement ces divers résultats, depuis un simple affaiblissement de l'extrême rouge jusqu'à sa suppression complète et même jusqu'à l'opacité pour les dernières radiations infra-rouges qui agissent sur les plaques sensibilisées au bleu d'alizarine. Le vert naphtol complète enfin l'opacité de l'écran pour la région spectrale comprise entre 3500 et 3900 U. A. région dans laquelle l'opacité du

vert de méthyle diminue quelque peu, alors que celle de la chrysoidine y est ou nulle ou peu accentuée.

Les solutions suivantes, contenues dans des cellules de trois millimètres de diamètre chacune et superposées, donnent les meilleurs résultats : Chrysoidine, solution aqueuse à 1 %. Vert de méthyle, solution aqueuse à 2 pour cent. Vert naphtol, solution aqueuse variant en concentration de 1 ‰ à 2 ‰, selon que l'on désire éteindre, outre l'extrême rouge, une longueur plus ou moins considérable de l'infra-rouge. Les trois colorants ne peuvent être employés à l'état de mélange, dans une même cellule, le vert naphtol donnant un précipité avec les deux autres couleurs.

La durée de l'exposition doit être multipliée par un coefficient qui varie entre 600 et 10000, suivant la concentration de la solution de vert naphtol. Pour une solution faible, une ouverture de $^1/_8$ et un paysage éclairé par les rayons directs du soleil, la durée de l'exposition sera de l'ordre d'un quart d'heure.

Le caractère le plus frappant des radiations comprises entre 8000 et 10500 U. A. nous paraît être l'extrême facilité avec laquelle elles traversent l'atmosphère sans souffrir de diffusion appréciable. Lord Rayleigh a montré que la transparence de l'atmosphère décroît rapidement à mesure que la longueur d'onde de la lumière diminue, les courtes longueurs d'ondes souffrant une diffusion considérable. L'ultra-violet est beaucoup plus diffusé que le violet, celui-ci plus que le bleu et le bleu à son tour plus que le vert, le jaune et le rouge. Notre oeil ne perçoit pas l'ultra-violet et si le ciel nous paraît bleu c'est que, des deux couleurs visibles les plus diffusées par l'atmosphère, l'une, le violet, n'impressionne que faiblement notre rétine. Pendant l'aurore et le crépuscule, alors que les rayons solaires pénétrent très obliquement dans l'atmosphère et la traversent ainsi sous une grande épaisseur, l'absorption pratiquée par l'atmosphère porte non seulement sur la plus grande partie de l'ultra-violet, du violet, et du bleu mais aussi sur une importante fraction du vert. La lumière solaire directe qui nous arrive ainsi filtrée par diffusion est alors relativement enrichie en rayons jaunes et rouges ; de là la couleur dorée ou même pourprée que les rayons directs du soleil presque tangents à la surface du

globe terrestre communiquent aux nuages et aux hautes montagnes. Le défaut de transparence de l'air pour les petites longueurs d'ondes est très notable dans les photographies de paysages faites en lumière ultra-violette solaire avec la pellicule d'argent de Foucault déposée sur une lentille de quartz. Les lointains disparaissent invariablement. Pour la même raison une photographie ordinaire donne les lointains bien moins détaillés, bien plus flous qu'on ne les voit, car l'oeil est sensible surtout au jaune verdâtre alors que la sensibilité de la plaque ordinaire, très grande dans le violet et le bleu, cesse avec le vert. On sait que, pour obtenir des détails dans les lointains, les photographes emploient des plaques orthochromatiques, c'est-à-dire sensibles non seulement à l'ultra-violet, au violet et au bleu mais aussi au vert ou même au jaune et à l'orangé, en même temps qu'un écran jaune qui élimine l'ultra-violet et la plus grande partie du violet et du bleu. La photographie fig. 1, pl. I, faite sur plaque orthochromatique avec un écran jaune peu intense, montre le paysage à peu près comme l'oeil le voit, avec les premiers plans très nets et les lointains encore indistincts, car les 8 à 10 kilomètres d'air interposés entre la chaîne de montagne et l'objectif, très troubles pour le bleu, sont loins d'être d'une transparence parfaite pour le vert, le jaune ou même le rouge. La photographie fig. 2, du même paysage, faite avec l'écran chrysoidine-vert de méthyle-vert naphtol, semblerait d'autre part indiquer que, dans la région spectrale que cet écran nous a permis d'atteindre, toute diffusion ait pratiquement cessé, car en examinant à la loupe les détails des lointains et en les comparant à ceux des premiers plans, il n'est guère possible de percevoir entre eux une différence de netteté. Il est possible d'ailleurs que, pour des couches d'air d'une épaisseur très supérieure à 10 kilomètres, cette différence redevienne appréciable.

Un autre caractère des grandes longueurs d'ondes qui ont opéré la photographie fig. 2, pl. I, caractère déjà constaté par Wood pour les longueurs d'ondes 7000—8000 U. A. et qui nous paraît être plus accentué encore dans la région 8000—10500, est la puissante réflexion de ces longueurs d'ondes par la végétation. Les prairies, rapprochées ou éloignées, sont si blanches qu'elles en paraissent couvertes de neige. La réflexion presque totale du

commencement de l'infra-rouge et de l'extrême rouge par la chlorophylle contraste avec la puissante absorption pratiquée par la même substance sur le rouge moyen, entre les raies B et C. Peut-être faut-il voir dans la réflexion des grandes longueurs d'ondes une disposition destinée à empêcher l'échauffement et la dessication des feuilles. Le résultat de nombreuses photographies de fleurs que nous avons faites en lumière infra-rouge nous paraît militer en faveur de cette hypothèse: quelle que soit la couleur des fleurs en lumière visible elles sont invariablement d'un blanc lumineux en lumière infra-rouge.

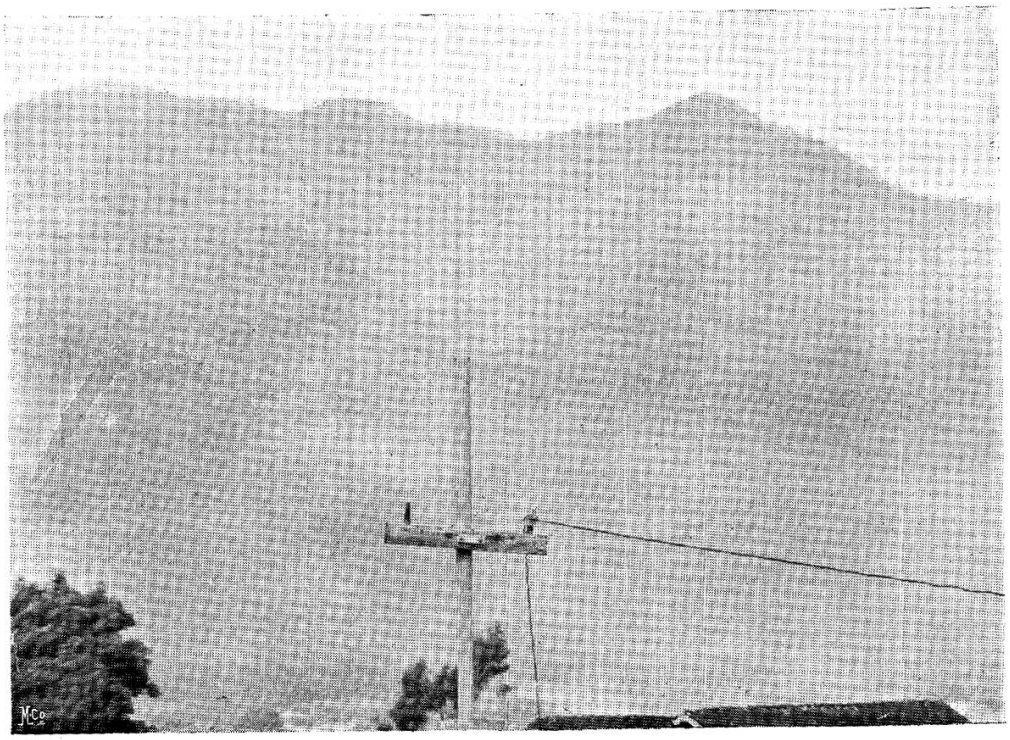

Fig. 1. — Le Mont Escasu vu de San José (Costa-Rica).
Photographie faite sur plaque orthochromatique.

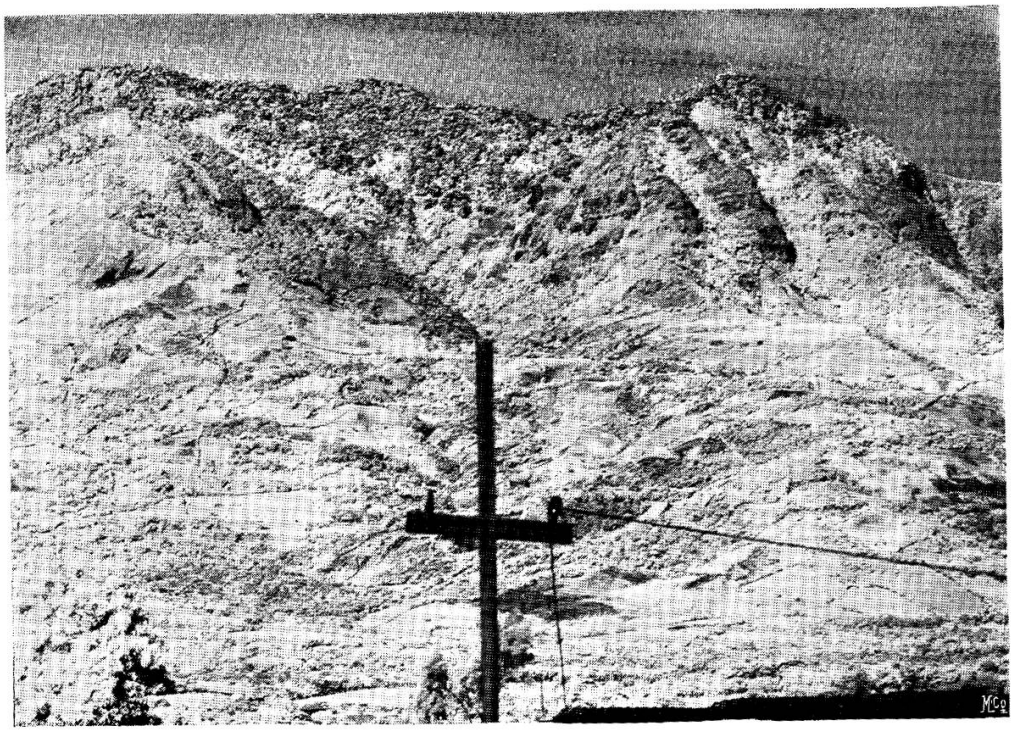

Fig. 2. — Même photographie faite en lumière infra-rouge
avec l'écran chrisoidine- vert de méthyle- vert naphtol.