

# Rapports entre la constitution et la couleur des matières organiques

Autor(en): **Piccard, Jean**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **50 (1914-1915)**

Heft 185

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-269633>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

**RAPPORTS**  
ENTRE  
**LA CONSTITUTION ET LA COULEUR DES MATIÈRES ORGANIQUES**  
PAR  
**JEAN PICCARD**

---

**Conférence faite à la Société Vaudoise des sciences naturelles  
le 20 janvier 1915.**

---

MESDAMES ET MESSIEURS,

Les problèmes concernant la couleur et l'absorption de la lumière sont si captivants qu'ils ont été de tout temps l'objet de la curiosité humaine; aussi les plus grands hommes des derniers siècles s'en sont-ils occupés. Je n'ai qu'à nommer les *Newton*, les *Leonardo da Vinci*, les *Léonard Euler* et les *Goethe*.

Les anciens savants tels que *Léonard Euler* dans sa « *Nova theoria lucis et colorum* » ont généralement l'idée que la molécule d'un corps chimique laisse passer les rayons lumineux, si elle a la possibilité de se soumettre elle-même à des vibrations qui sont synchroniques aux oscillations du rayon lumineux. On admettait, d'autre part, qu'un rayon lumineux était absorbé par une matière, dans laquelle il ne peut produire une vibration synchronique.

Actuellement, d'après *Bunsen*, *Kirchhoff* et *Stokes* et *Angstrom*, nous admettons une hypothèse inverse : Une molécule absorbe les rayons lumineux, qui ont la faculté de produire à l'intérieur de la molécule des vibrations synchroniques à l'oscillation du rayon lumineux, car seuls ces rayons ont la possibilité de produire un travail à l'intérieur de la molécule, donc d'être « fatigués », absorbés. C'est ainsi que l'azote de notre atmosphère absorbe exactement les mêmes rayons du soleil que ceux qu'il peut émettre, si on le chauffe à haute température.

Si nous avons entre les mains un produit coloré, disons, par exemple, des carottes rouges ou des feuilles vertes, et que nous nous posons la question : « Quelle est la matière colorante qui produit cette couleur ? » — nous essayerons d'en extraire le principe colorant. Quand nous aurons, avec plus ou moins de peine, isolé et défini la matière colorante, nous pourrions nous poser une seconde question : « Dans quels atomes de cette molécule réside la couleur ? » Cette question ne peut être résolue, parce qu'elle est fautive en principe. On ne peut pas davantage résoudre la question de toxicité : L'oxyde de carbone CO est vénéneux, non pas parce que le carbone ou l'oxygène sont toxiques, mais parce que la molécule CO a cette propriété.

On a la tendance d'admettre que la couleur du  $\text{Fe Cl}_3$  est due à l'atome de fer, parce que presque toutes les combinaisons de cet élément sont colorées; on a de même la tendance d'admettre que la couleur des azoïques (matières contenant le groupe  $-\text{N}=\text{N}-$ ) est due à la constitution du groupe  $-\text{N}=\text{N}-$  parce que d'autres combinaisons de l'azote n'ont point de couleur.

Certains atomes ne peuvent pas plus être considérés comme l'unique cause de la couleur, que la constitution ne peut, à elle seule, être envisagée comme l'unique auteur de la coloration. Aussi bien le  $\text{Ag Cl}$  que le  $\text{KJ}$

sont incolores, mais en mélangeant la solution de l'un de ces corps avec la suspension de l'autre nous obtenons le AgJ qui est nettement jaune, quoiqu'il ait exactement la même constitution que les deux sels incolores qui l'ont formé. La couleur est donc une propriété moléculaire due à la fois à la constitution *et* à la composition.

Nous ne connaissons pas d'une façon complète les rapports entre la constitution et la couleur.

Si nous avons par exemple une belle série homologue de matières colorantes, nous pouvons, il est vrai, prévoir la couleur d'un de ces corps sans l'avoir jamais vu, à condition que nous connaissions les couleurs d'un certain nombre de matières colorantes appartenant à cette famille.

Mais qu'est-ce que cette possibilité de prévoir, comparée à la possibilité de prédire d'autres propriétés physiques ? Je pense par exemple aux poids spécifiques des gaz que nous pouvons calculer avec une exactitude parfaite, si nous ne connaissons que la seule formule empirique.

Je pense aussi à la possibilité de prévoir d'une façon absolue l'activité optique d'une matière organique ou inorganique, si nous en connaissons la formule de constitution.

Comme nous ne connaissons point encore la cause essentielle de la couleur, la chimie des matières colorantes est restée en principe une science descriptive. Ce ne sont que des hypothèses qui ont été émises sur l'origine de la coloration des composés chimiques. Nous en parlerons plus tard.

Pour la description exacte d'une matière colorante, on donne son spectre d'absorption, car la seule indication de la couleur ne nous renseigne pas d'une façon complète sur l'absorption des rayons lumineux visibles à l'œil.

Des changements de constitution, même de très petits changements de composition, nous les reconnaissons au spectre.

La couleur d'une matière colorante est la couleur complémentaire de son absorption maximale.

La fuchsine est rouge, parce que les rayons verts sont le plus fortement absorbés. On dit alors que le maximum d'absorption est dans le vert.

En dessinant le spectre, on marque ainsi une bande d'absorption dans le vert :

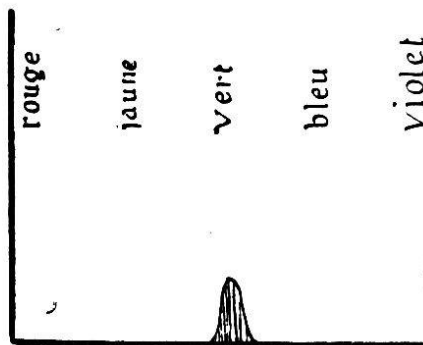


Fig. 1.

Le vert de malachite par contre a son maximum d'absorption dans le rouge :

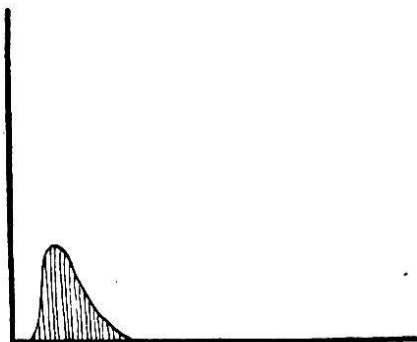


Fig. 2.

On montre aussi par cette façon de dessiner la bande qu'elle est moins nette du côté du jaune que du côté de l'extrême rouge.

On ne doit pas confondre avec la couleur ainsi définie la couleur de l'absorption minimale. En couches très épaisses, le vert de malachite, par exemple, apparaît rouge foncé, parce que l'absorption minimale se trouve à l'extrême rouge, tandis que toute la partie du spectre à droite de la grande bande d'absorption montre encore une certaine absorption. Nous pouvons donc, à vue d'œil, donner comme spectre approximatif du vert de malachite la courbe suivante :

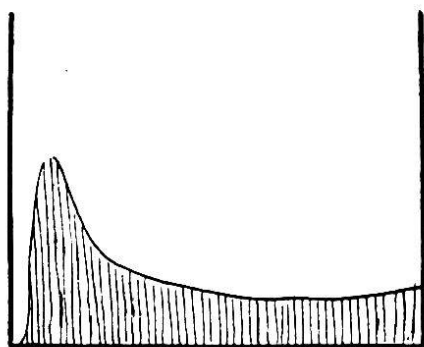


Fig 3.

Quiconque a eu l'occasion d'étudier le rapport entre la couleur et la constitution, aura souvent été frappé du manque d'exactitude avec lequel bien des auteurs décrivent la couleur d'un nouveau corps. Comme je n'aimerais manquer aucune occasion de ce genre, je me permettrai d'exprimer ici aussi à tous mes collègues le vœu que l'on indique d'une façon plus complète la couleur d'un corps. Si l'on ne donne pas un spectre exactement relevé au moyen du spectroscopie, on devrait au moins indiquer la couleur d'une solution diluée et plus ou moins concentrée. Si vous me dites, par exemple, que les couches les plus minces sont oranges, je saurai que le maximum d'absorption se trouve ici \* dans le bleu (voir fig. 4). Si vous me dites que les couches plus épaisses ou plus concentrées sont jaunes, j'en déduirai que l'absorption est encore relativement forte à droite du maximum, ce qui

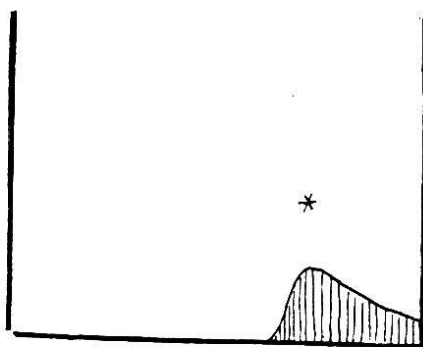


Fig. 4.

me donnera cette courbe. Si ensuite vous me dites qu'en couches très épaisses les solutions sont vertes, je saurai que le minimum se trouve dans le vert :

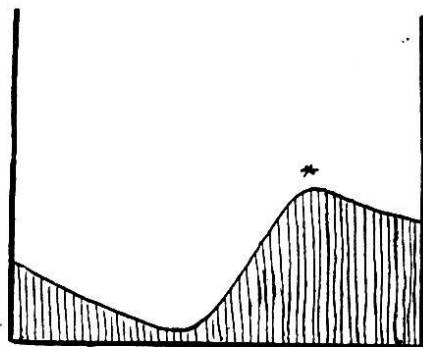


Fig. 5.

Voici donc un spectre d'absorption bien caractéristique établi d'après des indications très sommaires.

Il sera toujours précieux d'indiquer aussi le spectre invisible (l'ultra-violet et l'ultra-rouge).

N'exagérons toutefois pas l'importance du spectre invisible.

Le spectre *visible* est à priori intéressant. Le spectre invisible seulement, s'il peut nous donner des renseignements intéressants sur une matière colorante.

Le spectre ultra-violet de corps qui sont en rapport avec les matières colorantes, aura toujours une certaine valeur que le spectre ultra-rouge n'offre pas, car ce sont les bandes de l'ultra-violet qui — avec l'accroissement de la molécule — se déplacent et entrent dans le spectre

visible, formant ainsi la propriété caractéristique d'une matière colorante. Les bandes de l'ultra-rouge ne deviendront jamais visibles à notre œil, aussi ont-elles une tout autre cause que les premières.

Les physiciens admettent aujourd'hui que les bandes de l'ultra-violet et les bandes du spectre visible sont dues à des vibrations des corpuscules ou électrons, ces petites quantités de masse dont sont construits les atomes. Les bandes ordinaires de l'ultra-rouge sont dues à des vibrations des atomes eux-mêmes.

Dans l'extrême ultra-violet tous les corps absorbent. Avec l'augmentation du poids moléculaire les bandes *avancent*<sup>1</sup> vers le spectre visible et quand les composés chimiques commencent à montrer de la couleur, c'est que les bandes sont entrées dans le spectre visible. Jusqu'au rouge les bandes n'arrivent que rarement — ce sera chez les matières vertes — et ce sera une exception extrêmement rare, si une bande dépasse le rouge.

Les absorptions ordinaires dans l'ultra-rouge n'ont rien à faire avec ces bandes.

Ce sont justement nos dissolvants incolores, l'eau, l'alcool, l'acétone, qui ont une forte absorption dans l'ultra-rouge et même à la limite du rouge.

J'en viens à la question : « Quels sont les changements dans une molécule organique qui feront avancer les bandes d'absorption ? »

1° D'une façon tout à fait générale, l'accroissement de la molécule.

a) Déjà des corps incolores peuvent sans changement du caractère de leur molécule devenir colorés simplement par un agrandissement considérable de la molécule. (La tétraphénylbenzidine, par exemple, est jaune.)

---

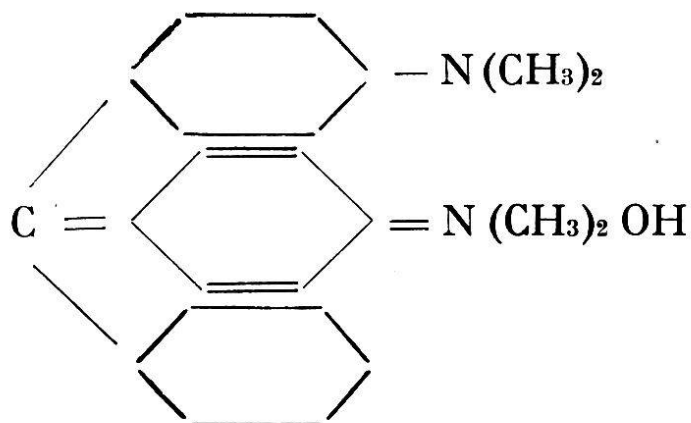
<sup>1</sup> En dessinant un spectre, on place toujours le violet à droite et le rouge à gauche. On dit qu'une bande *avance* quand elle se déplace de droite à gauche.



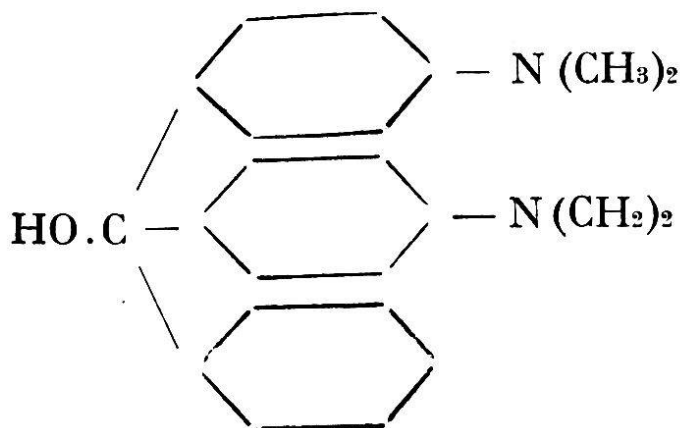
b) Si nous agrandissons la molécule d'une matière colorante, la couleur augmentera (parafuchsine et fuchsine).

c) Cet effet sera surtout grand si l'agrandissement de la molécule a lieu dans ses groupes caractéristiques (chromophores et aurochromes) (parafuchsine et bleu de Lyon. [Un recul des bandes, dû à un accroissement de la molécule, est très rare.]

2° Plus frappants encore seront les changements de couleur dus à un changement de constitution sans changement du poids moléculaire ou accompagné seulement d'un changement insignifiant de celui-ci.

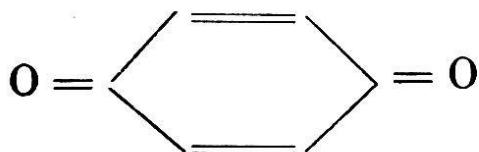


Ce corps est vert et se transforme très facilement en ce corps.



qui est incolore.

Le corps



est jaune et donne par réduction ce corps incolore



Avant d'entamer la seconde partie de mon compte-rendu et de vous parler des différentes théories émises dans ce domaine de la chimie, j'ai encore à traiter la question : « Quel sera le changement de couleur qui suivra le déplacement des bandes d'absorption à travers le spectre ? » Si une bande apparaît dans le violet, nous remarquerons, comme nous l'avons déjà dit, la couleur complémentaire : jaune. C'est le cas de l'acide picrique. Si la bande (ou le groupe de bandes) se déplace du côté du rouge, si elle « avance », nous observerons successivement les couleurs : orange, rouge, violet, bleu, vert. Chacune de ces couleurs est appelée plus *profonde* que la précédente et plus *élevée* que la suivante.

La plupart des matières colorantes vertes ont le spectre de la fig. 2. La première bande n'a pas encore atteint le bout du spectre et le commencement d'une seconde bande dans l'extrême violet est à peine visible.

Dans le spectre des matières colorantes de couleur plus profonde — nous n'en connaissons qu'un nombre très

restreint — la première bande arrive jusqu'à la limite du rouge visible. Il n'y a, par conséquent, plus d'absorption minimale dans l'extrême rouge : les couches les plus épaisses sont encore vertes. La seconde bande — l'octave de la première, pour employer une expression tirée de l'acoustique — est entrée en plein dans le spectre visible. Elle a son maximum dans le violet et elle est si forte que les couches minces seront d'un vert très jaunâtre, presque comme de l'acide picrique.

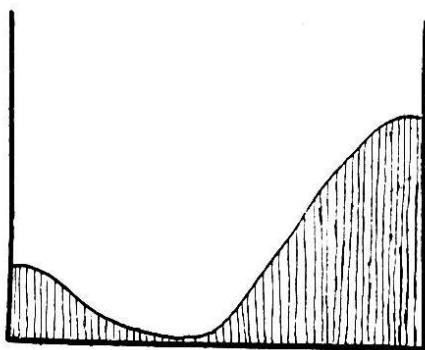


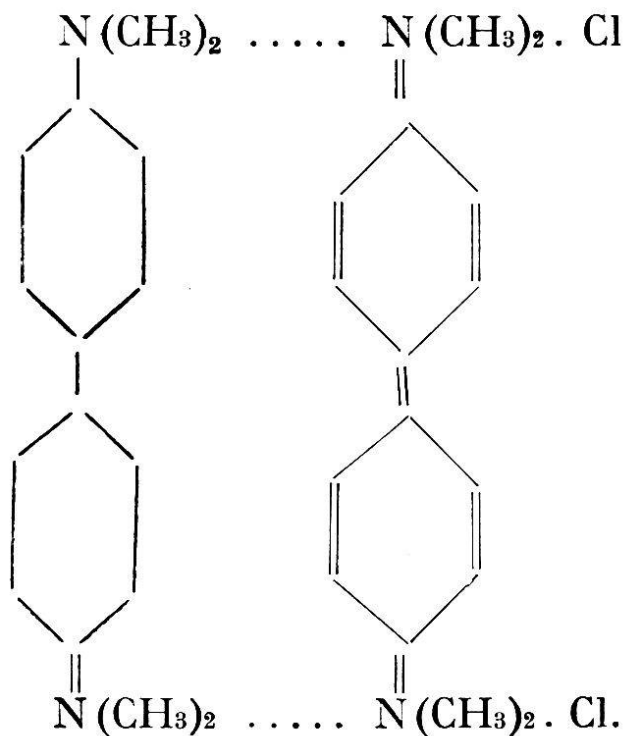
Fig. 6.

On ne connaissait jusqu'il y a quelques années aucune matière colorante d'une couleur plus profonde que ce vert jaunâtre, et je me suis posé le problème d'approfondir encore cette couleur, en construisant une molécule plus grande encore.

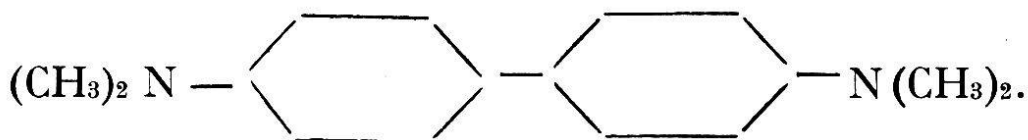
Peu de familles de matières colorantes se prêtaient à cette expérience, car, en général, les derniers membres de ces familles ont déjà une molécule si chargée qu'on ne saurait comment augmenter encore le poids moléculaire.

Il fallait aussi garder une certaine symétrie dans la molécule, car des molécules trop compliquées ont un spectre compliqué aussi et nous n'y observons que du brun ou du noir.

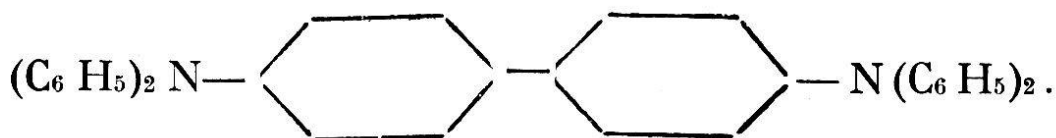
J'ai choisi ce vert jaunâtre :



le chlorure de métri-tétraméthylidiphénoquinonediimonium. Ce corps se prépare par oxydation de la tétraméthylbenzidine :

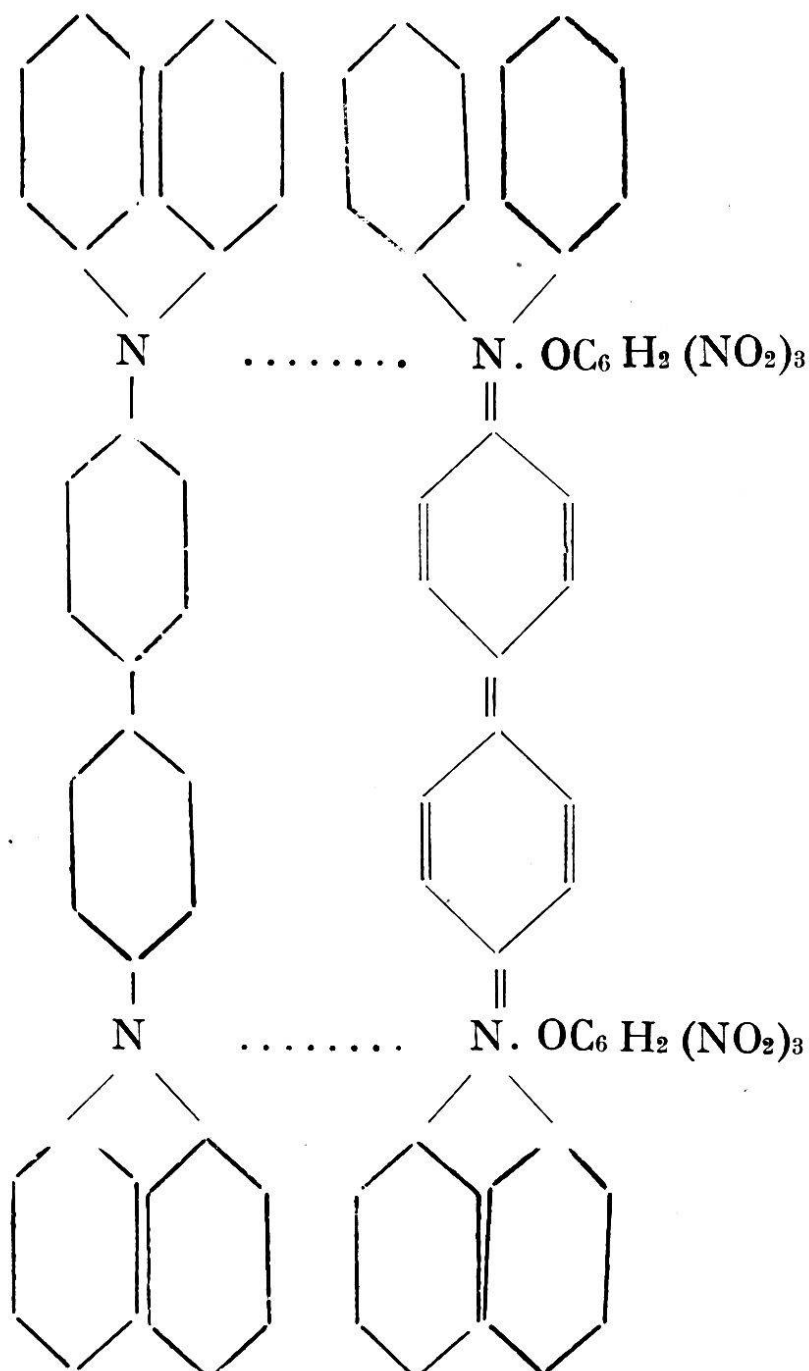


Je suis arrivé au résultat désiré en oxydant la tétraphénylbenzidine :



Ce corps et ses dérivés cristallisent mal, mais j'ai

trouvé moyen d'obtenir de jolis cristaux du picrate du corps oxydé, donc



le picrate de méri-tétraphényldiphenone diimmonium.

Ce nouveau corps, extrêmement régulier et symétrique comme construction, représente avec ces douze anneaux de benzène presque un record comme poids moléculaire de matière colorante.

Il est aussi plus profond de couleur que le vert jaunâtre précédent; il représente — passez-moi l'expression — un record universel comme profondeur de couleur. Seulement, la famille des méri-quinonediiimoniums ayant parcouru toute la gamme des couleurs depuis le premier jaune jusqu'au vert jaunâtre, nous voyons cette famille se préparer à parcourir une seconde fois cette même gamme et nous en sommes ici au jaune orangé. J'ai donné à la couleur de cette matière colorante le nom de *jaune de second ordre*. Cela rappelle un peu l'acoustique où les mêmes tons reviennent une octave plus haut, mais cela rappelle surtout les couleurs de second ordre que nous observons si nous chauffons une pièce d'acier ou de nikel. Ces couleurs de minces paillettes parcourent aussi la série: jaune, orange, rouge, violet, bleu, vert, vert-jaunâtre, puis elles recommencent la gamme: jaune, orange, etc.

J'arrive à la *seconde partie* de mon compte rendu et j'ai à traiter quelques théories qui ont été émises pour éclairer le rapport entre constitution et couleur.

La première théorie fondamentale nous a été donnée par *Graebe*, par *Liebermann* et par *Witt*.

Un composé incolore se transforme en une matière colorée par l'introduction de certains groupes, des groupes *chromophores*. Nous avons à citer ici les groupes  $\text{NO}$ ,  $-\text{N}=\text{N}-$  et suivant les conditions les groupes  $\text{C}=\text{NH}$ ,  $\text{C}=\text{O}$  et  $\text{NO}_2$ . Les composés ainsi formés, les *chromogènes*, ne seront toutefois que des corps de couleur peu intense et même une accumulation des chromophores dans le but d'approfondir la couleur n'aura pas beaucoup de succès.

Si par contre nous introduisons par substitution dans ces chromogènes les groupes  $\text{OH}$  ou  $\text{NH}_2$  nous obtiendrons des corps d'une couleur bien plus profonde et plus intense. C'est ici que nous rencontrerons les véritables

*matières colorantes*. L' $\text{NH}_2$  et l' $\text{OH}$  s'appellent des groupes *auxochromes*, parcequ'ils renforcent, ils aident d'une certaine façon les chromogènes. Les auxochromes se distinguent des chromophores par le fait qu'ils ne produisent à eux seuls aucune couleur.

Les chromophores sont toujours des groupes non saturés. Ils additionnent facilement de l'hydrogène et se transforment par ce fait en auxochromes.

Si grandes que soient les différences entre toutes nos matières colorantes, si grand que soit le nombre de classes auxquelles elles appartiennent, toutes possèdent la propriété caractéristique de se laisser réduire en corps incolores, en *leucobases* de matière colorante. Ces corps leucoïdes se forment en général simplement par addition de deux atomes d'hydrogène. Nous verrons plus tard que cette propriété des matières colorantes n'est point accidentelle, mais qu'elle est inséparablement liée à leur genre de corps non saturés.

Bien des matières colorantes sont caractérisées par une seconde réaction. Elles se laissent absorber par différentes substances: par le noir animal, la laine, la soie et souvent par le coton. Les matières colorantes teignent. D'après mon idée cette propriété aussi n'est point accidentelle, mais l'avidité avec laquelle les matières colorantes se fixent sur d'autres substances est en rapport avec le caractère éminemment non saturé de toutes les matières colorantes.

Une troisième propriété caractérise bien des matières colorées et colorantes: c'est la vitesse avec laquelle elles réagissent. Regardez par exemple nos agents oxydants inorganiques: le  $\text{H}_2\text{O}_2$ , le  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , le  $\text{KMnO}_4$ ; le premier est incolore: Les oxydations par l'eau oxygénée sont en général des réactions lentes. Souvent elles ne marchent qu'avec l'aide d'un catalysateur. Le bichromate de potasse, qui est rouge, réagit plus vite et le permanganate,

qui est non seulement violet intense, mais dont le spectre montre une série de bandes très nettes, est un agent d'oxydation des plus rapides. Les matières colorantes sont toutes des corps plus ou moins instables. Elles passent à la lumière. Dans cette réaction nous voyons même des nuances qui nous montrent l'influence du spectre sur le caractère (ou vice versa) de la matière organique: les colorants à spectre très net, ces couleurs vives telles que les rhodamines, les éosines, les fuchsines et les violets cristallisés, ne sont jamais des colorants stables au soleil, tandis que nos vieilles couleurs, l'indigo et l'alizarine et aussi l'indanthrène inspirent à tout le monde plus de confiance. Elles sont moins éclatantes, parce que le spectre a des bandes plus larges et moins prononcées, mais ces colorants-là sont aussi les plus stables; ils supportent bien mieux le soleil que les autres.

Une quatrième propriété enfin est caractéristique pour un certain nombre de colorants: ils se laissent oxyder en une matière faiblement colorée: la quinhydrone et ses dérivés donnent ainsi les quinones jaunes ou incolores et l'indigo donne le dihydroindigo simplement par élimination de deux atomes d'hydrogène. L'indanthrène aussi montre cette réaction.

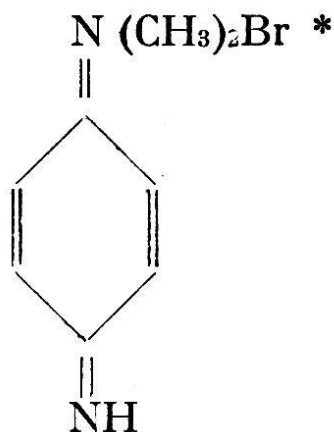
Ce phénomène est dû aux groupes auxochromes, qui se transforment par oxydation en groupes chromophores et les substances ne contenant plus d'auxochromes à côté des chromophores ne sont plus des matières colorantes.

D'une façon générale on a donné jusqu'il y a une dizaine d'années trop peu d'importance au rapport entre chromophores et auxochromes. Nous devons cette nouvelle connaissance à quelques observations de *Kehrmann* et surtout aux travaux fondamentaux de *Willstätter* et ses élèves.

Si l'on avait eu une idée tant soit peu juste sur l'im-

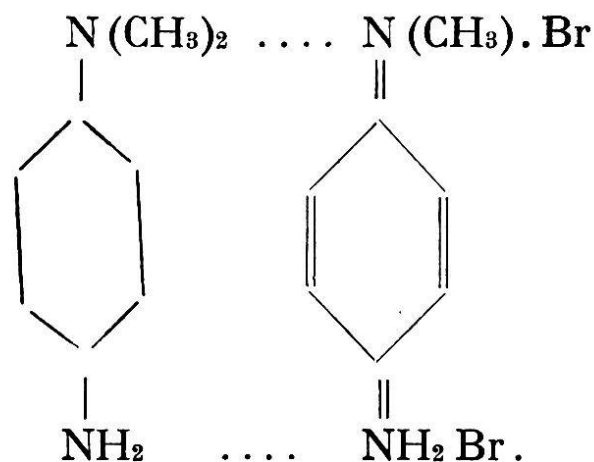


portance des groupes auxochromes, jamais on n'aurait donné, ~~jamais on n'aurait~~ conservé pendant trente ans à un corps aussi beau que le *rouge de Wurster* cette formule



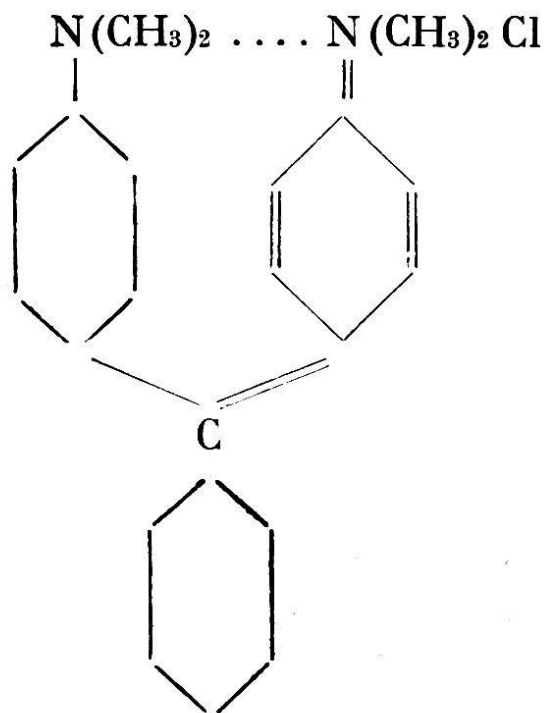
formule dans laquelle vous chercherez en vain un groupe auxochrome.

En collaboration avec M. *Willstätter*, nous avons établi que le rouge de *Wurster* n'a pas cette constitution, mais celle-ci :

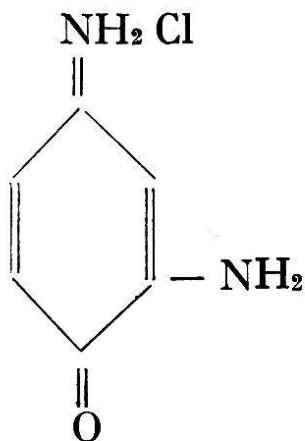


Nous nous sommes ensuite efforcés de préparer et d'isoler ce corps \*. Il est incolore. Pour montrer les solutions de ces deux corps, j'oxyde la leucobase, la diméthylphénylènediamine d'abord avec peu de brome — et voici le rouge de *Wurster*, que nous avons appelé méri-quinôïque — et ensuite avec une plus grande quantité de brome — et voici le dérivé incolore que nous avons appelé holo-quinôïque.

Ces observations furent le point de départ pour une nouvelle théorie des matières colorantes, spécialement des sels *Wurster* et des corps analogues comme les matières colorantes dérivées du triphénylméthane. Nous donnons par exemple au vert de malachite une formule parfaitement analogue à celle du rouge *Wurster* :



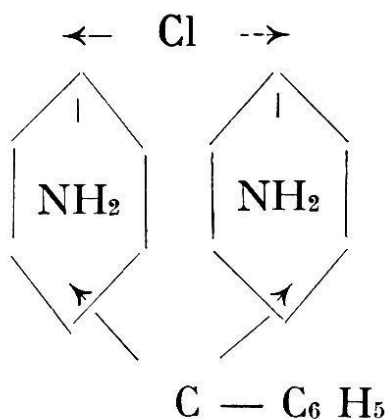
Vous voyez ici comme dans le rouge *Wurster* un anneau de benzène quinoïque et un anneau hydroquinoïque. C'est le cas pour une grande partie des matières colorantes. Mais ce n'est pas une nécessité absolue. Voici par exemple un corps sans anneau hydroquinoïque :



Sans être comparable à une véritable matière colorante, ce sel est pourtant rouge. Il suffit donc, pour la production d'une certaine couleur, qu'il y ait à côté d'un anneau quinoïque encore un groupe auxochrome. Pour de très grosses molécules nous n'avons même pas besoin de groupes auxochromes proprement dits : les dérivés N phénylés de la quinonediimine donnent des sels holoquinoïques rouges et — s'ils sont tétraphénylés — même bleus. Les dérivés phénylés de la diphénokinonediimine donnent des sels bleus et verts.

Ces derniers faits ne nous étaient pas encore connus lors de nos recherches sur le rouge de *Wurster*, et nous avons évidemment donné une trop grande importance à l'anneau hydroquinoïque : même l'anneau aromatique monosubstitué peut plus ou moins renforcer la couleur.

Peu de temps avant notre premier travail avait paru la théorie de *Baeyer*, qui attribuait la couleur de la fuchsine et de ses dérivés à une oscillation de l'état quinoïque d'un anneau de benzène à l'autre, ce que *Baeyer* exprimait avec cette formule pour le cas du violet du *Döbner* :



Il est bien naturel que nous ayons aussi mentionné cette théorie. Toutefois nous n'avons pas identifié notre théorie avec celle de *Baeyer*.

Nous ne pouvons en effet pas admettre qu'il y ait dans une molécule chimique une oscillation d'un atome

comparable à l'oscillation des rayons lumineux. Ce serait une réaction chimique, se produisant alternativement dans les deux directions et qui serait synchronique à certaines vibrations du rayon lumineux. Or nous ne pouvons pas admettre qu'une réaction chimique se fasse en un 600 000 000 000 000<sup>me</sup> de seconde. S'il y a vibration dans une molécule, ce ne sera jamais un va-et-vient d'un atome, qui se laisserait interpréter comme réaction chimique, car le mouvement doit être infiniment plus rapide. Ce mouvement est sans doute plus petit quant au chemin parcouru et à la masse mobile (électron ?).

J'ai à vous parler ici d'une expérience très frappante de *Luther* : si l'on fait entrer un rayon lumineux dans un liquide contenant une suspension de charbon, la température de ce liquide monte d'une façon constante aussi longtemps que le rayon y entre. Si par contre on fait entrer le rayon lumineux dans une solution d'une matière colorante, l'augmentation de la température ne commence pas immédiatement et — une fois le rayon arrêté — cette augmentation dure encore quelques secondes. Pendant ces quelques secondes la matière colorante rend donc une certaine quantité d'énergie qu'elle avait absorbée. Le colorant était donc dans un autre état — la photophase —. On admet souvent que dans cet état plus riche en énergie le colorant vibre intérieurement. Mais je répète : cette vibration n'est pas d'espèce à être représentée par une formule chimique.

La théorie de *Baeyer* — qu'il n'a d'ailleurs lui-même pas soutenue bien longtemps — avait quelque chose d'autant plus attrayant que bien des matières colorantes, organiques comme inorganiques, ont un atome ou un groupe d'atomes dans deux valences différentes, comme c'est le cas dans ces molécules :

S.  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{W}_2\text{O}_7$ ,  $\text{W}_2\text{O}_9$ ,  $\text{Mo}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Mo}_2\text{O}_9$ , quinhydrone, fuchsine, rouge *Wurster*.

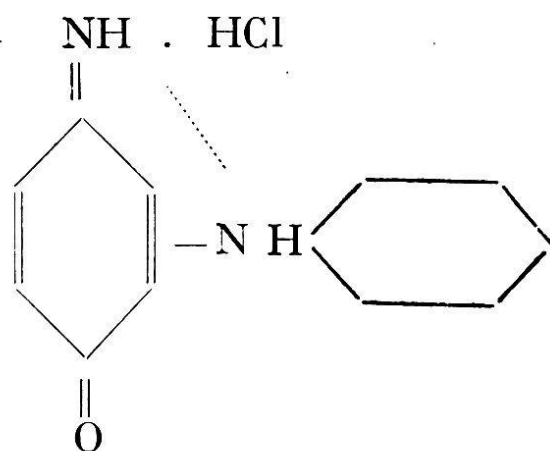
Cette relation n'est pas un hasard.

La possibilité d'oscillation n'est pas l'origine de la couleur, mais cette possibilité hypothétique d'oscillation et la couleur ont une *cause commune*.

Cette cause commune — je la citerai tout à l'heure — n'est à vrai dire pas encore une explication de la couleur. Nous n'en sommes pas encore là. Cette cause commune n'est que l'instigation à ce que la molécule entre dans cet état mystérieux où elle se comporte d'une façon sélective vis-à-vis des différents rayons lumineux.

Pour arriver à connaître la cause commune nous n'avons qu'à prolonger la série de matières colorantes ci-devant citée :

Fe SO<sub>4</sub>.... NO, amidon...iode, quinone.... Sn Cl<sub>4</sub>, chloranile... aniline, quinhydrone à hydrocarbures, aminoquinoneimine phenylique.



Ici aussi nous avons une certaine opposition entre les deux composantes de matières à forte couleur, mais d'un mouvement de va-et-vient d'un H ou d'un Cl, il n'en peut plus être question.

Dans tous mes exemples, la cause de l'état mystérieux provoquant la couleur — c'est la combinaison lâche de deux composantes.

Les composantes sont — indépendamment de la ques-

tion, si elles sont comme dans les véritables matières colorantes déjà reliées chimiquement d'une façon indirecte—directement reliées l'une à l'autre par les valences partielles ou accessoires.

C'est là la quintessence indubitablement juste de la théorie de *Willstätter*.

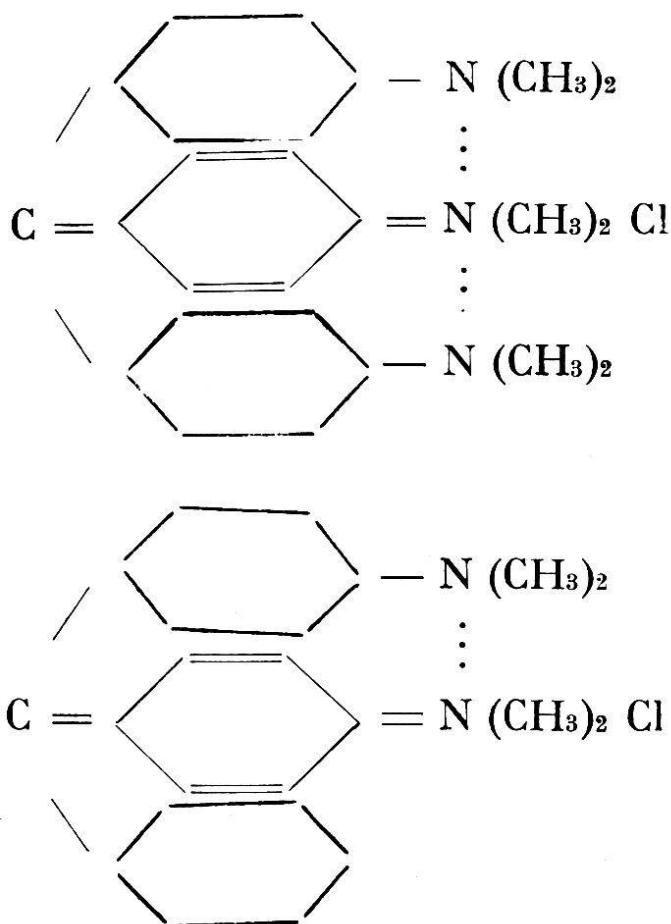
D'une façon tout à fait générale nous pouvons dire actuellement :

Le prototype d'une matière colorante est le produit d'addition de deux molécules incolores ou à faible couleur. Ces produits d'addition ne sont pas formés par des valences chimiques ordinaires, mais ce sont les valences partielles ou accessoires qui entrent en jeu. Ces deux molécules se séparent très facilement; je n'ai qu'à chauffer cette suspension bleue de iode-amidon pour désunir la combinaison bleue. Vous observez une décoloration parfaite, et quand le liquide sera refroidi vous remarquerez de nouveau la belle coloration bleue. Dans certains cas cette séparation, qui est une dissociation réversible, se produit déjà simplement quand on dilue la solution colorée. Je n'ai qu'à diluer avec un peu plus de benzène la solution benzénique violette de chloranile-aniline pour la décolorer entièrement. On peut aussi souvent démontrer la fonction de la valence accessoire en la saturant avec un autre corps chimique. Nous observons alors une décoloration comme si le groupe d'où partait la valence accessoire n'existait plus :

Tandis que les leucobases, qui sont hydroquinoïques, et les holo-quinoïques fixent facilement avec chacun de leurs atomes d'azote une molécule d'acide chlorhydrique, les matières colorantes méri-quinoïques ne le font pas, parce que la valence qui devrait retenir l'acide est déjà réunie (comme valence méri-quinoïque) avec le groupe chromophore. Si avec une plus grande concentration d'acide on force tous les atomes d'azote à s'y réunir, la

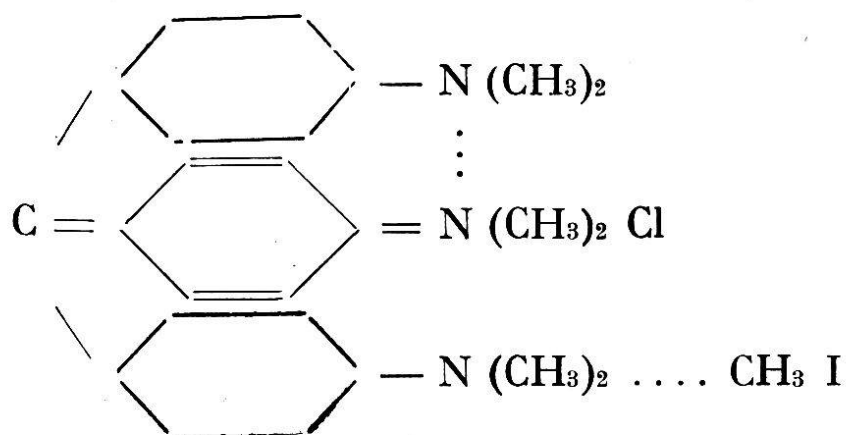
valence méri-quinôïque est dissoute et vous voyez ici que si j'ajoute de l'acide chlorhydrique à cette solution de rouge *Wurster*, il y a décoloration comme si les groupes auxochromes n'existaient pas. Si au lieu du rouge de *Wurster* nous prenons un autre sel méri-quinôïque, par exemple un sel du méri-tetraméthylediphénoquinone-diimonium, dont la composante holo-quinôïque n'est pas incolore comme ici, nous voyons après l'addition d'un excès d'acide apparaître la couleur jaune orange de la composante holo-quinôïque, comme si la composante hydroquinôïque était sortie de la solution.

Le iodure de méthyle agit de la même façon que l'acide:



le premier de ces corps, c'est le violet cristallisé, le second le vert de malachite. Nous pouvons transformer le violet cristallisé en un corps de même couleur que le

vert de malachite en ajoutant un excès d'acide ou en combinant l'un des azotes avec du iodure de méthyle. Nous avons alors ce corps :



une substance cristallisée bien connue sous le nom de vert iodé.

Mesdames et Messieurs,

J'aurais encore à vous parler de la théorie de *Werner*, qui se rapporte spécialement aux matières colorantes à mordant. Comme l'heure est assez avancée, je préfère terminer mon rapport déjà ici. Je puis d'autant plus le faire qu'il n'y a aucune opposition entre la théorie de *Werner* et celle de *Willstätter*.



