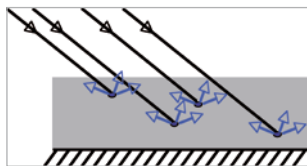


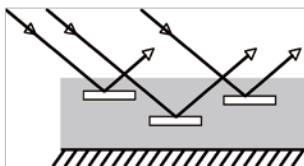
Introduction

Peintures métallisées

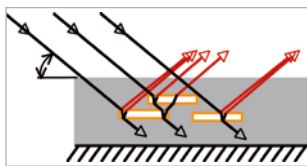
Aujourd'hui, les effets donnés aux finitions jouent un rôle prépondérant dans de nombreuses applications, car ils rendent un objet nettement différent. Par opposition aux couleurs unies conventionnelles, les effets de finition changent d'apparence selon l'angle d'observation et les conditions d'éclairage. Les finitions à effets ont non seulement une luminosité variable selon l'angle d'observation, mais aussi un changement de chroma et de teinte. Les derniers développements portent sur les pigments à effets spéciaux, qui créent des effets de pétilllement quand les conditions d'éclairage passent d'une lumière de type «jour ensoleillé» à une lumière de type «jour nuageux».



Pigments absorbants



Pigments métalliques

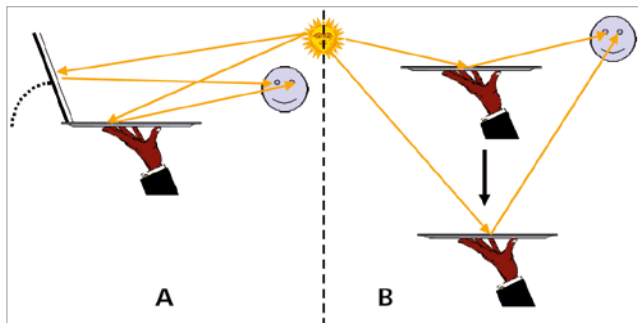


Pigments d'interférence

avec l'autorisation de Merck

Evaluation visuelle des pigments à effets

Comme les finitions métallisées ont une luminosité qui varie selon les angles d'observation, l'échantillon doit être incliné de manière à créer le même effet durant son évaluation visuelle. Cet effet est aussi appelé «light-dark-flop». Plus la luminosité change selon les angles d'observation, plus les contours d'un objet seront accentués. Pour observer le voyage de la couleur (color travel) des finitions d'interférence, le panneau test doit être orienté de manière à permettre d'augmenter ou diminuer l'angle de la source lumineuse.



Evaluation visuelle des finitions métallisées traditionnelles

Evaluation visuelle de peintures à effets avec "color flop"

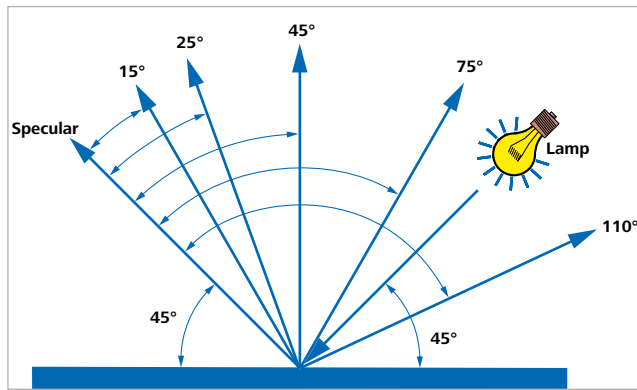
avec l'autorisation de Merck

COULEUR MÉTALLISÉE

Instrument de mesure colorimétrique des peintures à effets

Mesure multi-angle des couleurs

Les normes ASTM, DIN et ISO définissent le mesurage multi-angle de la couleur pour décrire de manière objective la couleur des finitions métallisées. Les études montrent qu'un minimum de 3 angles de vue (et idéalement 5) est nécessaire. La géométrie de mesure pour les multi-angles est spécifiée par des angles aspéculeux. L'angle aspéculeux est l'angle de vue mesuré à partir de la direction spéculaire dans le plan illuminé. L'angle est positif quand il est mesuré de la direction spéculaire vers la direction normale. L'angle est négatif quand il est mesuré de la direction spéculaire vers la direction normale.



L'illumination directionnelle est utilisée par opposition à l'illumination circulaire car cette dernière minimise la contribution des effets directionnels, tels que l'effet store vénitien et les irrégularités de surface.

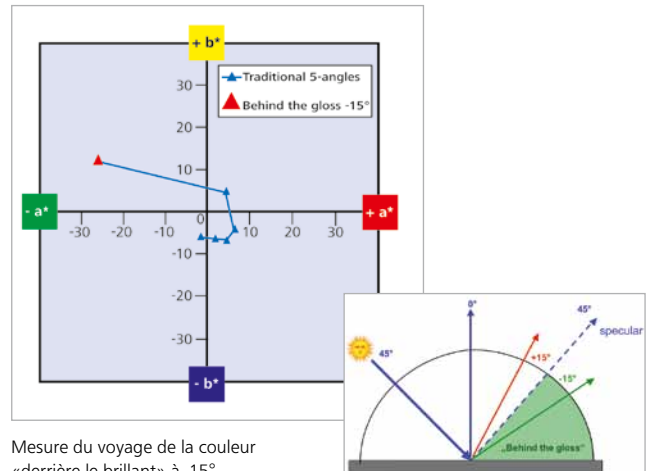
Ainsi, une moyenne d'illumination circulaire donnerait des valeurs colorimétriques identiques pour deux échantillons qui seraient visuellement différents. Pour les contrôles qualité des couleurs, les données colorimétriques L^* , a^* , b^* (ou L^* , C^* , h°) et ΔE^* peuvent être utilisées. Les tolérances sont généralement plus élevées près de l'angle spéculaire (15°, 25°) et de l'angle de flop (75°, 110°) que de l'angle de 45°. De façon à avoir un paramètre de tolérance unique indépendant de la couleur, des facteurs de pondération doivent être utilisés. C'est pourquoi les constructeurs automobiles ont souvent défini des spécifications en ΔE CMC ou en $\Delta E'$ basées sur la norme DIN 6175-2 utilisant un instrument 3 ou 5 angles. Un autre indice très utilisé est l'indice flop: mesure du changement de luminosité d'une couleur métallisée quand elle est inclinée sous l'ensemble des angles de vue.

Ces dernières années, une nouvelle génération de pigments à effets est devenue de plus en plus populaire. Pour certains de ces pigments, la couleur «voyage» au travers d'une large palette.



Pigments à effets spéciaux voyageant au travers de plusieurs quarts de cercle

De façon à capturer complètement le voyage de la couleur de ces pigments d'interférence, il est nécessaire de rajouter des angles de vue et d'illumination. Pour que la procédure soit utilisable dans l'industrie avec un appareil portable, il a été déterminé qu'un angle supplémentaire derrière le brillant (par ex. -15°) était avantageux.



Mesure du voyage de la couleur «derrière le brillant» à -15°

Caractérisation des paillettes

En plus du changement de couleur, notre perception totale est également influencée par les effets des paillettes métalliques ou des pigments spéciaux (ex: Xirallics). Ces effets changent selon la lumière, par exemple lumière directe du soleil contre ciel nuageux.



Soleil direct



Ciel nuageux

Sparkle (pétitement)

Une impression de pétitement ou de scintillement peut être observée sous la lumière directe du soleil. Cet effet est souvent décrit par des mots différents tels que pétitement, micro-brillance ou scintillement, et il est généré par la réflexion de chaque pigment à effets. Il est donc influencé par:

- le type de paillettes et leur taille
- le niveau de concentration des pigments à effets
- l'orientation des pigments à effets
- la méthode d'application

La perception du pétitement varie selon l'angle d'illumination.

Graininess (Grain)

Outre l'effet de pétitement sous lumière directe du soleil, un autre effet peut être observé sous des conditions de ciel nuageux, effet décrit comme une texture optique ou apparence poivre et sel. Ce grain visuel peut être influencé par le diamètre des paillettes ou leur orientation, qui donnent un résultat non-uniforme et irrégulier. L'angle d'observation a peu d'influence pour l'évaluation du grain.

Colorimétrie multi-angle et mesure des effets avec le BYK-mac

La mesure traditionnelle de la couleur sous 5 angles donne les valeurs colorimétriques en calculant la moyenne de la réflexion spectrale sur l'illumination complète d'un point, et ne peut donc pas faire la différence entre la couleur de la base et la réflexion des paillettes d'aluminium. Par conséquent, deux effets de finition peuvent avoir des valeurs colorimétriques identiques lorsqu'ils sont mesurés avec un spectrophomètre 5 angles, mais être visuellement très différents. La différence est liée aux effets des paillettes.

Echantillon 1



Echantillon 2



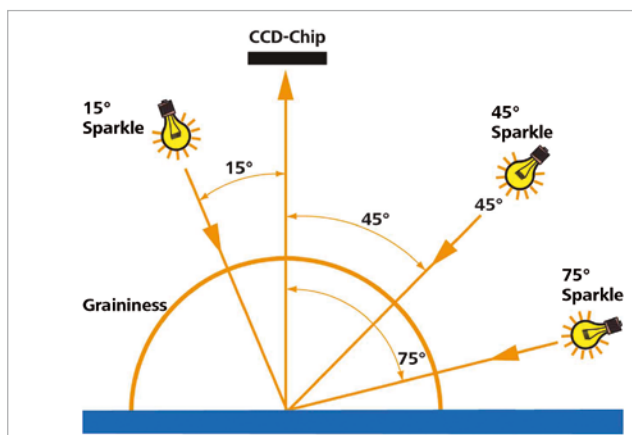
Même couleur mais visuellement différents

	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
-15°	-0.35	0.25	0.42
15°	0.16	0.19	0.43
25°	-0.65	0.20	0.48
45°	-0.10	0.05	0.00
75°	0.46	-0.11	-0.60
110°	0.69	-0.11	-0.89

	Δ Sparkle	Δ Grain
15°	7.85	
45°	4.17	
75°	1.48	
Diffus		3.81

Le BYK-mac mesure objectivement l'impression totale de couleur afin de caractériser les finitions à effets sous différents angles de vue et différentes conditions d'illumination:

- La mesure multi-angle (6 angles) de la couleur définit clairement les comportements "light dark" et "color-flop" des finitions à effets.
- Le contrôle du pétitement et du graininess (grain) avec une caméra CCD haute résolution simule les changements d'effets sous des conditions de lumière directe et diffuse.



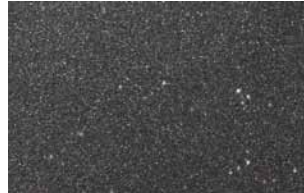
Géométries de mesure du BYK-mac pour les effets

Mesure du pétilllement (sparkle) sous illumination directe et sous trois angles

La perception du pétilllement change selon l'angle d'illumination. C'est pourquoi le spectrophotomètre BYK-mac illumine l'échantillon sous trois angles différents 15°/45°/75° avec des LEDs très puissantes et prend une photo à l'aide d'une caméra CCD située perpendiculairement.

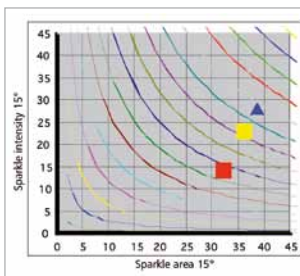


Faible pétilllement



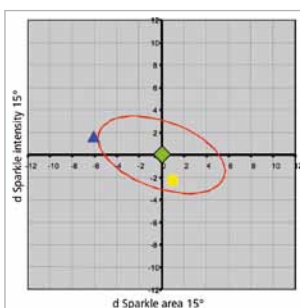
Pétilllement élevé

Les photos sont analysées par des algorithmes d'analyse d'image utilisant l'histogramme des niveaux de lumière comme base de calcul des paramètres de pétilllement. Pour une meilleure différenciation, la perception du pétilllement est détaillée dans un système en 2 dimensions: sparkle area et sparkle intensity pour chaque angle.



Pour simplifier, sparkle area et intensité sont résumées en une seule valeur: le sparkle grade. Le sparkle grade est représenté par les lignes de couleur sur le diagramme.

L'évaluation du sparkle se fait en comparant un échantillon à un standard défini – comme pour les mesures de couleur. C'est pourquoi les données de sparkle sont affichées dans un graphique en différence.

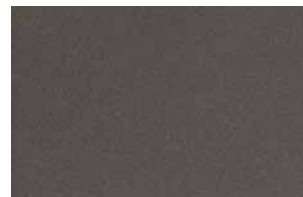


Pour définir des limites visuellement acceptables, un nouveau modèle de tolérance de sparkle a été développé avec différents partenaires de l'industrie automobile, des pigments et de la peinture. Comme fil conducteur, des équations de couleur totales pondérées ont été utilisées et ont permis d'arriver à un modèle de tolérance elliptique.

La perception de l'œil humain est moins critique pour un changement sur un même grade que d'un grade à l'autre. C'est pourquoi l'axe le plus long de l'ellipse se trouve vers la ligne de grade de sparkle. Pour utiliser ce modèle en mode Pass/Fail pour des lots de peintures ou en contrôle qualité, la différence totale entre l'échantillon et le standard est calculée: $\Delta\text{Sparkle}$.

Mesure du grain sous illumination diffuse

Le grain ou Graininess est évalué en prenant une photo avec la caméra CCD sous une illumination diffuse, créée par un hémisphère doté d'un revêtement blanc. La photo est analysée en utilisant l'histogramme des niveaux de lumière dans lequel l'uniformité des zones claires et sombres est résumée en une seule valeur de grain.



Faible grain

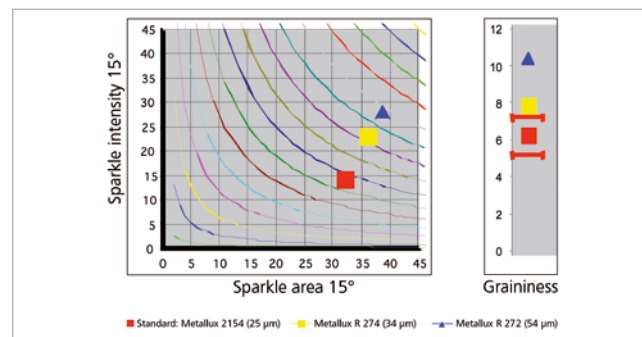


Gros grain

Une valeur de grain de zéro correspond à une couleur unie (sans effets), et plus la valeur de grain est élevée, plus l'échantillon paraîtra grainé, texturé sous une illumination diffuse.

Influence de la taille des paillettes sur le sparkle et le grain

Les données de sparkle et de grain donnent une information sur la taille des paillettes et sur les niveaux de concentration. L'échantillon ci-dessous montre une finition silver avec trois paillettes différentes (25 μm - 34 μm - 54 μm). Visuellement, la finition silver avec les pigments aluminium les plus gros donne un effet sparkle plus fort sous une illumination directe, et on perçoit plus de grain sous une illumination diffuse.



Les mesures du BYK-mac sont en accord avec la perception visuelle: sparkle area, sparkle intensity et grain augmentent avec la taille des paillettes.

Influence de l'orientation des paillettes sur l'impression totale de couleur

En plus du type de paillettes et de leur niveau de concentration, la comparaison de sparkle area à 15° et 75° renseigne sur l'orientation des paillettes.

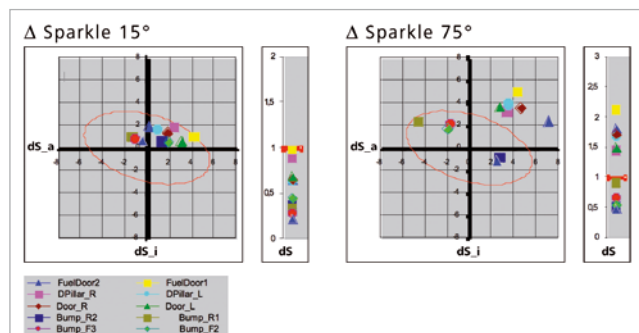
Différentes méthodes d'application

Pour améliorer le rendement des peintures, l'application des base-coats est remplacée par une application 100% électrostatique. Les finitions métallisées contenant des grosses paillettes d'aluminium vont avoir plus de paillettes orientées de manière non parallèle. Ceci donnera un flop clair / sombre moins élevé et plus de pétilllement à un angle d'illumination faible. Dans l'exemple suivant, le basecoat d'une carrosserie automobile a été appliqué à 100% électro-statiquement et les pare-chocs ont été peints avec une application bell / pneumatique. La différence globale en ΔE DIN était acceptable.

	ΔE DIN avg.
FuelDoor2	0.59
FuelDoor1	0.88
DPillar_R	0.63
DPillar_L	0.56
Door_R	0.53
Door_L	0.62
Bumper_R2	0.56
Bumper_R1	0.40
Bumper_F3	0.89
Bumper_F1	0.87
Bumper_F2	0.90

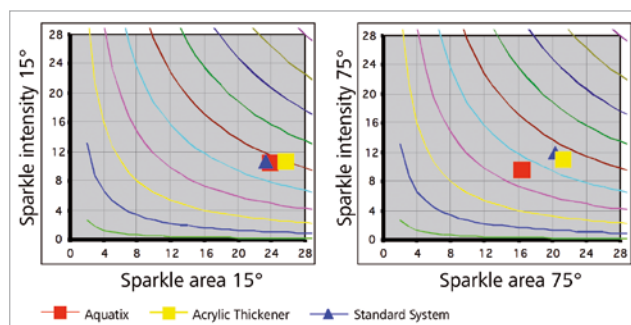
ΔE DIN est en-dessous de 1 pour tous les points de mesure

Cependant, visuellement, la carrosserie pétille bien plus que les pare-chocs. Les mesures du BYK-mac reflètent la perception visuelle de manière claire dans les données de sparkle à 75°. Le sparkle à 75° évalue les paillettes aluminium qui sont orientées de manière non parallèle, les différences principales se retrouvent donc dans l'augmentation des valeurs de sparkle area.



Influence des additifs de rhéologie

L'orientation des paillettes peut être aussi influencée par la formulation des peintures, par exemple les additifs de rhéologie. Comme les fines paillettes d'aluminium ont plus de bords, ce qui implique une dispersion plus large de la lumière, l'orientation est plus importante pour les pigments plus gros. L'utilisation d'un additif de rhéologie optimal permettra un meilleur flop clair / sombre et moins de sparkling (pétilllement) dans les angles les plus faibles. Dans l'exemple suivant, une formulation base aqueuse est évaluée en utilisant 3 additifs de rhéologie différents: un additif standard, un épaississant acrylique et l'additif BYK-Chemie wax AQUATIX®. Visuellement, les trois panneaux semblent identiques sous illumination directe sous un angle élevé, mais comparés sous un angle plus faible, la formulation utilisant l'additif BYK-Chemie wax pétille moins.



Les données mesurées avec le BYK-mac sont corrélées à la perception visuelle. Le sparkle area pour le système avec l'additif wax est plus faible à 75° que pour les 2 autres systèmes. Comme le sparkle 75° évalue les paillettes qui ne sont pas orientées en parallèle, cela montre clairement qu'utiliser l'additif BYK-Chemie wax AQUATIX® permet d'améliorer l'orientation des paillettes aluminium.



Le BYK-mac mesure la perception totale des couleurs.

Info!

Pour plus d'information sur l'évaluation visuelle des finitions à effets, voir byko-spectra effect page 127