



Prédire les couleurs plasmoniques pour créer des pigments colorés inattendus

Les nanoparticules d'or sont bien connues pour leur couleur rouge rubis. Les chercheurs savent depuis longtemps que cette coloration est due au phénomène de résonance de plasmon. Mais cette dernière suscite des questions qui dépassent le cercle scientifique et ouvre à des applications liées à l'industrie de la couleur. Par exemple, peut-on utiliser ces nanoparticules comme des pigments ordinaires pour créer des encres ? Ou encore, quelle gamme de couleurs peut-on produire à partir de nanoparticules d'or ? Des chercheurs de l'équipe Physico-chimie et dynamique des surfaces de l'INSP démontrent comment « calculer » la couleur des nanoparticules et ils mettent en lumière le phénomène de bichromatisme.

Dans cette étude, menée dans le cadre du projet Bichromatics (<https://bichromatics.com>), William Watkins, Yoann Prado et Olivier Pluchery ont réalisé une comparaison systématique des couleurs mesurées et calculées pour des échantillons de nanoparticules d'or. Ils ont préparé douze échantillons de nanoparticules en solution aqueuse avec des diamètres croissants de 16 à 108 nm. Pour chaque solution, ils ont mesuré les spectres de transmission et de réflexion diffuse. En se basant sur la théorie de Mie de la diffusion, ils ont également simulé ces mêmes spectres. L'accord est tout à fait remarquable.

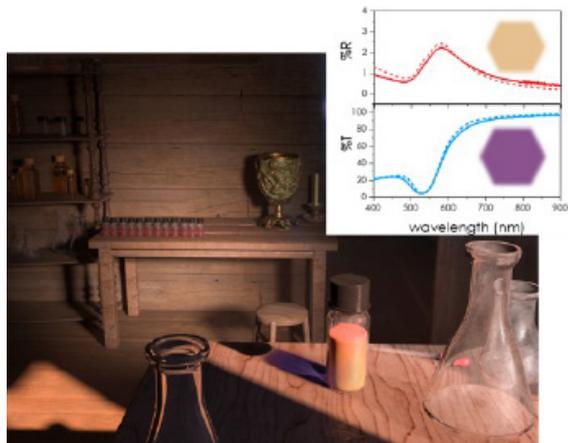


Figure 1

Représentation imaginaire d'un laboratoire d'alchimiste. Au premier plan, on peut voir une fiole contenant des pigments plasmoniques bichromatiques. En arrière-plan, on aperçoit la coupe de Lycurgue, ainsi que les 12 fioles de nanoparticules d'or utilisées dans la présente étude. L'encart montre les spectres de réflexion diffuse (en haut) et de transmission (en bas) de la solution contenant des nanoparticules de 85 nm. Les pastilles hexagonales colorées renseignent sur la couleur calculée.

Les résultats montrent que les nanoparticules d'or de diamètre entre 16 et 50 nm sont translucides et de couleurs rouges (voir Figure 2-a) ; elles présentent très peu de diffusion (voir Figure 2-b). Pour les diamètres supérieurs à 50 nm, les phénomènes de diffusion deviennent importants et les solutions présentent alors une couleur orange/saumon en réflexion. Ainsi, si l'on considère les nanoparticules de 108 nm, elles apparaissent mauves en transmission, et oranges en réflexion/diffusion. Ce matériau pouvant apparaître avec deux couleurs distinctes est dit bichromatique. Dans cette étude, nous avons poussé l'analyse plus loin en calculant les couleurs dans le diagramme des couleurs CIE, communément utilisé par les ingénieurs coloristes. Nous avons montré que les nanoparticules d'or sphériques peuvent présenter un bel effet bichromatique lorsque leur diamètre est compris entre 70 à 90 nm.

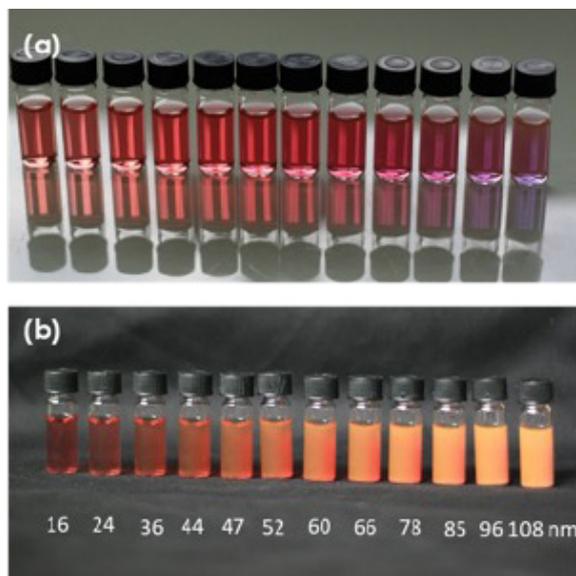


Figure 2
 Photographies des douze échantillons de cette étude (a) en transmission et (b) en réflexion. Les fioles contiennent des nanoparticules d'or sphériques en suspension dans de l'eau. Leur diamètre croît de 16 nm à 108 nm comme indiqué sur la figure.

Ces résultats ont mené à la création d'un logiciel de prédiction des couleurs plasmoniques qui est accessible en ligne sur <https://bichromatics.com/calculator/>

Cette étude établit fermement la méthode de calcul de couleur pour des solutions de nanoparticules d'or sphériques et permet de valider le logiciel pour y parvenir. Ce travail confirme que ces solutions sont essentiellement rouges ou violettes en transmission pour tous les diamètres de nanoparticules. Il est maintenant possible de développer cette approche et de l'appliquer à d'autres formes de nanoparticules d'or ou à d'autres métaux (argent, cuivre) pour changer la gamme de couleur. Cela permet d'envisager ces particules plasmoniques comme de véritables pigments pour créer des effets colorés inattendus.

Ce résultat fait la couverture du *Journal of Materials Chemistry C* :



Référence

"A complete explanation of the plasmonic colours of gold nanoparticles and of the bichromatic effect"

Pluchery, O; Prado, Y; Watkins, W

JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY C 2023, 11, 15824-15832

<https://doi.org/10.1039/D3TC02669H>

Contact

Olivier Pluchery : olivier.pluchery@insp.jussieu.fr