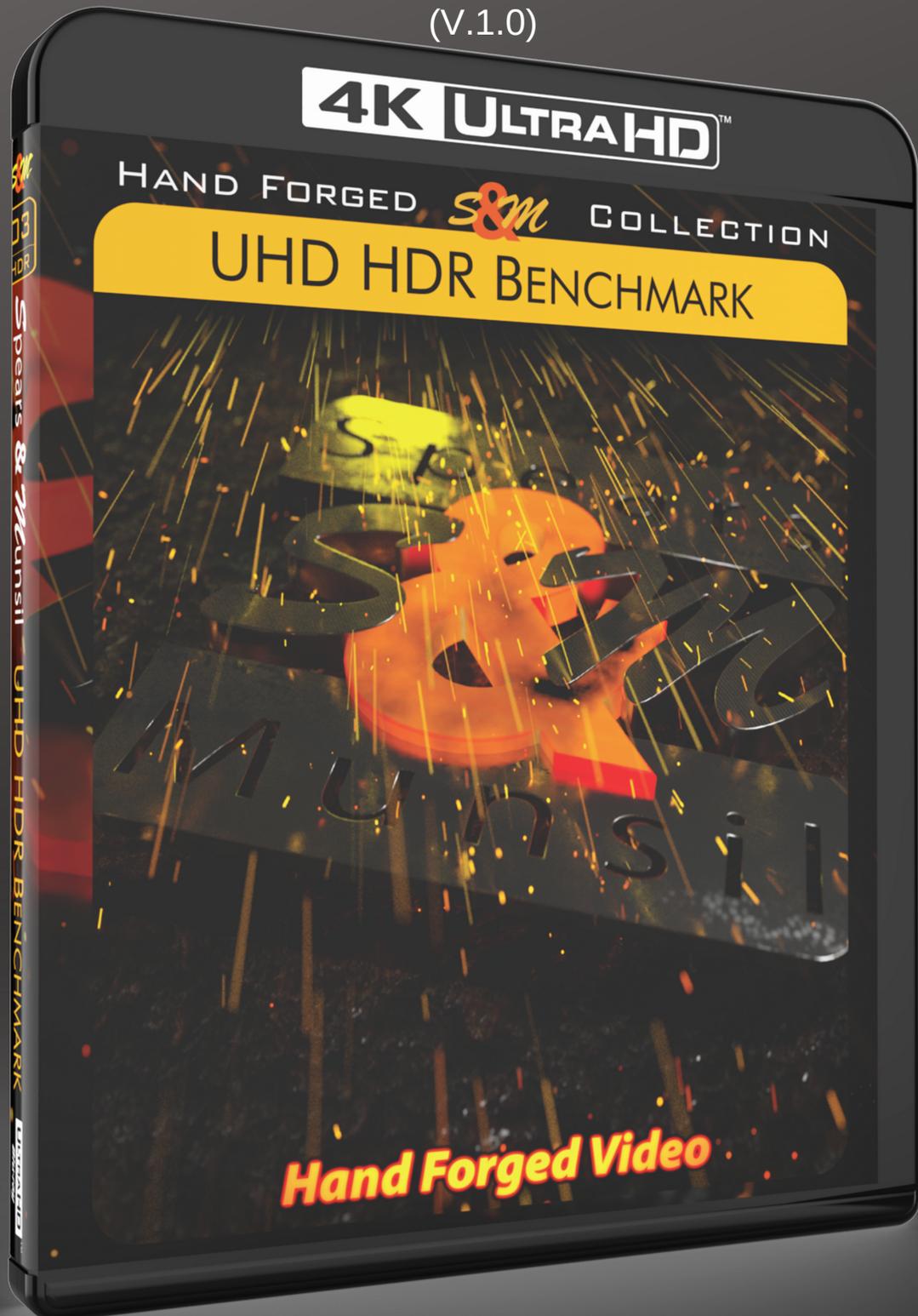


# Guide "Espace des couleurs"

(V.1.0)



Pour utilisation avec le disque  
UHD HDR Benchmark Spears & Munsil

# Guide pour choisir le bon espace des couleurs sur son écran UHD HDR et son lecteur UHD

(v.1.0)

## Préambule

Pour gagner en efficacité de compression, en vidéo numérique, les couleurs sont encodées avec une résolution moindre par rapport au signal noir et blanc dit de luminance, lequel nourrit la définition perçue de l'image. En diffusion TV, streaming et sur disque vidéo, ce ratio est de 1 à 4 (encodage dit 4:2:0). Concrètement, sur 4 pixels de l'image finale, seul un est accompagné d'une véritable information de couleurs. Mais comme les écrans travaillent avec des sous-pixels RVB, pour chaque point de l'image source, l'information de couleur correspondante est indispensable. Par conséquent, quelque part dans la chaîne vidéo entre le disque et l'écran, une reconstitution des couleurs est faite, pour aboutir à 100 % de pixels RVB.

Néanmoins, toutes les solutions de reconstruction (on parle d'interpolation) de l'espace des couleurs original ne se valent pas. Du crénelage pourra être visible sur les contours typiquement, en lieu et place d'un beau lissé.

Avec le disque **UHD HDR Benchmark Spears & Munsill**, vous avez la possibilité, d'abord, de vérifier si cette conversion de l'espace des couleurs est bien faite, mais surtout, de choisir en connaissance de cause qui, entre le lecteur, ou l'écran, est le plus compétent pour faire cette conversion. Sans changer de matériel, mais juste avec des vérifications à faire avec le disque expliquées dans ce guide, vous avez la possibilité d'optimiser la précision du rendu couleurs de votre installation.

## Préparation

Effectuez au préalable l'étalonnage de votre écran en HDR ou SDR conformément au guide d'utilisation.

Pour rappel (entre parenthèses, le nom des mires et leur emplacement sur le disque) :

- Contraste initial (Video Setup->Contrast)
- Luminosité (Video Setup ->Brightness)
- Couleur (Video Setup ->Color And Tint)
- Teinte (Video Setup ->Color And Tint)
- Révérer le contraste (Video Setup ->Contrast)
- Netteté (Video Setup ->Sharpness)
- Température de couleur (Video Setup ->Color Temp)

**Imprimez également le formulaire de notation de la dernière page.**

Inscrivez-vous gratuitement sur le site [www.disque-hdr.com](http://www.disque-hdr.com) pour recevoir ces guides avancés, et être informé des mises à jour et révisions de celui-ci.

## Pourquoi choisir l'espace des couleurs ?

De nombreux lecteurs Ultra HD Blu-ray proposent parmi leurs réglages une gamme d'espaces de couleurs, par exemple « 4:2:2 », « 4:4:4 », « RVB », etc. Et la plupart des écrans peuvent gérer tout ou la plupart de ces espaces. Les vidéos s'affichent à l'écran en mode RVB, mais elles sont toujours stockées sur disque au format 4:2:0 Y'CbCr. Choisir l'espace des couleurs à restituer en sortie HDMI du lecteur, c'est donc réellement choisir quel appareil fera une partie plus ou moins importante du processus de conversion des couleurs. La chaîne de conversion complète est :

4:2:0 Y'CbCr (disque) → 4:2:2 Y'CbCr → 4:4:4 Y'CbCr → RVB (qui est parfois appelée de manière redondante « 4:4:4 RVB »). Dans les puces de traitement vidéo, certaines de ces étapes peuvent être combinées pour gagner du temps, mais la progression reste la même. Donc, si vous émettez en 4:2:2 Y'CbCr en sortie HDMI de votre lecteur, l'écran fera le reste, convertissant d'abord en 4:4:4 Y'CbCr puis en RVB.

Vous pensez peut-être que là où se passe la conversion n'a pas d'importance, mais il s'avère qu'il peut y avoir de grandes différences entre les matériels. Par exemple, certains écrans convertissent ce qu'ils reçoivent en Y'CbCr 4:2:2 afin d'effectuer le traitement du signal (généralement parce qu'ils utilisent une puce standard qui ne peut gérer rien d'autre comme espace couleur). Donc, si vous alimentez cet écran en RVB, votre chaîne de traitement devient très complexe :

4:2:0 → 4:2:2 → 4:4:4 → RGB (HDMI) → 4:4:4 → 4:2:2 (traitement) → 4:4:4 → RVB !

Et comme chaque conversion entraîne de petites dégradations de l'image, cette approche n'est pas optimale. Avec ce type d'écran, il vaut généralement mieux envoyer du 4:2:2 et laisser l'affichage se charger du traitement et des autres étapes de la conversion. Et ce n'est qu'un problème potentiel ; il existe d'innombrables manières pour le lecteur ou l'écran de commettre des erreurs ou de dégrader le signal lors du traitement, rendant impossible la recommandation d'une approche générale idéale.

Il est évident qu'il peut être compliqué de déterminer laquelle produit la meilleure image, mais nous avons combiné les mires les plus utiles pour évaluer la conversion des couleurs en une seule, Color Space Evaluation, très pratique. Faire l'évaluation complète prendra au moins 10-15 minutes et nécessite de prendre des notes. Utilisez à cet effet notre grille de notation en dernière page de ce guide. Le but est de trouver le réglage d'espace des couleurs pour votre lecteur (s'il propose ce réglage) et votre écran (idem), avec le score le plus haut, aux tests d'évaluation que vous allez effectuer.

## La procédure de tests - préparatifs

Commencez par régler la sortie vidéo du lecteur sur 4:4:4 si votre lecteur propose cette option. Si vous ne l'avez pas déjà fait, suivez les étapes de calibrage pour le contraste, la luminosité, la netteté et la température de couleur (voire Couleur et Teinte si vous voulez) et notez les chiffres que vous avez obtenus sous la rubrique « 4:4:4 ». Puis commutez la sortie vidéo HDMI du lecteur sur 4:2:2 et relancez l'étalonnage des points sus-mentionnées. Vous n'aurez peut-être besoin de rien ajuster. Si votre lecteur dispose également du mode RVB, effectuez à nouveau l'étalonnage pour ce mode ; notez là aussi les valeurs. Si vous avez encore plus d'espaces de couleurs, vous pouvez utiliser une feuille de papier séparée ou imprimer un deuxième formulaire et écrire le nom de ces espaces additionnels à la place de celui ou ceux du formulaire, pour les remplir de vos valeurs.

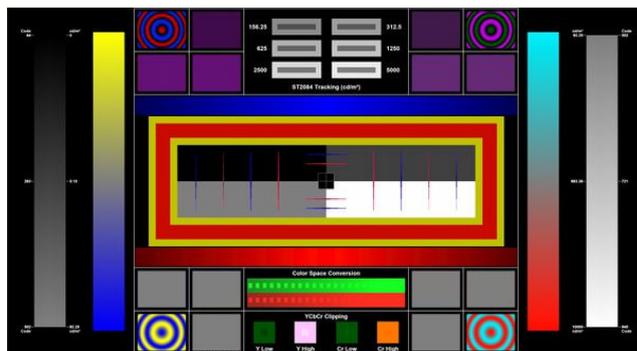
S'il existe des différences dans les paramètres calibrés entre les différents espaces colorimétriques, vérifiez si votre écran mémorise automatiquement des paramètres de réglages séparés pour chacun. Si ce n'est pas le cas, et que les paramètres ne diffèrent que d'un cran ou de deux, il n'est probablement pas nécessaire de les modifier lors de l'étape d'évaluation. S'il y a des changements significatifs, en particulier dans les contrôles de Contraste ou de Couleur, vous devrez faire les changements de valeurs lorsque vous changerez d'espace de couleurs.

Une fois que vous êtes sûr de disposer des paramètres corrects pour chaque espace des couleurs sur le lecteur, exécutez les différents tests énumérés au bas du formulaire en cochant la case quand il est « réussi » et en la laissant décochée pour un « échec ».

Si vous pouvez sélectionner un espace des couleurs à la fois sur votre lecteur et sur votre écran, nous vous recommandons de commencer d'abord avec les différents espaces de votre écran, en laissant le lecteur en mode usine. Choisissez alors l'espace colorimétrique qui convient le mieux et configurez l'écran dans ce mode, puis évaluez les espaces de sortie du lecteur. Si vous changez l'espace des couleurs de sortie du lecteur, vous voudrez peut-être revenir à l'écran pour le réévaluer au cas où cet espace en entrée affecterait le comportement de l'écran. Si vous voulez être complètement exhaustif, vous devez essayer toutes les combinaisons possibles entre les espaces des couleurs du lecteur et de l'écran.

**Remarque importante** : si vous transmettez le signal HDMI via un ampli home-cinéma, un commutateur HDMI et trouvez des problèmes, en particulier en ce qui concerne l'écrêtage, essayez de retirer cet élément de la chaîne et de connecter le lecteur directement à l'écran pour voir si le problème est résolu. Certains de ces appareils peuvent limiter le signal qui les traverse, même s'ils ne font aucun traitement de l'image. Consultez également les sites Web du fabricant de ces appareils pour savoir s'il existe un nouveau firmware, car cela pourrait corriger tout ou partie des erreurs.

Avec chacune des mires, il sera plus facile de voir les différences si vous restez sur une et basculez entre les différents espaces colorimétriques, plutôt que de parcourir plusieurs mires avec un espace colorimétrique puis de passer à l'espace colorimétrique suivant. Certaines des différences sont subtiles et vous devrez peut-être vous déplacer plusieurs fois entre les espaces pour voir clairement les différences, le cas échéant. Vous voudrez également vous rapprocher de l'écran pour cette évaluation, car ces tests peuvent impliquer des différences plus difficiles à voir à distance normale.



**La mire de test que nous allons utiliser est Color Space Evaluation qui se trouve dans la section « Video Setup » du disque. Cette mire existe aussi en version SDR dans la section « SDR BT.709 » du disque.**

Examinons les différentes parties de cette mire de test et ce qu'il faut rechercher dans chacune d'elles.

## Alignement Chroma

Le centre de la mire Color Space Evaluation contient des formes conçues pour signaler tout défaut d'alignement entre les canaux de chrominance et de luminance. Ces défauts d'alignement peuvent être dus à des erreurs ou à des raccourcis dans l'échantillonnage chroma, et il n'est pas rare de constater que la modification du format envoyé par le lecteur à l'affichage modifie l'importance du désalignement de chroma.

Regardez les huit longues formes de losanges minces verticales situées à gauche et à droite du centre de la mire. Chacune d'elles possède une seule ligne droite de pixels de chrominance (rouge ou bleue) posée sur un long diamant maigre dans le canal de luma (gris). Lorsque l'alignement est correct, la chrominance doit être centrée sur le diamant et il doit paraître complètement symétrique, avec le même degré de chevauchement de couleurs sur les deux côtés.

Regardez maintenant les quatre formes de petits diamants horizontaux juste au-dessus et au-dessous du centre de la mire. Encore une fois, la ligne de couleur au milieu devrait être parfaitement centrée sur la forme de diamant gris.

Lorsque vous examinez ces détails, vous devrez peut-être vous positionner très proche de l'écran, car la différence peut être assez subtile. La plupart des observateurs trouvent plus facile de scruter l'alignement sur la section avec fond gris moyen, plutôt que le noir ou le gris clair. Si vous portez des lunettes, veillez à regarder à travers le centre des lunettes, car si vous regardez à travers le bord des lunettes, l'aberration chromatique des verres modifiera visuellement les couleurs.

Cochez pour valider le test la case intitulée « Chroma Alignment » « H » (horizontal) et/ou « V » (vertical) pour tout mode dans lequel les lignes de chrominance sont parfaitement centrées dans leur losange. Si plusieurs modes ont une chrominance correctement alignée, cochez aussi la ou les cases correspondantes. Si aucun mode n'est correctement aligné, cochez le mode le plus proche du correct, ou aucun d'entre eux si aucun n'est proche du correct.

## Chroma Burst

Près des quatre coins de la partie centrale de la mire se trouvent douze séries de fines lignes droites colorées, trois dans chaque coin. Il y a une série horizontale, une verticale et une diagonale dans chaque coin, et chaque coin a une combinaison de couleurs différente. Ces ensembles de lignes sont appelés « rafales » ou « rafales de fréquence » (frequency burst). Également dans chaque coin, se trouve un petit mire « zone assiette » (plate zone), constituée d'un ensemble de cercles colorés concentriques.

Les couleurs des lignes doivent être claires et lumineuses comme celles de la mire circulaire qui les bordent. Si les couleurs sont assombries ou que les lignes apparaissent en gris ou en toute autre couleur, cela signifie que la résolution de la chrominance est affaiblie au cours de l'une des conversions d'échantillonnages. Si les lignes horizontales sont assombries, cela signale un problème dans la conversion 4:2:2-> 4:4:4. Si les lignes verticales sont assombries, cela signale un problème dans la conversion 4:2:0 -> 4:2:2.

Une autre chose assez facile à détecter à partir de cette mire, c'est la qualité du suréchantillonnage de chroma en cours. Si l'échantillonnage de chrominance est effectué à l'aide d'un algorithme appelé « voisin le plus proche » (nearest neighbour), chaque pixel de chrominance de la source est copié quatre fois à l'identique pour créer l'image finale avec une chrominance supérieure. Cette manière de faire est rapide et facile, mais produit des lignes diagonales colorées avec des blocs, hachurées au lieu de lignes colorées lisses. Le suréchantillonnage « bilinéaire » utilise quant à lui un algorithme d'interpolation linéaire pour créer les pixels de chrominance manquant et donne une bien meilleure apparence. Le suréchantillonnage « bicubique » utilise deux courbes d'interpolation cubique pour produire un canal de chrominance très lisse et propre. Il est généralement considéré comme étant le meilleur algorithme courant.

Cochez la case intitulée « High Frequency Detail (Détail haute fréquence) pour tous les modes qui produisent des lignes propres, lumineuses et colorées. Si aucun espace de couleurs ne montre de bonnes « rafales de fréquences », cochez celui qui a la meilleure apparence.

Cochez la case intitulée « Upsampling bilinear or better » (Suréchantillonnage bilinéaire ou meilleur) si le suréchantillonnage est clairement supérieur à « voisin le plus proche ». Vous pouvez également faire vos observations sur les diagonales et les courbes dans les sections « zone assiette » à proximité (les quatre mires de couleur circulaires dans les coins). Parfois, il est plus facile d'y voir les différences en fonction de l'affichage spécifique.

## Erreur de suréchantillonnage de chroma (Chroma Upsampling Error)

Pour ce test, il suffit de regarder les lignes chroma en diagonale. Si une erreur de suréchantillonnage de chrominance est présente sur un ou plusieurs modes, les lignes diagonales apparaissent très irrégulières ou avec des petits zigzags sur les bords. Il peut être difficile de faire la différence entre un suréchantillonnage de type « voisin le plus proche » et une erreur de suréchantillonnage de la chrominance, car les deux sont à l'origine de diagonales déchiquetées et les deux sont mauvais. Si vous n'êtes pas sûr, laissez l'une ou les 2 cases décochées. Le but est d'obtenir les diagonales de chrominance les plus lisses pour la meilleure image possible.

Après avoir visualisé cette mire avec tous les différents modes de sortie sélectionnés de manière séquentielle, cochez la ligne intitulée « Diagonals smooth » (Diagonales lisses) pour l'espace colorimétrique présentant les lignes diagonales les plus lisses. Si elles sont toutes lisses, cochez chacune des cases.

## Rampes

Une « rampe » est un dégradé régulier de couleurs ou de gris qui passe sur la longueur d'une couleur à l'autre ou d'un niveau à l'autre. Cette mire comporte six rampes : deux rampes verticales de chaque côté (une luma et une chroma par côté) et deux rampes horizontales rouge et bleue près du centre.

Chacune de ces rampes doit être lisse et uniforme, sans bloc ni cassure le long de celle-ci. Les deux rampes horizontales ne doivent pas avoir une large zone de couleur unie au centre, mais doivent progresser de manière fluide du noir au rouge (ou au bleu), avec une fine pointe plus lumineuse au centre et le retour au noir.

Après avoir examiné les rampes dans chaque espace colorimétrique, cochez la case « Ramps clean » (rampes propres) si les rampes sont lisses et sans bloc ni cassure.

## Suivi (Tracking)

La section « suivi » (tracking) en haut au centre sert à vérifier rapidement si l'affichage de la luminosité utilise la spécification ST2084 (également appelée PQ) pour le HDR ou le gamma 2.4 (de la spécification BT.1886) en SDR.

Pour que cette partie de la mire fonctionne, votre écran doit pouvoir afficher tous les pixels de la mire Dots Black, à des niveaux de luminosité corrects. Certaines technologies ne peuvent le faire en raison de limitations techniques, comme les projecteurs UHD DLP, tri-LCD, LCoS ou SXRD. Il existe également des écrans qui effectuent un traitement interne (type zoom) qui empêche d'observer ce suivi correctement. Sur ces afficheurs, vous n'aurez aucune case de correcte, quelle que soit la partie de la mire que vous regardez.

Chacun des six rectangles qui compose cette mire a un contour plein encodé avec une luminosité absolue particulière (en HDR) ou une luminosité relative implicite (en SDR). L'intérieur de chaque rectangle est un damier utilisant deux niveaux sensés établir une moyenne visuelle de même niveau lumineux que l'extérieur, quand le suivi de la luminosité est correct.

Pour noter cette catégorie du test, indiquez pour chaque espace de couleurs le nombre de rectangles où la section centrale se fond parfaitement avec l'extérieur de la case. Vous devrez peut-être vous éloigner quelque peu de l'écran pour voir le mélange de damier de pixels apparaître comme une nuance de gris unie.

**HDR uniquement :** Cette mire se décline en plusieurs versions de luminosité maximale, de façon à tester les écrans HDR de différente luminosité. Vous pouvez changer la valeur de la luminosité maximale de HDR envoyé via le menu de paramètres ou en appuyant sur la flèche haut de votre télécommande pendant l'affichage de la mire. Commencez avec la luminosité la plus faible (600 cd / m<sup>2</sup>), puis essayez la luminosité supérieure, et ainsi de suite. Les versions de mire conçues pour une luminosité de HDR supérieure à ce que peut votre écran ont peu de chances de présenter un suivi parfait, ce qui est normal.

## Conversion de l'espace colorimétrique (Color Space Conversion)

La section rectangulaire verte et rouge horizontale, situées près du centre, en bas de la mire, permet de vérifier une erreur courante lors de la conversion des couleurs de Y'CbCr en RVB. Tous les signaux UHD sont censés être convertis à l'aide des équations de la spécification BT.2020, et non de la spécification BT.709 (pour la TVHD) ou BT.601 (pour la définition standard NTSC et PAL). Vous devriez voir une rampe verte et une rampe rouge avec des carrés régulièrement espacés disposés le long de la rampe.

À un moment donné sur chaque rampe, les petits carrés se fondent dans la rampe située derrière. Lorsque la conversion de l'espace colorimétrique est correctement effectuée, les carrés rouges et verts s'estompent au même endroit de la rampe ; vous devez voir le même nombre de carrés total dans chacune. Lorsque la conversion de l'espace colorimétrique n'est pas correctement effectuée, vous voyez plus de carrés rouges que de verts ou inversement.

**SDR uniquement** : Si l'espace colorimétrique correct est BT.709, mais que l'affichage utilise BT.2020, les carrés verts sont écrêtés plus tôt (c'est-à-dire qu'il y a moins de carrés verts visibles que de rouges) et si l'affichage utilise BT.601, là les carrés verts sont écrêtés encore plus tôt (c'est-à-dire qu'il y a encore moins de carrés verts visibles que de rouges)

**HDR uniquement** : Si l'espace colorimétrique correct est BT.2020, mais que l'affichage utilise BT.709, les carrés rouges sont écrêtés plus tôt (c'est-à-dire qu'il y a moins de carrés rouges visibles que de verts) et si l'affichage utilise BT.601, là les carrés verts sont écrêtés plus tôt (c'est-à-dire qu'il y a moins de carrés verts visibles que de rouges).

Sur de nombreux écrans HDR, les algorithmes de « tone mapping » affectent cette mire, qui peut induire à des interprétations erronées. Même s'il est possible de voir une différence, les résultats ne doivent pas être considérés comme définitifs. Pour valider véritablement la conversion des couleurs en BT.2020 sur un écran HDR, il faut que ce dernier dispose d'un mode d'affichage du vert uniquement. Lorsque vous affichez la mire située à Advanced Video->Evaluation->HDR Color Bars en mode vert uniquement, si les quatre barres qui apparaissent en vert ont la même luminosité, la conversion des couleurs est correcte. Si chaque barre verte correspond à un niveau de luminosité différent, la conversion des couleurs est incorrecte.

Validez ce test de « Color Space Conversion » sur la fiche si vous voyez le même nombre de carrés verts et rouges. Il peut être difficile de voir le carré le plus clair dans chaque rampe, alors si vous n'observez de différence que pour un carré, considérez que c'est OK.

## Écrêtage Y'CbCr

Les carrés tout en bas permettent de vérifier si les canaux Y'CbCr sont écrêtés aux niveaux de référence haut / bas avant d'être convertis au format RVB. C'est toujours mauvais. L'écrêtage doit toujours être effectué le plus tard possible dans la chaîne d'affichage, et en plus uniquement en RVB.

Si Y'CbCr est conservé intact jusqu'à la conversion RVB, les petits carrés plus clairs ou plus foncés doivent être clairement visibles au centre de chacun des quatre plus grands carrés. Si un ou plusieurs canaux de Y'CbCr est écrêté, un ou plusieurs plus petit carré ne sera pas visible.

Cochez sur la feuille de notation à la ligne « Clipping » les espaces des couleurs qui n'écrêtent pas.

## Bilan

Lorsque vous aurez terminé, nous espérons qu'un des espaces des couleurs aura la plupart des cases cochées et qu'il sera du coup le préféré. Dans certains cas, vous constaterez peut-être qu'un problème spécifique est plus distrayant pour vous que les autres et, dans ce cas, vous devrez choisir parmi les espaces celui ne posant pas ce problème particulier. Configurez le lecteur sur l'espace des couleurs qui contient le plus de bons points et, si nécessaire, réglez votre luminosité, votre contraste, etc. avec les valeurs que vous avez notés précédemment pour cet espace.

Ce guide est basé sur la documentation originale Spears & Munsil. Traduit et adapté avec l'autorisation de l'auteur par AV-in



# Spears & Munsil Color Space Evaluation Form UltraHD Edition

Display Manufacturer		Model Number	
UltraHD Blu-ray Player Manufacturer		Model Number	

Resolution					
Bit Depth					
Dynamic Range	<input type="checkbox"/> SDR		<input type="checkbox"/> HDR		
HDR cd/m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 600	<input type="checkbox"/> 1000	<input type="checkbox"/> 2000	<input type="checkbox"/> 4000	<input type="checkbox"/> 10000

Picture Control	4:2:2	4:4:4	RGB Limited	RGB Full
Picture Mode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Brightness	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contrast	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Color	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tint	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sharpness	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Color Temperature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Color Space Evaluation	4:2:2	4:4:4	RGB Limited	RGB Full
Chroma alignment (H)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chroma Alignment (V)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
High-Frequency Detail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upsampling Bilinear or Better	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diagonals Smooth	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Color Space Conversion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Clipping	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>EOTF Tracking</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Notes: