



# Aperture

Principes  
fondamentaux  
de la photographie  
numérique



 Apple Computer, Inc.

© 2005 Apple Computer, Inc. Tous droits réservés.

Aucun passage de la présente publication ne peut être reproduite ni transmise à des fins commerciales telles que la vente de copies de la présente publication ou la fourniture de services d'assistance payants. Tout a été mis en œuvre pour que les informations présentées dans ce manuel soient exactes. Apple Computer, Inc. n'est pas responsable des coquilles ni des erreurs d'écriture.

Le logo Apple est une marque d'Apple Computer Inc., déposée aux États-Unis et dans d'autres pays. En l'absence du consentement écrit d'Apple, l'utilisation à des fins commerciales de ce logo via le clavier (Option + 1) pourra constituer un acte de contrefaçon et/ou de concurrence déloyale.

Apple, le logo Apple et Apple Cinema Display sont des marques d'Apple Computer, Inc. déposées aux États-Unis et dans d'autres pays.

Aperture est une marque d'Apple Computer, Inc.

# Table des matières

<b>Préface</b>	<b>5</b>	<b>Introduction aux principes fondamentaux de la photographie numérique</b>
<b>Chapitre 1</b>	<b>7</b>	<b>Comment les appareils photo numériques capturent les images</b>
	7	Types d'appareils photo numériques
	8	Reflex numériques
	9	Appareils à visée télémétrique numériques
	11	Composants et concepts de l'appareil photo
	11	Objectif
	12	Les facteurs de multiplication des objectifs avec les reflex numériques
	14	Le zoom numérique
	15	Diaphragme
	16	La vitesse de l'objectif
	18	Obturbateur
	18	Utilisation de la loi de réciprocité pour ajuster une image
	19	Capteur d'image numérique
	21	Carte mémoire
	22	Flash externe
	22	Les formats RAW, JPEG et TIFF
	22	RAW
	23	Pourquoi prendre des photos au format RAW ?
	24	JPEG
	24	TIFF
	24	Astuces en matière de prise de vue
	24	Réduction du tremblement de l'appareil photo
	25	Suppression de l'effet yeux rouges dans vos photos
	27	Réduction du bruit numérique
<b>Chapitre 2</b>	<b>29</b>	<b>Comment sont affichées les images numériques</b>
	29	La perception subjective de la couleur par l'œil humain
	31	Comment l'œil perçoit la lumière et la couleur
	32	Sources de lumière
	32	La température de couleur de la lumière
	33	Comment la balance des blancs détermine la température de couleur

34	Mesure de l'intensité de la lumière
35	Prises de vue en rafale pour obtenir la bonne exposition
35	L'affichage d'une photo numérique
36	Comparaison entre synthèse additive et synthèse soustractive des couleurs
37	La gamme de couleurs
37	Affichage d'images à l'écran
38	Importance de l'étalonnage de votre écran
38	Les moniteurs Apple Cinema Display sont parfaits pour l'épreuve
39	Impression d'images
39	Types d'imprimantes

## Chapitre 3

41	<b>Réduction du bruit numérique</b>
41	Quelques éclaircissements concernant la résolution
41	À propos des pixels
42	À propos de la profondeur de bits
44	Comment la mesure de la résolution change d'un appareil à l'autre
45	Représentation de la résolution des différents appareils
45	Résolution des appareils photo
46	Résolution des écrans
46	À propos des différences entre la résolution des écrans CRT et celle des écrans plats
46	Résolution des imprimantes
47	Calcul des couleurs et virgule flottante
47	À propos de la profondeur de bits et de la quantification
48	À propos de la relation entre virgule flottante et profondeur de bits
49	Comment Aperture utilise la virgule flottante

## Annexe

51	<b>Références</b>
----	-------------------

# Introduction aux principes fondamentaux de la photographie numérique

Le présent document explique la terminologie destinée au photographe professionnel qui débute en informatique et en photographie numérique.

Aperture est une application de photographie numérique puissante conçue pour vous aider à produire les meilleures images possibles. Toutefois, de nombreux facteurs extérieurs à Aperture peuvent avoir une incidence sur la qualité de vos photos. Garder constamment ces facteurs à l'esprit permet d'éviter des résultats indésirables.

Les chapitres qui suivent expliquent comment un appareil photo capture une image numérique, comment les images sont affichées à l'écran et imprimées, et comment les appareils photo, les écrans et les imprimantes mesurent la résolution de l'image.



# Comment les appareils photo numériques capturent les images

# 1

Si, jusqu'à présent, vous avez toujours fait vos photos sur pellicule classique (ou argentique) et êtes un débutant en matière de photographie numérique, ce chapitre vous est destiné. Vous y trouverez en effet des informations élémentaires sur les différents types d'appareils photo, sur les composants de ces appareils photo et les concepts relatifs à la photo numérique, ainsi que des conseils sur la prise de vue.

Les gens font des photos pour différentes raisons. Certains font des photos à des fins scientifiques, d'autres pour représenter le monde dans la presse, d'autres encore pour illustrer des publicités, quand ce n'est pas simplement pour le plaisir ou à des fins purement artistiques. Une chose est sûre, quelle que soit la raison pour laquelle vous prenez des photos, connaître le fonctionnement des appareils photo vous aidera à améliorer la qualité de vos photos.

Ce chapitre traite des sujets suivants :

- Types d'appareils photo numériques (p. 7)
- Composants et concepts de l'appareil photo (p. 11)
- Les formats RAW, JPEG et TIFF (p. 22)
- Astuces en matière de prise de vue (p. 24)

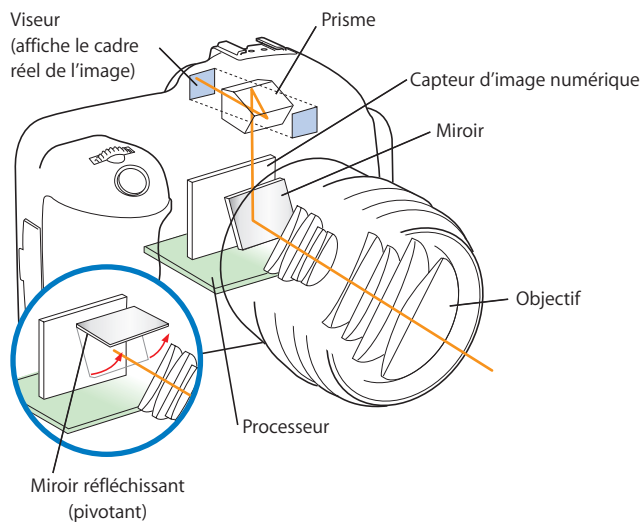
## Types d'appareils photo numériques

Dans sa forme la plus élémentaire, un appareil photo numérique est un dispositif photographique composé d'une boîte hermétique à la lumière pourvue d'un objectif d'un côté et d'un capteur d'images (à la place de la traditionnelle pellicule) de l'autre. Les progrès dans le domaine de la photographie numérique sont très rapides, et fournissent une grande variété de fonctionnalités et d'options qui peuvent s'avérer difficiles à maîtriser pour un débutant.

Il existe deux types d'appareils photo numériques : les reflex numériques et les appareils à visée télémétrique numériques.

## Reflex numériques

Ce type d'appareil photo tient son nom du miroir réfléchissant qui permet de cadrer l'image au travers de l'objectif avant de la capturer. La lumière qui passe par l'objectif d'un appareil photo reflex numérique est réfléchi par le miroir dans le viseur au travers d'un prisme. L'image affichée dans le viseur est donc identique à l'image visée. Lors de la prise de vue proprement dite, le miroir peut soit réfléchir la lumière dans le viseur, soit s'esquiver afin de permettre à l'obturateur ouvert de « dévoiler » le capteur d'image numérique qui capture l'image. La plupart des fonctionnalités d'un reflex numérique sont réglables, ce qui offre un meilleur contrôle sur l'image capturée. La plupart des appareils photo reflex numériques permettent aussi d'utiliser des objectifs interchangeables, donc de monter des objectifs de longueurs focales différentes sur le même boîtier.



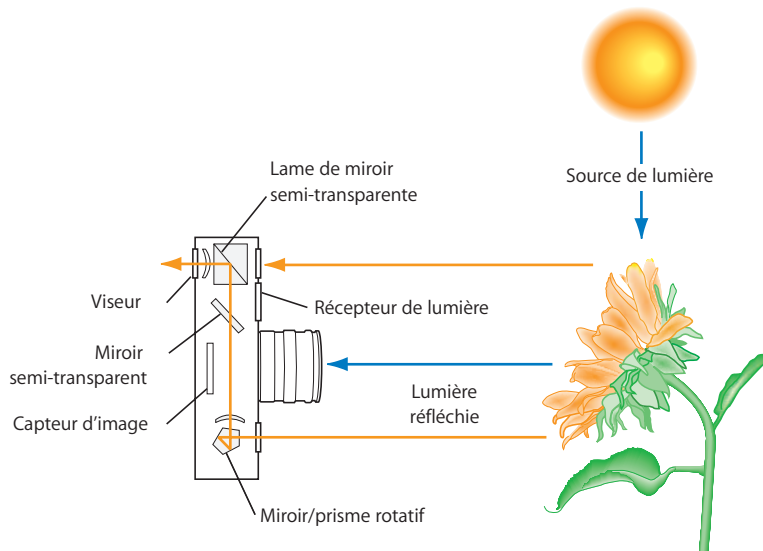


## Appareils à visée télémétrique numériques

Il existe deux classes d'appareils à visée télémétrique numériques : les appareils à coïncidence d'image et les appareils automatiques (ou « point-and-shoot »).

### Appareils photo à coïncidence d'image

Contrairement aux reflex numériques, les appareils à coïncidence d'image ne permettent pas au photographe de regarder l'élément à photographier à travers l'objectif. Ils utilisent un miroir ou un prisme qui utilise la triangulation pour relier les images vues au travers du viseur et une fenêtre secondaire pour la mise au point sur l'élément. Le photographe voit donc deux images superposées dans le viseur ; l'image est correctement mise au point une fois qu'il n'y a plus qu'une seule image. Comme pour les reflex numériques, la plupart des fonctionnalités des appareils à coïncidence d'image sont réglables, ce qui offre un maximum de contrôle sur l'image capturée. L'avantage des appareils à coïncidence d'image par rapport aux reflex numériques est l'absence de miroir réfléchissant, ce qui réduit nettement les tremblements. Ces derniers sont provoqués par les mouvements de la main ou les vibrations du miroir réfléchissant des reflex numériques et peuvent rendre les photos floues.



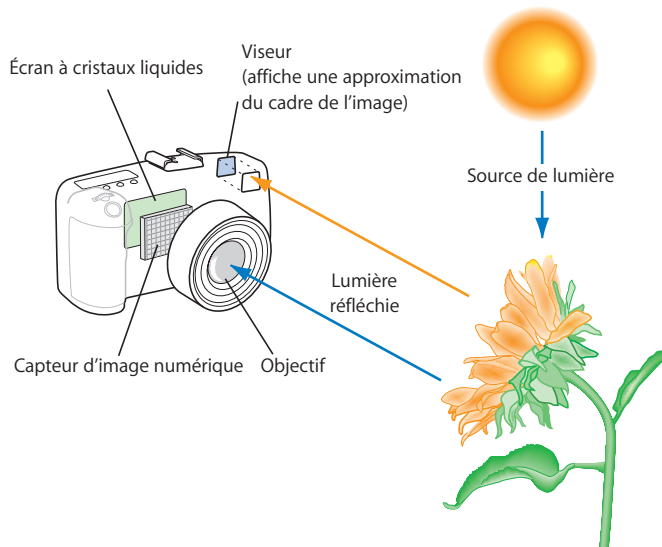
Mise au point incorrecte (les images superposées ne sont pas alignées)



Mise au point correcte (les images superposées sont alignées)

### Appareils photo numériques automatiques (ou « point-and-shoot »)

Il s'agit d'appareils photo numériques compacts dont le nom anglais provient des deux seules étapes requises pour prendre une photo. En effet, les appareils photo numériques automatiques permettent de prendre des photos simplement en cadrant (« point ») et en prenant la photo (« shoot »), sans devoir ajuster de réglages tels que l'ouverture, la vitesse d'obturation, la mise au point et d'autres réglages que les photographes professionnels définissent souvent sur des appareils photo plus sophistiqués. Bien entendu, certains appareils photo numérique automatiques permettent tout de même de régler l'ouverture et la vitesse d'obturation. Les appareils photo numériques automatiques sont généralement petits et légers, sont équipés d'un flash automatique intégré, ne nécessitent pas de mise au point et disposent souvent d'un écran à cristaux liquides qui permet de voir l'image au travers de l'objectif en temps réel via le capteur d'image numérique. La plupart des fabricants d'appareils photo numériques automatiques séparent le viseur du groupe de l'objectif pour rendre la fabrication plus simple et obtenir une taille compacte. L'objectif, le diaphragme et l'obturateur forment un groupe ne pouvant pas être séparé de l'appareil photo proprement dit.



Étant donné que les appareils à visée télémétrique numériques subdivisent le chemin optique entre le viseur et le groupe de l'objectif, la compression optique et des indicateurs de cadrage (guides) sont utilisés pour représenter approximativement le cadre de l'image. Cette approximation provoque souvent de légères différences entre ce que le photographe voit dans le viseur et ce qui est finalement capturé. Cela se remarque surtout lorsque l'élément à photographier est proche de l'appareil photo.

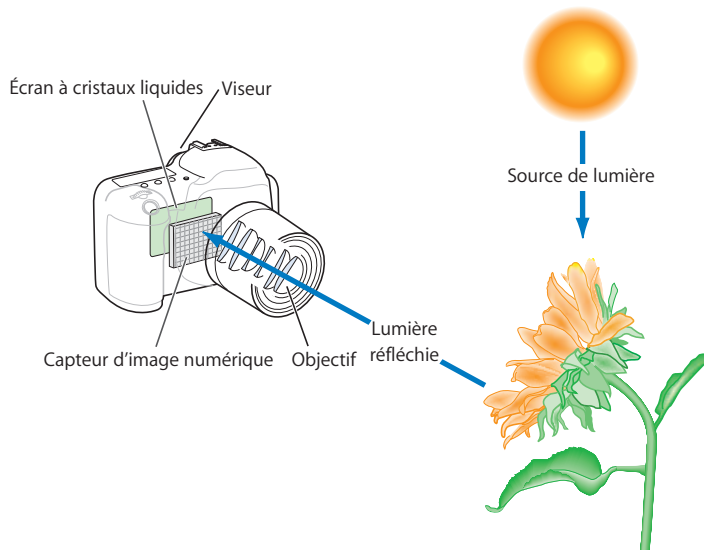
## Composants et concepts de l'appareil photo

Voici les principaux composants d'un reflex numérique. (La plupart des composants des appareils à visée télémétrique sont les mêmes que ceux du reflex numérique).

- Objectif
- Diaphragme
- Obturateur
- Capteur d'image numérique
- Carte mémoire
- Flash externe

### Objectif

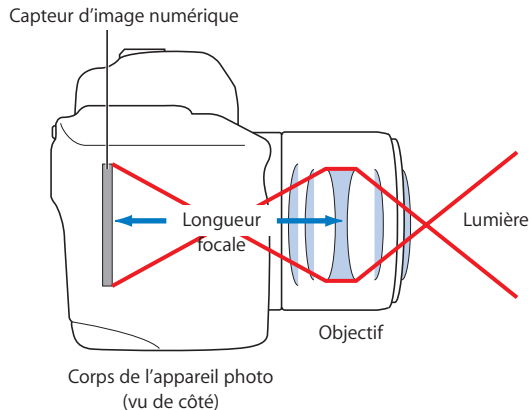
Un objectif est composé d'une série d'éléments sophistiqués, généralement en verre, conçus pour réfracter et mettre au point la lumière réfléchie provenant d'une scène vers un point déterminé, en l'occurrence le capteur d'image numérique.



À part le cadrage, la première interaction avec la lumière réfléchie provenant de l'élément à photographier se fait par l'objectif.

## Longueur focale

Une des principales caractéristiques d'un objectif, outre la qualité, est sa longueur focale. D'un point de vue technique, la *longueur focale* se définit comme la distance entre le point, sur le chemin optique, où les rayons de lumière convergent et le point où les rayons de lumière qui traversent l'objectif sont mis au point sur le plan de l'image (ou le capteur d'image numérique). Cette distance se mesure généralement en millimètres. D'un point de vue pratique, vous pouvez considérer la longueur focale comme la capacité de grossissement de l'objectif. Plus la longueur focale est grande, plus l'objectif sera en mesure de grossir la scène. Outre le grossissement, la longueur focale détermine aussi la perspective et la compression de la scène.



## Les facteurs de multiplication des objectifs avec les reflex numériques

La plupart des objectifs interchangeables furent créés et calibrés pour la pellicule de 35 mm des reflex argentiques traditionnels. Si vous comparez la surface d'une pellicule de 35 mm à la surface de la plupart des capteurs d'image numériques, vous constaterez que la surface de ces derniers est légèrement plus petite. La longueur focale d'un objectif change donc lorsque ce dernier est monté sur un reflex numérique équipé d'un capteur d'image numérique inférieur à 35 mm. Le fait que la surface de l'image soit plus petite augmente la longueur focale de l'objectif parce qu'une plus grande partie du cercle d'image provenant de l'objectif est rognée. Par exemple, si vous montez un objectif de 100 mm sur un reflex numérique équipé d'un capteur d'image numérique de 24 mm, la longueur focale de l'objectif est multipliée par un facteur d'environ 1,6. Un objectif de 100 mm avec un facteur de multiplication de 1,3 correspond donc à un objectif de 130 mm (100 mm multiplié par 1,3).

Une autre bonne raison de prendre en compte le facteur de multiplication de l'objectif est la suivante : la prise de vue à grand angle devient nettement plus difficile lorsque l'on utilise des appareils photo équipés d'un capteur d'image numérique de petite taille. Par exemple, si votre capteur d'image numérique mesure 24 mm, vous devez disposer d'un objectif possédant une longueur focale inférieure à 24 mm pour pouvoir prendre une photo à grand angle. Vérifiez les dimensions de votre capteur d'image numérique dans les spécifications de l'appareil photo.

## Types d'objectifs

Bien qu'il existe un grand nombre de types d'objectifs différents, les plus courants sont les téléobjectifs, les objectifs grand-angles, les zooms (objectifs à focale variable) et les objectifs à focale fixe. Tous ont la même fonction de base : ils capturent la lumière réfléchie par l'élément à photographier et la mettent au point sur le capteur d'image. Les façons dont ils transmettent la lumière, par contre, diffèrent.

**Remarque :** bien qu'il existe plusieurs sous-catégories et versions hybrides de ces types d'objectifs, ce sont là les plus courants.

### Téléobjectif

Un téléobjectif est un objectif possédant une longueur focale longue qui grossit l'élément à photographier. Les téléobjectifs sont généralement utilisés par les photographes sportifs ou du milieu naturel afin de pouvoir photographier des éléments à grande distance. Ils sont aussi utilisés par les photographes qui veulent avoir plus de contrôle sur la limitation de la profondeur de champ (la surface d'une image mise au point). L'ouverture plus grande, combinée aux grandes longueurs focales des téléobjectifs, permet de limiter la profondeur de champ à une petite surface (le premier plan, le plan intermédiaire ou l'arrière-plan de l'image). Une ouverture plus petite combinée à de grandes longueurs focales donne l'impression que les objets du premier plan et de l'arrière-plan sont plus proches les uns des autres.

### Objectif grand-angle

Un objectif grand-angle possède une longueur focale courte, ce qui permet des prises de vues plus larges. Les objectifs grand-angle sont généralement utilisés lorsque l'élément à photographier se trouve au tout premier plan et que le photographe souhaite que l'arrière-plan soit clair lui aussi. En théorie, la longueur focale d'un objectif grand-angle est plus courte que le plan de l'image. Cependant, à l'ère de la photographie numérique, les dimensions des capteurs d'image varient et les facteurs de multiplication de la plupart des reflex numériques augmentent la longueur focale. Vérifiez les dimensions de votre capteur d'image numérique dans les spécifications de votre appareil photo. Si votre capteur d'image numérique mesure 28 mm, vous devez disposer d'un objectif possédant une longueur focale inférieure à 28 mm pour pouvoir prendre une photo à grand angle.

## Zoom

Les zooms connus aussi sous le nom d'*objectifs à focale variable*, sont capables de modifier leur longueur focale. Un zoom s'avère souvent très pratique car la plupart peuvent modifier leur longueur focale de grand angle à normal et de normal à zoom. Cela permet d'éviter de devoir emporter plusieurs objectifs et de changer ces derniers au cours d'une séance de prise de vue. Toutefois, à cause du mouvement entre les différentes longueurs focales, les valeurs d'ouverture du diaphragme ne sont pas toujours très précises. Pour obtenir plus de précision en matière d'ouverture du diaphragme, de nombreux fabricants disposent de plusieurs valeurs d'ouverture minimum pendant que l'objectif passe d'une longueur focale courte à une longueur focale longue. Cela rend l'objectif plus lent lorsque les longueurs focales sont longues. (Voir « *La vitesse de l'objectif* » à la page 16 pour obtenir une explication concernant la vitesse de l'objectif). En outre, un zoom nécessite des éléments en verre supplémentaires pour pouvoir faire une mise au point correcte aux différentes longueurs focales. Il est préférable que la lumière passe par le moins de lentilles possible pour obtenir des photos de haute qualité.

## Le zoom numérique

Le zoom numérique offert par certains modèles d'appareils photo ne fait pas réellement de zoom avant sur l'élément à photographier. Le zoom numérique effectue un rognage tout autour de la zone centrale du cadre capturé, ce qui a pour effet d'agrandir les pixels. Cela donne une photo dont la qualité globale est moins bonne. Si vous ne disposez pas d'un téléobjectif ni d'un zoom et souhaitez faire un gros plan, rapprochez-vous physiquement de l'élément à photographier, si cela est possible.

## Objectif à focale fixe

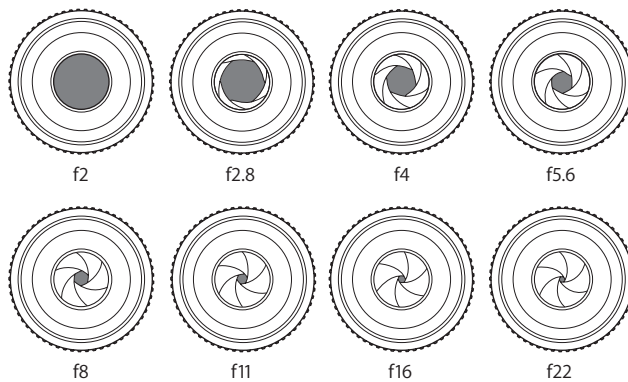
Les objectifs à focale fixe ont une longueur focale fixe que l'on ne peut pas modifier. Les objectifs à focale fixe ont souvent des ouvertures maximum plus grandes, ce qui les rend plus rapides. Pour en savoir plus sur la vitesse de l'objectif, consultez la section « *La vitesse de l'objectif* » à la page 16. Des ouvertures plus grandes permettent des photos plus lumineuses (au cas où les conditions n'offriraient pas cette lumière) et offrent plus de contrôle sur la profondeur de champ. Les objectifs à focale fixe sont surtout utilisés par les photographes portraitistes. Pour en savoir plus sur la profondeur de champ, consultez la section « *Profondeur de champ* » à la page 17.

## Diaphragme

Le diaphragme est l'ouverture dans l'objectif (créé par un iris ou diaphragme ajustable) qui permet le passage de la lumière. L'exposition de la photo est déterminée par la combinaison de la vitesse d'obturation et de l'ouverture du diaphragme. Plus l'ouverture est grande, plus la lumière est autorisée à passer au travers de l'objectif. L'ouverture se mesure en valeurs d'ouverture du diaphragme, chaque valeur représentant un facteur sur deux de la quantité de lumière autorisée. La valeur d'ouverture du diaphragme, combinée à la longueur focale de l'objectif, détermine la profondeur de champ d'une image. Pour en savoir plus sur la profondeur de champ, consultez la section « [Profondeur de champ](#) » à la page 17.

### Valeur d'ouverture de diaphragme

Le photographe règle l'ouverture en définissant la valeur d'ouverture du diaphragme (en anglais, « f-stop » ou « f-stop number »). La valeur d'ouverture du diaphragme est la proportion entre la longueur focale de l'objectif et le diamètre de l'ouverture du diaphragme. Par exemple, un objectif de 50 mm dont l'ouverture est d'un diamètre de 12,5 mm donne une valeur d'ouverture de diaphragme de f4 ( $50 \div 12,5 = 4$ ). Par conséquent, plus la valeur d'ouverture du diaphragme est grande, plus le diamètre de l'ouverture du diaphragme est petit. La vitesse de l'objectif est déterminée par sa plus grande valeur d'ouverture de diaphragme (le nombre le plus petit). Par conséquent, plus l'ouverture est grande, plus l'objectif est rapide.



### La vitesse de l'objectif

La vitesse d'un objectif est déterminée par la quantité maximum de lumière que l'objectif est capable de transmettre, c'est-à-dire par sa plus grande valeur d'ouverture de diaphragme. Lorsqu'un objectif est capable de transmettre plus de lumière que d'autres ayant la même longueur focale, on dit que cet objectif est *rapide*. Les objectifs rapides permettent aux photographes de prendre des clichés à des vitesses d'obturation plus élevées dans des conditions peu lumineuses. Par exemple, les objectifs dont la valeur d'ouverture de diaphragme maximale est comprise entre 1,0 et 2,8 sont considérés comme rapides.



## Profondeur de champ

La profondeur de champ est la zone de l'image qui est mise au point depuis le premier plan jusqu'à l'arrière-plan et est déterminée par une combinaison de l'ouverture du diaphragme et de la longueur focale de l'objectif. Plus l'ouverture est petite, plus la profondeur de champ est grande. Contrôler la profondeur de champ est une des façons les plus simples pour un photographe de mettre au point la photo. En limitant la profondeur de champ d'une photo, le photographe peut attirer l'attention du spectateur sur l'élément présent dans l'objectif. Souvent, limiter la profondeur de champ d'une photo peut servir à éliminer un éventuel flou dans l'arrière-plan. Par contre, lorsque l'on photographie un paysage, la photo doit avoir une grande profondeur de champ. Limiter la profondeur de champ au premier plan n'a pas de sens.

Les téléobjectifs (avec de grandes longueurs focales) ont tendance à avoir une mise au point peu profonde lorsque le diaphragme est ouvert tout au long du processus, ce qui limite la profondeur de champ de la photo. Les objectifs grand-angle (avec des longueurs focales courtes) ont, quant à eux, tendance à créer des photos ayant une grande profondeur de champ, quelle que soit l'ouverture.



**Petite profondeur de champ**

Seul le premier plan est mis au point.



**Grande profondeur de champ**

La photo est mise au point depuis le premier plan jusqu'à l'arrière-plan.

## Obturateur

L'obturateur est un mécanisme complexe qui contrôle de façon précise le temps que la lumière qui passe par l'objectif reste en contact avec le capteur d'image numérique. L'obturateur de l'appareil photo est activé par le bouton d'ouverture de l'obturateur.

Avant l'ère numérique, l'obturateur restait fermé pour empêcher que la pellicule ne soit exposée à la lumière. Avec certains types de capteurs d'image numériques, l'obturateur mécanique n'est plus nécessaire. Alors que les obturateurs mécaniques laissent passer une certaine quantité de lumière pour provoquer une réaction chimique sur la pellicule, les capteurs d'image numériques peuvent être simplement activés ou désactivés.

## Vitesse d'obturation

La *vitesse d'obturation* désigne la durée d'ouverture de l'obturateur ou de l'activation du capteur d'image numérique. L'exposition de la photo est déterminée par la combinaison de la vitesse d'obturation et de l'ouverture du diaphragme. Les vitesses d'obturation sont affichées sous la forme de fractions de seconde, comme, par exemple, 1/8 ou 1/250. Les incréments de la vitesse d'obturation sont similaires aux valeurs d'ouverture du diaphragme, car chaque incrément est toujours la moitié ou le double de l'incrément précédent. Par exemple, 1/60 de seconde est la moitié du temps d'exposition de 1/30 de seconde, mais environ le double de 1/125 de seconde.

Les photographes utilisent souvent la vitesse d'obturation pour donner du mouvement ou capter un mouvement. Un objet en mouvement rapide, comme par exemple une voiture, a tendance à devenir flou lorsqu'on le photographie avec une vitesse d'obturation faible, telle que 1/8. À l'inverse, une vitesse d'obturation élevée, telle que 1/1000, permet de « figer » les hélices d'un hélicoptère en vol et de capter son mouvement.

## Utilisation de la loi de réciprocité pour ajuster une image

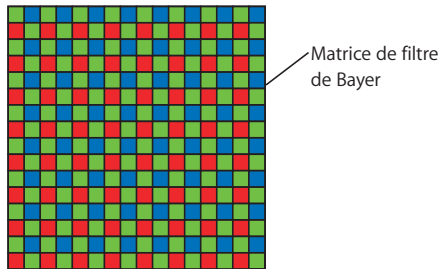
Vous pouvez régler l'ouverture du diaphragme et la vitesse d'obturation pour créer des photos différentes mais exposées correctement. La relation entre l'ouverture et la vitesse d'obturation est appelée *réciprocité*. La réciprocité permet au photographe de contrôler la profondeur de champ de l'image, c'est-à-dire la zone de l'image qui reste dans l'objectif. C'est la façon la plus simple de déterminer la partie de l'image que vous souhaitez mettre en avant.

Par exemple, augmenter l'ouverture de l'objectif d'un cran et diminuer la vitesse d'obturation d'un cran donne la même exposition. De la même façon, réduire l'ouverture d'un cran et augmenter la vitesse d'obturation d'un cran donne la même exposition. C'est la raison pour laquelle f4 à 1/90 de seconde est égal à f5.6 à 1/45 de seconde. L'ouverture et la vitesse d'obturation d'un appareil photo se combinent en effet pour donner une exposition correcte à une photo.

## Capteur d'image numérique

Lorsque la lumière réfléchie par l'élément à photographier passe au travers de l'objectif et du diaphragme, l'image est capturée par le capteur d'image numérique. Le capteur d'image numérique est une puce électronique qui se trouve dans l'appareil photo et qui est composée de millions d'éléments capables de capturer la lumière. Ces éléments sensibles à la lumière transforment cette dernière en valeurs de tension à partir de l'intensité de la lumière. Ces valeurs de tension sont ensuite converties en données numériques par un convertisseur analogique-numérique (CAN). On appelle ce processus la *conversion analogique-numérique*. Les nombres qui correspondent aux valeurs de tension des différents éléments se combinent pour former les valeurs des diverses tonalités et couleurs de l'image.

Sur un capteur d'image numérique, chaque élément sensible à la lumière est pourvu d'un filtre rouge, vert ou bleu correspondant à un canal de couleur dans un pixel de l'image qui est capturée. Il y a environ trois fois plus de filtres verts que de filtres rouges et bleus pour compenser la façon dont l'œil perçoit les couleurs. Cet arrangement de couleurs est aussi connu sous le nom de *matrice de filtre de Bayer*. (Pour en savoir plus sur la façon dont l'œil perçoit les couleurs, consultez la section « Comment l'œil perçoit la lumière et la couleur » à la page 31). Un processus appelé *interpolation des couleurs* est utilisé pour déterminer les valeurs de couleur supplémentaires de chaque élément.

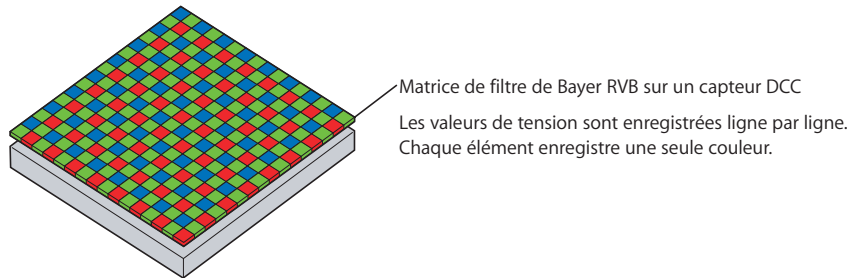


## Types de capteurs d'image numériques les plus courants

On utilise généralement deux types de capteurs d'image numériques : le dispositif à couplage de charges (ou DCC) et le semi-conducteur à oxyde de métal complémentaire (ou CMOS).

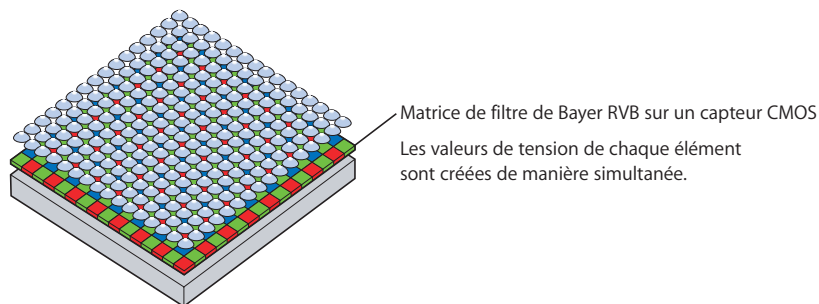
## DCC

Les capteurs DCC furent développés à l'origine pour les caméras vidéo. Les capteurs DCC enregistrent l'image pixel par pixel et ligne par ligne. Les informations de tension de tous les éléments d'une ligne sont transmises avant de descendre à la ligne suivante. Une seule ligne est active à la fois. Le DCC ne convertit pas lui-même les informations de tension en données numériques. Des circuits supplémentaires sont ajoutés à l'appareil photo pour numériser les informations de tension avant de transférer les données au dispositif de stockage.



## CMOS

Les capteurs CMOS sont capables d'enregistrer l'image entière fournie par les éléments sensibles à la lumière en parallèle (tous à la fois, en principe), ce qui donne un débit de données plus élevé pour le transfert vers le dispositif de stockage. Des circuits supplémentaires sont ajoutés à chaque élément pour convertir les informations de tension en données numériques. Une lentille colorée minuscule est fixée sur chaque élément pour améliorer sa capacité à interpréter la couleur de la lumière. De gros progrès ont été accomplis ces dernières années en matière de sensibilité et de vitesse des capteurs CMOS, faisant d'eux le type de capteur d'image numérique le plus couramment utilisé pour les reflex numériques professionnels.



## Mégapixels

La résolution d'un appareil photo numérique se mesure en mégapixels. Cette mesure indique le nombre de millions de pixels que les éléments sensibles à la lumière peuvent capturer sur le capteur d'image numérique. Un appareil photo à 15 mégapixels est donc capable de capturer 15 millions de pixels.

## ISO

Autrefois, l'ISO (International Standards Organization) définit une norme pour mesurer la sensibilité relative des pellicules. Plus le classement ISO est élevé, plus une pellicule est sensible à la lumière. Les pellicules dont le classement ISO est élevé nécessitent en effet moins de lumière pour enregistrer une image. Le classement ISO a été redéfini pour les appareils photo numériques de façon à indiquer la sensibilité du capteur à la lumière. La plupart des reflex numériques disposent de réglages ISO allant de 100 à 3200 ISO.

Malheureusement, lorsque les réglages ISO sont élevés (400 ISO et plus), certains appareils photo ont des difficultés à maintenir une exposition constante pour tous les pixels de l'image. Dans ces cas-là, pour augmenter la sensibilité du capteur d'image numérique, l'appareil photo amplifie la tension reçue de chaque élément du capteur d'image avant de convertir le signal en valeur numérique. Si les signaux de tension provenant des différents éléments sont amplifiés, les anomalies dans les couleurs foncées unies le sont aussi. Cela provoque des pixels irréguliers avec des valeurs de couleur claires incorrectes, connus aussi sous le nom de *bruit numérique*. Pour en savoir plus sur le bruit numérique, consultez la section « Réduction du bruit numérique » à la page 27.

## Carte mémoire

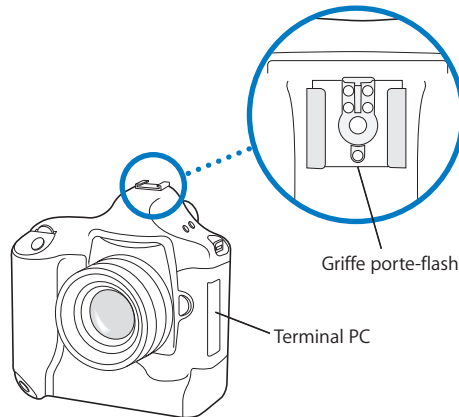
Une fois que le capteur d'image numérique a capturé l'image, l'appareil photo emploie une série de processus pour optimiser la photo. Un grand nombre de ces processus sont basés sur les réglages d'appareil photo définis par le photographe avant la prise de vue, comme par exemple le réglage ISO. Après avoir traité l'image, l'appareil photo stocke les informations numériques dans un fichier. Le type de fichier numérique créé dépend du fabricant de l'appareil photo. Toutefois, les fichiers RAW contiennent les données de l'image numérique avant sa conversion en un type de fichier normalisé, comme par exemple JPEG ou TIFF. Tous les fichiers RAW ne sont pas semblables, mais les données d'image produites par le capteur d'image numérique et le processeur de votre appareil photo sont stockées bit après bit dans ce fichier. Pour en savoir plus sur ces types de fichier, consultez la section « Les formats RAW, JPEG et TIFF » à la page 22.

Une fois que le fichier est prêt pour le stockage, l'appareil photo transfère le fichier de son processeur vers la carte mémoire. Il existe plusieurs types de cartes mémoire, mais les processus utilisés pour la réception des informations sont identiques.

## Flash externe

Dans certains cas, la lumière supplémentaire fournie par le flash externe est nécessaire. De nombreux modèles de reflex numériques semi-professionnels sont équipés d'un flash intégré ou à fixer sur l'appareil photo, mais la proximité de l'objectif et le manque de contrôle de l'exposition du flash rendent leur utilisation difficile pour un travail professionnel.

Les flashes externes offrent un contrôle plus professionnel sur l'exposition du flash. Cela inclut les flash forcés à réglage précis (flash à basse intensité qui illumine l'élément sur un arrière-plan clair afin qu'il n'apparaisse pas à contre-jour) et permet d'éviter la surexposition des éléments en intérieur.



Les flashes externes ou à fixer sur l'appareil photo sont mis en correspondance avec l'ouverture de l'obturateur via la griffe porte-flash ou le terminal PC de l'appareil.

## Les formats RAW, JPEG et TIFF

Il est important de comprendre les différences entre les différents types de fichiers image. Les types de fichiers RAW, JPEG et TIFF sont décrits ci-après.

### RAW

Le fichier RAW d'un appareil photo est une image numérique bit par bit non interprétée, enregistrée par l'appareil photo lors de la capture de l'image. En plus des pixels qui composent l'image, le fichier RAW contient aussi des données sur la façon dont la photo a été prise, comme par exemple la date et l'heure de la prise de vue, les réglages relatifs à l'exposition, le type d'appareil photo et le type d'objectif. Ces informations sont aussi appelées *métadonnées*. Le nom RAW (« brut » en anglais) fait référence à l'état du fichier image avant sa conversion dans un format courant, comme le format JPEG ou TIFF. Comme, dans le passé, la plupart des applications photo n'étaient pas en mesure de traiter les fichiers RAW, ces derniers devaient être convertis pour pouvoir être utilisés dans un logiciel de traitement d'images.

## Pourquoi prendre des photos au format RAW ?

Il y a de nombreuses bonnes raisons de capturer les images sous la forme de fichiers RAW plutôt que sous la forme de fichiers JPEG. Mais les fichiers RAW nécessitent un traitement supplémentaire pour obtenir la balance des couleurs souhaitée, alors que la balance des fichiers JPEG est réalisée par l'appareil photo. Les fichiers JPEG sont aussi moins lourds que les fichiers RAW ; ils occupent donc moins d'espace de stockage.

Les avantages de la prise de photos au format RAW sont les suivants :

- La profondeur de bits supérieure offre une marge plus importante pour la correction des couleurs. Le format JPEG est limité à 8 bits par canal de couleur. Les images au format RAW disposent de 16 bits par canal, avec 12 à 14 bits par canal d'informations de couleur. Bien que cela puisse paraître compliqué, cela signifie que vous pouvez faire beaucoup plus de correction de couleurs sans dégrader l'image et sans introduire de bruit dans les couleurs. (Pour en savoir plus sur la profondeur de bits, consultez la section « À propos de la profondeur de bits » à la page 42).
- Une fois que le fichier RAW est décodé, vous travaillez sur les données les plus précises et les plus élémentaires de l'image.
- Vous contrôlez la balance des blancs, l'interpolation des couleurs et à la correction gamma de l'image au cours de la postproduction plutôt que lors de la prise de vue.
- Le fichier image n'est pas compressé, comme le sont les fichiers JPEG, ce qui signifie qu'il n'y a aucune perte de données.
- La plupart des appareils photo capturent des couleurs qui se situent en dehors de la gamme des couleurs des fichiers JPEG (tant les formats Adobe RGB 1998 que sRGB), ce qui signifie qu'il y a un certain écrêtage des couleurs lorsque vous enregistrez des photos sous la forme de fichiers JPEG. Les fichiers RAW préservent la gamme des couleurs d'origine de l'appareil photo, ce qui permet à Aperture de procéder à des ajustements qui tirent profit de l'ensemble de la gamme des couleurs capturées.
- Les fichiers RAW vous permettent de contrôler la réduction du bruit (luminance et séparation des couleurs) et d'augmenter la netteté de l'image après la capture. Dans les fichiers au format JPEG, la réduction du bruit et l'augmentation de la netteté sont appliquées en fonction des réglages de l'appareil photo en permanence.

## JPEG

Le format JPEG (de l'anglais « Joint Photographic Experts Group ») est un format de fichier image courant qui permet de créer des fichiers image très compressés. Le niveau de compression utilisé peut varier. Moins de compression donne des images de meilleure qualité. Lorsque vous prenez une photo au format JPEG, votre appareil photo convertit le fichier image RAW en un fichier JPEG à 8 bits (avec 8 bits par canal de couleur) avant de l'enregistrer sur la carte mémoire. Pour ce faire, l'appareil photo doit compresser l'image ; cela provoque une perte de données durant l'opération. Les images JPEG sont généralement utilisées pour un affichage à l'écran.

## TIFF

Le format TIFF (de l'anglais « Tag Image File Format ») est un format de fichier image bitmap très utilisé capable de stocker 8 ou 16 bits par canal de couleur. Tout comme les fichiers JPEG, les fichiers TIFF sont convertis à partir de fichiers RAW. Si votre appareil photo ne vous permet pas de prendre des photos au format TIFF, vous pouvez les prendre au format RAW, puis les convertir au format TIFF à l'aide d'un logiciel. Les fichiers TIFF peuvent avoir une plus grande profondeur de bits que les fichiers JPEG, ce qui leur permet de conserver plus d'informations sur les couleurs. De plus, les fichiers TIFF peuvent utiliser la compression sans perte : dans ce cas, bien que le fichier soit un peu plus petit, aucune information n'est perdue. Le résultat final est une image de meilleure qualité. C'est la raison pour laquelle l'impression se fait souvent à partir de fichiers TIFF.

## Astuces en matière de prise de vue

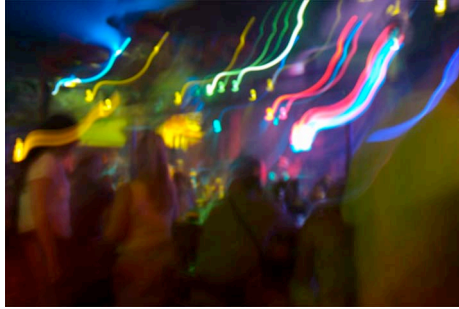
Voici quelques astuces pour vous aider à solutionner des problèmes courants en photographie.

### Réduction du tremblement de l'appareil photo

Le tremblement de l'appareil photo est provoqué par une combinaison des mouvements de la main du photographe (ou son incapacité à garder l'appareil photo immobile), une vitesse d'obturation basse et une longueur focale élevée. Le tremblement de l'appareil photo donne des photos floues. La longueur focale de l'objectif, combinée à une vitesse d'obturation basse, crée une situation dans laquelle la vitesse d'obturation est trop basse pour figer l'image avant que l'appareil photo ne bouge.



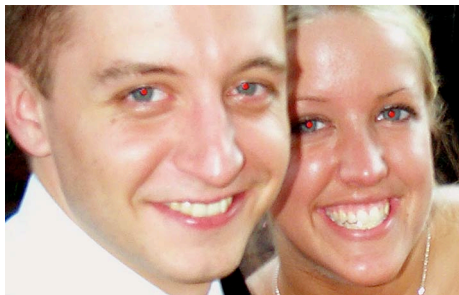
Vous pouvez supprimer le tremblement de l'appareil photo en utilisant un trépied ou en augmentant la vitesse d'obturation à une valeur supérieure à la longueur focale. Par exemple, si vous prenez des photos à une longueur focale équivalente à 100 mm, vous devriez régler la vitesse d'obturation sur 1/100 de seconde ou plus rapide. Le capteur d'image numérique capturera l'image avant que le mouvement de l'objectif n'ait le temps d'enregistrer des informations de lumière supplémentaires sur le capteur.



**Remarque :** certains objectifs disposent de fonctionnalités de stabilisation d'image qui permettent au photographe de prendre des vues à une vitesse d'obturation dont la valeur est inférieure à la longueur focale de l'objectif.

### Suppression de l'effet yeux rouges dans vos photos

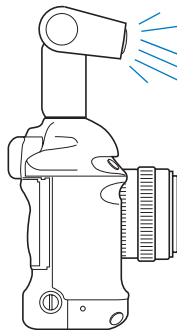
L'effet yeux rouges est ce phénomène qui donne aux gens des yeux rouges ardents dans les photos. Il est provoqué par la proximité du flash (en particulier du flash intégré) et de l'objectif de l'appareil photo, ce qui fait réfléchir la lumière provenant de l'élément à photographier directement vers l'appareil photo. Lors du déclenchement du flash, la lumière se réfléchit sur le sang des capillaires situés au fond de l'œil de la personne et est renvoyée vers l'objectif de l'appareil photo. Les personnes qui ont des yeux bleus sont particulièrement sensibles à ce phénomène car elles disposent de moins de pigments pour absorber la lumière.



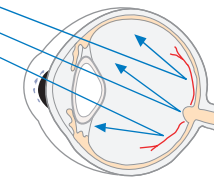
Il y a plusieurs façons de réduire, voire d'éliminer, les yeux rouges dans vos photos. Certains appareils photo disposent d'une fonctionnalité de réduction des yeux rouges, qui émet un petit flash avant le flash proprement dit, forçant ainsi les iris des personnes à photographier à se fermer avant que vous ne preniez la photo. Le principal inconvénient de cette méthode est qu'elle oblige souvent les personnes à fermer involontairement les yeux juste avant que la photo ne soit prise ; de plus, elle n'élimine pas toujours entièrement l'effet yeux rouges.

Une méthode plus efficace consiste à utiliser un flash externe monté sur la griffe porte-flash de l'appareil photo ou, mieux encore, sur un bras d'extension. Un flash externe modifie radicalement l'angle du flash, ce qui empêche l'objectif de capturer le reflet provenant des capillaires situés au fond des yeux.

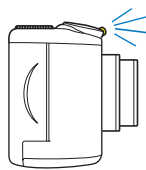
Bien que vous puissiez aussi solutionner le problème des yeux rouges à l'aide d'Aperture, sachez qu'il n'est pas possible de reproduire avec précision la couleur d'origine des yeux de la personne. Empêcher le phénomène de se produire est donc la meilleure solution.



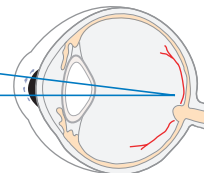
Flash externe



La lumière pénètre dans l'œil selon des angles différents et est diffusée au moment d'en ressortir.



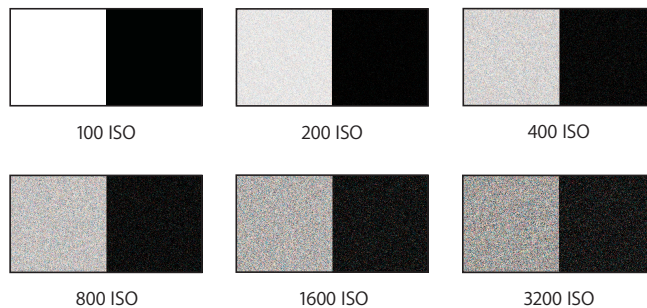
Flash intégré



La lumière pénètre dans l'œil et est directement renvoyée vers l'appareil photo, provoquant l'effet yeux rouges.

## Réduction du bruit numérique

Le bruit numérique est cet effet constitué de petits points qui se produit dans les photos à longue exposition ou dans les photos prises avec un réglage ISO élevé dans des conditions peu lumineuses. Cet effet est plus évident dans les photos prises dans des conditions peu lumineuses. De nombreuses personnes pensent que le bruit numérique est l'équivalent du grain de la pellicule argentique. Bien que les causes soient identiques, les effets sont différents. Certains photographes utilisant des pellicules argentiques prennent intentionnellement des photos avec un grain accentué à des fins artistiques. Le bruit numérique, par contre, porte atteinte à la photo à cause de la présence de pixels clairs irréguliers dans des couleurs unies et ne possède pas les qualités esthétiques du grain de pellicule accentué.



Vous pouvez réduire le bruit numérique en prenant vos photos à des réglages ISO compris entre 100 et 400. Le réglage de 400 ISO donne plus de latitude d'exposition, mais même ce réglage peut provoquer un peu de bruit numérique. Si l'élément à photographier n'est pas en mouvement et que vous ne pouvez pas utiliser de flash, l'utilisation d'un trépied vous permet de prendre des photos avec des réglages ISO bas.

De nombreux modèles de reflex numériques disposent d'une fonctionnalité de réduction du bruit. Si vous l'activez, elle sera utilisée automatiquement lorsque vous prendrez des photos avec de longues expositions. Les couleurs de l'appareil photo sont corrigées au niveau du pixel, l'image étant traitée dès la prise de vue. Le principal inconvénient de la réduction du bruit numérique sur l'appareil photo est l'important temps mort requis pour le traitement de l'image entre deux prises de vue. Une façon d'éviter ce temps mort consiste à désactiver la fonctionnalité de réduction du bruit désactivée sur l'appareil photo et d'utiliser les contrôles d'ajustement Réduction de bruit d'Aperture après y avoir importé les photos.



Avoir une idée de la manière dont la lumière est capturée, stockée, affichée à l'écran et imprimée peut vous aider à créer la photo que vous souhaitez.

Il n'est pas nécessaire d'avoir des notions de physique concernant la lumière et la couleur pour pouvoir juger du réalisme des couleurs d'une photo. Comment savez-vous qu'un coucher de soleil est orange, que le ciel est bleu et que l'herbe est verte ? Et quel est exactement l'orange du coucher de soleil ? Quelle sorte d'orange est-ce ? Il est relativement facile de décrire verbalement votre perception des couleurs, mais comment choisissez-vous la balance des blancs qui rend le mieux la couleur orange ? Ce chapitre explique comment reproduire fidèlement la couleur que vous capturez à l'aide de votre appareil photo à l'écran et dans vos impressions.

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

- La perception subjective de la couleur par l'œil humain (p. 29)
- Comment l'œil perçoit la lumière et la couleur (p. 31)
- Sources de lumière (p. 32)
- L'affichage d'une photo numérique (p. 35)

## La perception subjective de la couleur par l'œil humain

Parmi les éléments qui font une bonne photo, il y a la composition, la couleur et la luminosité. En tant que photographe, votre tâche consiste à capturer les couleurs que vous voyez de la façon la plus fidèle possible. Que vous souhaitiez rendre la couleur exactement comme vous la voyez ou améliorer la couleur en ajustant sa température, vous devez comprendre vos choix et composer la photo en conséquence.

Malheureusement, l'œil et le cerveau humain ne peuvent pas voir les couleurs de manière objective. À moins de comparer côte à côte votre photo à l'écran, le tirage photographique et l'élément photographié proprement dit, il sera difficile de déterminer la façon dont les couleurs sont altérées d'un support à l'autre. Et même en comparant les différents supports côte à côte, il sera pratiquement impossible de mesurer les différences de manière objective à l'aide de vos yeux uniquement.

La nature subjective de la perception visuelle ne doit pas nécessairement être considérée comme un handicap. Cela serait même plutôt une bonne chose. Le caractère objectif de la technologie donne bien souvent lieu à des remises en question en photographie. Le problème de la balance des blancs en est un bon exemple. Aussi bien les pellicules que les capteurs d'image numériques sont conçus pour interpréter le blanc dans des conditions bien déterminées. La lumière extérieure (celle du jour) contient bien plus de lumière bleue que la lumière produite par les ampoules et les bougies à l'intérieur. Dans ces différentes conditions d'éclairage, les objets blancs paraissent objectivement plus bleus (lumière du jour), plus rouges (lampes à incandescence) ou plus verts (lampes à fluorescence), mais le cerveau utilise une série d'indices psychologiques pour déduire que les objets blancs sont blancs, même s'ils paraissent être d'une autre couleur.

Une voiture blanche sous un coucher de soleil paraît orange, mais si quelqu'un vous demande la couleur de la voiture, vous répondrez sans hésiter qu'elle est blanche. C'est parce que vous savez que la voiture est blanche même si elle semble ne pas l'être à ce moment-là. Le matin, même si la voiture a une teinte bleutée, vous répondrez également qu'elle est blanche. Les capteurs d'image numériques et les pellicules, par contre, n'enregistrent que ce qu'ils reçoivent objectivement ; ils ne l'interprètent pas. La fonctionnalité de balance des blancs automatique qui équipe de nombreux appareils photo numériques mesure la scène dans le viseur et commande à l'appareil photo d'interpréter le point le plus clair comme étant du blanc. Il est important de le savoir lorsque vous passez d'un éclairage à un autre.

La lumière et la couleur peuvent être mesurées et caractérisées de façon objective. L'analyse scientifique de la lumière et de la couleur est nécessaire pour fabriquer des outils photographiques fiables et cohérents tels que des pellicules, des capteurs d'image numériques, des écrans et des imprimantes. L'objectif n'est pas nécessairement de faire en sorte que tous ces appareils capturent ou affichent les couleurs de la même façon (bien que cela rendrait les choses nettement plus simples), mais de développer une terminologie et des processus permettant de mesurer objectivement en quoi ces appareils diffèrent et d'ajuster la sortie en conséquence, afin que les résultats correspondent à la perception visuelle.

## Comment l'œil perçoit la lumière et la couleur

Les capteurs d'image numériques et l'œil humain perçoivent la couleur de façon similaire. Une des choses remarquables concernant la vision de l'homme est son incroyable flexibilité. Un œil « sain » peut voir dans la lumière du plus fort des soleils comme dans l'obscurité presque totale. Si vous avez un peu d'expérience en photographie, vous savez que c'est là une flexibilité remarquable. Les pellicules qui fonctionnent en extérieur sont pratiquement inutiles en intérieur et inversement. La flexibilité de la vision humaine vient de trois parties différentes de l'œil :

- *La pupille ou l'iris* : la pupille (que l'on appelle aussi *l'iris*) se dilate et se rétrécit en fonction de la quantité de lumière que l'œil reçoit.
- *Les bâtonnets rétiens* : un des deux types de cellules sensibles à la lumière. Les bâtonnets rétiens perçoivent les niveaux de luminosité (mais pas la couleur) et fonctionnent le mieux sous une lumière faible.
- *Les cônes rétiens* : un des deux types de cellules sensibles à la lumière. Les cônes rétiens peuvent percevoir la couleur sous une lumière forte.

Tout comme les capteurs d'image numériques disposent d'éléments sensibles à la lumière capables de lire la lumière rouge, verte et bleue, l'œil dispose de trois types de cônes rétiens, chacun sensible à une partie différente du spectre électromagnétique visible :

- *Les cônes L* : perçoivent les couleurs de teintes rouges possédant des longueurs d'onde, dans le spectre visible, comprises environ entre 600 et 700 nanomètres (nm).
- *Les cônes M* : perçoivent les couleurs de teintes vertes possédant des longueurs d'onde, dans le spectre visible, comprises environ entre 500 et 600 nm.
- *Les cônes S* : perçoivent les couleurs de teintes bleues possédant des longueurs d'onde, dans le spectre visible, comprises environ entre 400 et 500 nm.

L'œil humain possède environ deux fois plus de cônes rétiens sensibles au vert que de cônes rétiens sensibles au rouge et au bleu. Cette arrangement des couleurs est semblable à celui des éléments de couleur d'un capteur d'image numérique. (Pour en savoir plus sur la façon dont les capteurs d'image numériques capturent les images, consultez la section « Capteur d'image numérique » à la page 19).

La couleur que l'œil voit dans une scène dépend des cellules qui sont stimulées. La lumière bleue, par exemple, stimule les cônes sensibles au bleu, ce que le cerveau interprète comme étant du bleu. Le cerveau interprète les combinaisons de réponses provenant de plusieurs cônes à la fois comme des couleurs secondaires. Par exemple, la lumière rouge et la lumière bleue stimulent en même temps les cônes sensibles au rouge et ceux sensibles au bleu, et le cerveau interprète cette combinaison comme étant du magenta (rouge + bleu). Si les trois types de cônes rétiens sont stimulés par la même quantité de lumière, l'œil voit du blanc ou une nuance neutre de gris.

Les cônes sont plus étalés dans l’œil que les bâtonnets. De plus, ils sont nettement moins sensibles à la lumière de sorte qu’ils ne sont activés que lorsque la luminosité d’une scène ou d’un objet franchit un certain seuil. C’est pourquoi les scènes à faible luminosité ont tendance à être monochromatiques (comme le noir ou le blanc), alors que les scènes à forte luminosité sont détectées par les cônes et donc perçues en couleur.

## Sources de lumière

Avant l’invention de l’éclairage électrique, l’énergie électromagnétique ne provenait que de quelques sources. Le soleil reste la principale source de lumière. Le feu et les bougies ont fourni une lumière aux heures du soir pendant des milliers d’années, même si celle-ci est nettement plus faible que celle des lampes électriques. Parmi les nouvelles sources de lumière, il y a les lampes à lumière incandescente, les tubes à lumière fluoescence, les tubes cathodiques (les écrans CRT), les écrans à cristaux liquides, les diodes électroluminescentes (voyants DEL) et quelques matériaux phosphorescents. Ces sources de lumière influencent directement les photos que vous prenez en tant que photographe.

## La température de couleur de la lumière

Le terme *température de couleur* est utilisé pour décrire la couleur de la lumière. Toute source de lumière a une température de couleur. La température de couleur fait toutefois référence à la valeur de couleur de la lumière plutôt qu’à sa valeur calorifique. La température de couleur de la lumière se mesure en unités appelées *kelvins* (K). Cette échelle des températures mesure l’intensité relative de la lumière allant du rouge au bleu. La lumière chaude, celle qui a tendance à jeter une teinte rouge-orange sur la photo, possède une température moins élevée. La lumière neutre ou équilibrée se situe dans la moyenne et n’a pas d’incidence sur les valeurs de couleur de la photo à cause de ses qualités de blanc. La lumière froide, celle qui paraît bleue, possède une température plus élevée.

Source de lumière	Température de couleur approximative
Bougie	1930 K
Lumière du soleil à l’aube	2000 K
Lampe à incandescence (d’intérieur)	2400 K
Lampe fluoescence d’intérieur traditionnelle	3000 K
Lampe photographique	3200 K
Lampe « photoflood »	3400 K
Lampe flash transparente	3800 K
Lumière du soleil à midi	5400–5500 K
Lampe flash bleue	6000 K
Lampe flash électronique	6000 K
Lumière du jour (en moyenne)	6500 K
Ciel bleu	12000–18000 K



Avec l'invention de la photo couleur, une série de nouveaux problèmes sont apparus. En plus de devoir exposer correctement la photo, les photographes devaient dorénavant aussi prendre en compte les diverses teintes de couleur que les différentes sources de lumière jetaient sur leur émulsion. Les fabricants de pellicules améliorèrent la situation en développant des émulsions différentes pour les plages des températures de couleur de la lumière du jour et des lampes à incandescence. Les fabricants d'appareils photo s'en mêlèrent aussi en développant des filtres de couleur à fixer sur l'objectif de l'appareil photo pour aider les photographes à prendre des photos dans une plage de températures différente de celle de la pellicule. Ces diverses solutions n'éliminèrent toutefois pas entièrement le problème parce que les photos prises dans des conditions d'éclairage imprévues et difficiles restaient irréparables au cours de la phase d'impression.

### Comment la balance des blancs détermine la température de couleur

Lorsque vous prenez une photo à l'aide d'un appareil photo numérique, la température de couleur de la scène n'est prise en compte qu'une fois que l'image est traitée par le processeur de l'appareil photo. L'appareil photo se réfère à son réglage de la balance des blancs lorsqu'il traite l'image. Lorsque la balance des blancs de l'appareil photo est réglée sur automatique, l'appareil photo assume que la valeur la plus claire est du blanc et ajuste toutes les autres couleurs de la photo en conséquence. Si la valeur la plus claire *est réellement* du blanc, les couleurs de la photo sont rendues correctement. Par contre, si la couleur la plus claire est du jaune, l'appareil photo assume toujours que cette valeur est du blanc et déséquilibre toutes les autres couleurs.

Il est toutefois possible de régler la température de couleur d'une image numérique. La balance des blancs est un processus mathématique qui calcule la température de couleur d'une image et applique les effets aux valeurs de couleur de l'image une fois que le fichier RAW est stocké. Les données relatives à la température de couleur sont stockées sous forme de métadonnées. Les données numériques qui composent le fichier RAW original ne sont pas modifiées. De cette façon, quel que soit le réglage de balance des blancs ou de température de couleur qui a été appliqué lors de la prise de vue, *la température de couleur de l'image peut toujours être corrigée après coup*. Les fichiers RAW des appareils photo numériques solutionnent le problème de la flexibilité de la température de couleur, alors que les pellicules n'ont jamais réussi à le faire.

## Mesure de l'intensité de la lumière

Pour pouvoir prendre une photo avec une exposition correcte, vous devez connaître la valeur exacte de l'intensité de la lumière. Les photographes utilisent des posemètres pour mesurer l'intensité de la lumière réfléchie dans une scène. Les appareils photo numériques disposent de posemètres intégrés très sophistiqués et extrêmement précis. Malheureusement, cette précision est subjective. L'ouverture du diaphragme et les vitesses d'obturation recommandées sont déterminées par la façon dont la lumière éclaire la scène et le réglage du posemètre. Le posemètre de l'appareil photo peut « conseiller » au photographe une combinaison entre ouverture et vitesse d'obturation offrant une exposition correcte. Mais il ne vous donnera probablement pas l'exposition parfaite, parce qu'il ne sait pas ce que vous êtes en train de photographier. Les posemètres ne peuvent en effet pas évaluer les couleurs ni le contraste. Il ne voient que la luminance, c'est-à-dire la luminosité de la lumière réfléchie dans une scène.

Les appareils photo équipés de posemètres sophistiqués peuvent être réglés pour mesurer ou tester des zones déterminées de la scène. La plupart des reflex numériques permettent de choisir la zone du viseur à mesurer. Voici les principaux réglages de mesure de la luminosité :

- *Mesure évaluative* : la mesure évaluative divise le cadre en plusieurs petites zones, prend une mesure par zone, puis calcule la moyenne de toutes les zones pour recommander la meilleure valeur d'exposition pour l'ensemble de la photo.
- *Mesure sélective* : la mesure sélective mesure la lumière dans une petite zone cible (située généralement au centre du cadre). La mesure sélective est particulièrement utile lorsque l'élément à photographier se trouve sur un arrière-plan relativement clair ou sombre. La mesure sélective vous permet d'exposer correctement l'élément à photographier. L'inconvénient est qu'il est possible que l'arrière-plan soit fortement sous-exposé ou surexposé. C'est pourquoi il est recommandé de prendre plusieurs vues en rafale lorsque vous vous trouvez dans une situation qui nécessite l'utilisation du posemètre. Pour en savoir plus sur la prise de vue en rafale, consultez la section suivante « Prises de vue en rafale pour obtenir la bonne exposition ».
- *Mesure intégrale à prédominance centrale* : lorsque le posemètre de l'appareil photo est réglé sur la mesure intégrale à prédominance centrale, l'appareil photo mesure la lumière dans l'ensemble du viseur, mais donne la prédominance au centre du cadre. Ce réglage est généralement utilisé par les photographes portraitistes, car l'élément à photographier est généralement centré alors que l'arrière-plan ne peut pas être ignoré. Si l'élément n'est pas au centre du cadre, le posemètre assume que l'arrière-plan est l'exposition correcte et laisse l'élément exposé de façon incorrecte.

Il est important de noter que les posemètres ne font que conseiller. Si vous tenez surtout à faire ressortir les détails des parties éclairées de la scène, vous pouvez opter pour une exposition plus courte que celle recommandée par le posemètre. De la même façon, si vous tenez surtout à faire ressortir les détails des parties sombres de la scène, vous pouvez opter pour une exposition plus longue que celle recommandée par le posemètre. C'est à vous, en tant que photographe, d'utiliser le posemètre pour obtenir la meilleure exposition de la scène dans votre photo.

### Prises de vue en rafale pour obtenir la bonne exposition

Même une mesure soignée de la lumière donne parfois des photos sous-exposées ou surexposées. C'est pourquoi les photographes professionnels prennent leurs photos en rafales chaque fois que c'est possible pour être sûrs d'obtenir une photo exposée correctement. La prise de vue en rafale consiste à prendre trois photos consécutives du même sujet avec l'ouverture et la vitesse d'obturation recommandées par le posemètre : une photo sous-exposée d'un cran, une photo à l'exposition recommandée et une photo surexposée d'un cran. Photographier le même sujet avec trois expositions différentes est la meilleure façon de s'assurer une photo correctement exposée.

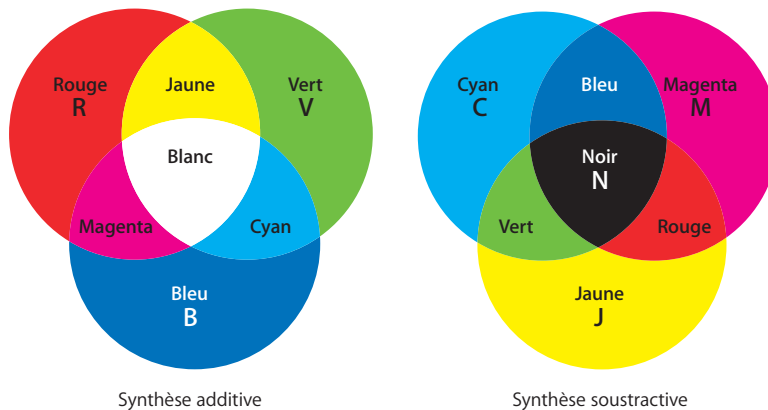
**Remarque :** la plupart des modèles de reflex numériques disposent d'une fonctionnalité de prise de vue en rafale automatique intégrée. Consultez le manuel d'utilisation pour apprendre comment l'utiliser.

### L'affichage d'une photo numérique

Les photographes affichent leurs photos numériques de deux façons : à l'écran et sur papier. Les méthodes d'affichage d'une photo à l'écran et sur une impression affichée au mur sont tout à fait différentes. Les ordinateurs, les téléviseurs, les caméras et les appareils photo créent des photo couleur en combinant les couleurs primaires rouge, vert et bleu (RVB) émises par une source de lumière. Cette approche est basée sur la théorie de la synthèse additive des couleurs. Les photos imprimées, elles, nécessitent une source de lumière externe à partir de laquelle réfléchir la lumière. La technologie d'impression utilise la théorie de la synthèse soustractive des couleurs, en général, avec quatre couleurs primaires : le cyan, le magenta, le jaune et le noir (CMJN).

## Comparaison entre synthèse additive et synthèse soustractive des couleurs

On dit que les photos dont les éléments de couleur sont dérivés de la source de lumière proprement dite utilisent la synthèse additive, alors que les photos qui soustraient ou absorbent certaines longueurs d'onde de la lumière et qui réfléchissent donc certaines couleurs vers l'observateur utilisent la synthèse soustractive. À cause de ces différences, une photo affichée avec des couleurs obtenues par synthèse additive (par exemple, sur un écran) sera toujours différente de la même photo affichée avec des couleurs obtenues par synthèse soustractive (par exemple, sur la couverture d'un magazine). Cela est dû au fait que les appareils numériques tels que les écrans à cristaux liquides combinent les lumières rouge, verte et bleue dans différentes combinaisons pour produire la couleur souhaitée. Toutes les couleurs combinées à leur intensité maximale donnent du blanc, tandis que l'absence de couleur donne du noir. Par contre, un document imprimé, comme une couverture de magazine, associe différentes combinaisons de cyan (C), de magenta (M), de jaune (J) et de noir (N) pour créer une couleur qui réfléchit la lumière de la bonne couleur. L'encre noire (N) est ajoutée en dernier à la photo pour produire du noir pur. L'ajout d'encre donne une couleur plus foncée, alors que l'absence d'encre donne une couleur plus claire. Ce modèle de couleurs est aussi connu sous le nom de *CMJN* ou quadrichromie.



## La gamme de couleurs

En 1931, un groupe de scientifiques et d'intellectuels qui se donnaient pour nom la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) s'était fixé pour objectif de définir des normes pour la couleur. Avec la plus grande objectivité possible sur un sujet aussi subjectif, ils mirent au point un système de coordonnées destiné à catégoriser le monde des couleurs. D'après ce système, toutes les teintes que l'œil perçoit peuvent être décrites à l'aide de coordonnées  $x$  et  $y$ . Nous pouvons donc dire qu'il est possible de convertir les couleurs primaires RVB de tout appareil qui reproduit des couleurs en valeurs  $x$  et  $y$  de la CIE. Cette affirmation constitue le point de départ des systèmes de gestion des couleurs comme ColorSync. L'ensemble des couleurs décrites par le diagramme bidimensionnel de ces coordonnées  $x$  et  $y$  est souvent appelé la *gamme de couleurs* de l'appareil. En d'autres termes, la gamme de couleurs d'un système fait référence à l'ensemble des différentes couleurs que ce système est capable d'afficher. En plus de cette description des couleurs bidimensionnelle, la gamme de couleurs possède une troisième dimension : la luminosité. Malheureusement, la gamme de couleurs des écrans ne correspond pas exactement aux couleurs obtenues par synthèse soustractive de l'impression. Par exemple, certaines couleurs qui apparaissent à l'écran ne peuvent pas être reproduites à l'identique à l'impression et inversement.

## Affichage d'images à l'écran

Comme il est dit plus haut, lorsque vous affichez avec des photos sur l'écran de votre ordinateur, vous travaillez avec de la lumière additive. L'écran convertit l'électricité en lumière et les pixels de l'écran produisent une image en utilisant un modèle d'espace colorimétrique RVB. (Le terme *espace colorimétrique* fait référence aux limites, ou paramètres, d'un spectre visible donné. Les espaces colorimétriques les plus courants sont sRGB et Apple RGB). Ce processus commence lorsque le fichier image sur le disque dur de l'ordinateur est traité, puis envoyé à la carte graphique pour d'autres traitements et pour stockage temporaire dans la mémoire. La carte graphique traite la photo, se préparant à l'afficher dans la résolution et dans le profil colorimétrique de l'écran ou des écrans connectés à l'ordinateur. (Un profil colorimétrique correspond à la compilation des informations colorimétriques relatives à un appareil déterminé, comme par exemple sa gamme de couleurs, son espace colorimétrique et ses modes de fonctionnement). Le traitement de la photo peut prendre du temps, en fonction de la taille et de la profondeur de bits du fichier image, de la taille et du nombre d'écrans dans le système, et de la résolution de ces derniers. Que la photo ait été numérisée ou téléchargée directement à partir d'un appareil photo, elle a été enregistrée numériquement dans un espace colorimétrique RVB.

Le principe du RVB est la combinaison des couleurs rouge, vert et bleu émises par une source de lumière pour former une grande variété de couleurs supplémentaires. Sur les écrans en couleurs, trois éléments de couleur (un rouge, un vert et un bleu) sont combinés pour former un pixel. Lorsque le rouge, le vert et le bleu sont combinés à leur intensité maximale, on obtient du blanc. En cas d'absence de lumière dans les trois éléments de couleur, on obtient du noir.

## Importance de l'étalonnage de votre écran

Il est extrêmement important d'étalonner (ou de calibrer) votre ou de vos écrans pour vous assurer que les couleurs affichées à l'écran correspondent bien aux couleurs que vous souhaitez produire sur papier ou sur le Web. Votre flux de production numérique dépend d'un bon étalonnage des couleurs, depuis la capture jusqu'à l'affichage et l'impression. Les retouches que vous apportez à vos photos numériques ne seront pas reproduites fidèlement à l'impression si votre écran n'est pas étalonné. Elles auront aussi un aspect différent lorsqu'elles seront affichées sur d'autres écrans. L'étalonnage de votre écran permet à ColorSync d'ajuster votre photo afin qu'elle puisse être affichée de façon cohérente. L'étalonnage consiste connecter à votre écran un appareil optique qui analyse sa luminance et sa température de couleur. Il existe plusieurs fabricants d'étalonneurs. Ces outils peuvent être assez chers et leur qualité varie grandement ; faites donc suffisamment de recherches avant de prendre votre décision d'achat. Pour obtenir une liste des étalonneurs disponibles, consultez le Guide des Produits Macintosh à l'adresse <http://guide.apple.com/fr/>.

## Les moniteurs Apple Cinema Display sont parfaits pour l'épreuve

Les moniteurs Apple Cinema Display sont tellement performants dans l'affichage des couleurs que vous pouvez les utiliser dans un flux de production d'épreuve logiciel certifié SWOP. Les systèmes d'épreuve basés sur écran Remote Director 2.0 d'Integrated Color Solutions, Inc. et Matchprint Virtual Proofing System-LCD de Kodak Polychrome Graphics ont tous deux obtenu la certification SWOP (Specifications for Web Offset Publications). La prestigieuse certification SWOP signifie que vous pouvez utiliser Remote Director 2.0 pour approuver des travaux destinés à la presse directement à l'écran, sans besoin d'épreuves papier, ce qui permet aux professionnels de l'impression d'effectuer d'importants gains de temps et d'argent.

Les systèmes certifiés sont capables de produire des épreuves en tout point similaires à l'épreuve photographique certifiée SWOP comme défini dans la norme ANSI CGATS TR 001, Graphic Technology. Integrated Color Solutions, Inc. et Kodak Polychrome Graphics ont choisi les écrans plats d'Apple parce qu'ils sont capables de fournir la luminance et la gamme de couleurs nécessaires à la création d'une épreuve à l'écran de même luminosité et même aspect que l'épreuve sur papier.

**Remarque :** il est nécessaire que vos moniteurs Apple Cinema Display soient étalonnés pour obtenir des résultats précis lors de l'épreuve logiciel de vos photos.

## Impression d'images

L'impression d'images requiert la conversion des couleurs de l'espace colorimétrique RVB aux couleurs de l'espace colorimétrique CMJN. Cela est dû au fait que les photos imprimées doivent réfléchir la lumière d'une source externe pour être vues. Les photos sont généralement imprimées sur du papier blanc ; il n'y a donc pas besoin d'encre blanche. Les couleurs foncées sont produites en ajoutant des couleurs, tandis que les couleurs claires sont produites en réduisant le mélange de couleurs.

Pour en savoir plus sur la qualité des photos imprimées, consultez le chapitre 3 « Réduction du bruit numérique » à la page 41.

## Types d'imprimantes

Les imprimantes se répartissent en deux groupes : les imprimantes à usage personnel et les imprimantes à usage professionnel.

### Imprimantes à usage personnel

Il existe deux types d'imprimantes à usage personnel abordables pour tous les photographes.

- *Imprimantes à jet d'encre* : les imprimantes à jet d'encre produisent des photos en pulvérisant de minuscules gouttelettes d'encre sur le papier. Elles sont capables de placer les gouttelettes microscopiques sur le papier avec une très grande précision, ce qui donne des photos de haute résolution. Il existe deux méthodes pour appliquer l'encre sur le papier. La première consiste à réchauffer l'encre à une température suffisante pour lui permettre de goutter. La seconde consiste à faire vibrer une minuscule soupape remplie d'encre afin de la forcer à propulser une gouttelette sur le papier.
- *Imprimantes à sublimation* : les imprimantes à sublimation produisent les photos en chauffant un ruban coloré jusqu'à l'état gazeux afin de transmettre l'encre au papier. Le ruban est une matière plastique qui rend l'impression pratiquement résistante à l'eau et difficile à enlever. L'incroyable durabilité des impressions par sublimation leur confère une longévité jusqu'à présent inégalée.

La qualité des imprimantes à jet d'encre s'est améliorée de façon remarquable ces dernières années, rendant leur résolution et leur gamme de couleurs meilleures que celles des imprimantes à sublimation.

### Imprimantes à usage professionnel

Il existe deux types d'imprimantes à usage professionnel. Contrairement aux imprimantes à usage personnel, elles sont relativement chères.

- *Presses offset* : les presses offset sont utilisées pour l'impression d'énormes quantités de documents, comme les magazines et les prospectus. Les presses offset déposent de l'encre en lignes de points de simili pour produire des images sur le papier. L'imprimante utilise un tambour fixe pour transférer l'image sur le papier.
- *Imprimantes RA-4* : les imprimantes RA-4 peuvent imprimer des fichiers numériques sur du papier photo traditionnel. Elles utilisent une série de lumières colorées pour insoler le papier qui fusionne les couleurs pour produire des tons continus. Comme elles sont très chères et assez volumineuses, la plupart des imprimantes à impression directe ne sont disponibles que dans les laboratoires photo professionnels.



Le concept de résolution est souvent un peu confus pour beaucoup de personnes. En effet, la résolution se mesure différemment selon qu'il s'agit d'appareils photo, d'écrans ou d'imprimantes.

La *résolution* décrit la quantité de détails qu'une photo peut contenir. Cette section explique en quoi consiste la résolution des photos et montre comment le fait de comprendre ce concept peut vous aider à créer des photos numériques de meilleure qualité.

Ce chapitre couvre les sujets suivants :

- Quelques éclaircissements concernant la résolution (p. 41)
- Comment la mesure de la résolution change d'un appareil à l'autre (p. 44)
- Représentation de la résolution des différents appareils (p. 45)
- Calcul des couleurs et virgule flottante (p. 47)

## Quelques éclaircissements concernant la résolution

La résolution d'une image est déterminée par le nombre de pixels que l'image comporte et par la profondeur de bits de chaque pixel.

### À propos des pixels

Un pixel est le plus petit élément discernable sur une image. Chaque pixel s'affiche dans une couleur déterminée. La couleur et la luminosité d'un pixel sont déterminées par la profondeur de bits. Pour en savoir plus, consultez la section « À propos de la profondeur de bits » à la page 42.

Les pixels sont regroupés pour donner l'illusion d'une image. Lors de l'affichage des couleurs, trois éléments de couleur (un rouge, un vert et un bleu) sont combinés pour former un pixel. Plus il y a de pixels dans une image, plus les détails de l'image sont nets et plus l'élément photographié original est représenté avec clarté. C'est pourquoi, plus il y a de pixels, plus l'image affichée ressemblera à l'élément original.

Comme même une petite photo peut contenir énormément de pixels, le nombre de pixels est souvent exprimé en mégapixels (millions de pixels). Par exemple, 1 500 000 pixels correspond à 1,5 mégapixels.

### À propos de la profondeur de bits

La *profondeur de bits* décrit le nombre de valeurs tonales ou nuances de couleur que chaque canal d'un pixel est capable d'afficher. Augmenter la profondeur de bits des canaux de couleur des pixels d'une image augmente le nombre de couleurs que chaque pixel est capable de représenter de façon exponentielle.

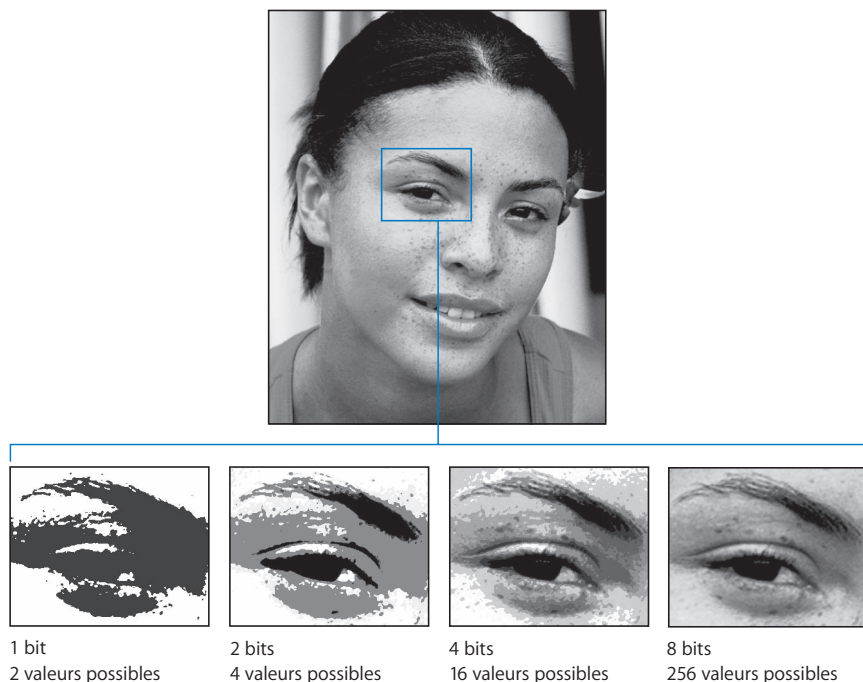
La profondeur de bits initiale d'une photo est contrôlée par votre appareil photo. De nombreux appareils photo offrent plusieurs réglages de fichier. Par exemple, les appareils photo reflex numériques ont généralement deux réglages, ce qui permet au photographe d'enregistrer les photos qu'il prend dans un fichier JPEG à 8 bits (avec 8 bits par canal de couleur) ou dans un fichier RAW à 16 bits (avec 12 à 14 bits par canal de couleur).

Les types de fichiers image utilisent des profondeurs de bits statiques. Les types de fichier JPEG, RAW et TIFF ont tous des profondeurs de bits différentes. Comme vous pouvez le constater dans le tableau ci-après, le type de fichier dans lequel vous enregistrez vos prises de vue a une très grande incidence sur les tons visibles sur la photo.

Profondeur de bits par canal de couleur	Nombre de valeurs tonales possibles par canal de couleur	Type de fichier équivalent le plus proche
2	4	
4	16	
8	256	JPEG, certains TIFF
12	4096	La plupart des RAW
14	16 384	Certains RAW
16	65 536	Certains TIFF

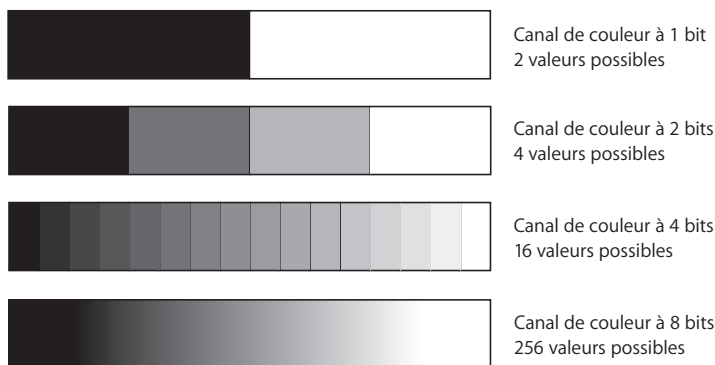
**Remarque :** la profondeur de bits d'un fichier image est uniforme (chaque pixel de la photo a le même nombre de bits) et est tout d'abord déterminée par la façon dont la photo est prise.

Voici un exemple pratique de profondeur de bits. Pour comprendre l'incidence de la profondeur de bits sur une photo, regardez la photo de la fille ci-après. Il s'agit d'une image en niveaux de gris à 8 bits. Un agrandissement de son œil est utilisé pour illustrer les effets des faibles profondeurs de bits sur la résolution de la photo.



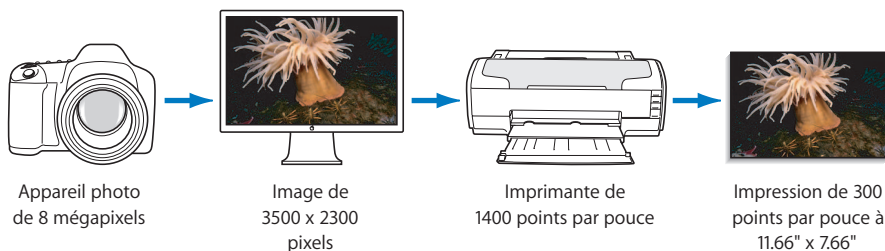
Les formats tel que le format JPEG utilisent 24 bits par pixel : 8 bits pour le canal rouge, 8 bits pour le canal vert et 8 bits pour le canal bleu. Un canal de couleur de 8 bits peut représenter 256 valeurs possibles ( $2^8$ ), tandis que trois canaux de couleur de 8 bits chacun peuvent représenter 16 777 216 valeurs ( $2^{24}$ ). Les fichiers image RAW utilisent aussi trois canaux de couleur. Étant donné que la plupart des fichiers RAW peuvent capturer entre 12 et 14 bits par canal de couleur, leur gamme de couleurs est nettement plus grande.

L'exemple suivant illustre le fait qu'augmenter la profondeur de bits d'un pixel permet d'augmenter le nombre de valeurs de couleur que ce dernier peut représenter. Augmenter la profondeur de bits d'un bit permet de doubler le nombre de valeurs de couleur possibles.



## Comment la mesure de la résolution change d'un appareil à l'autre

Vous comprenez maintenant que la résolution en soi n'est pas compliquée ; elle mesure simplement la quantité de détails qu'une image peut contenir. Cependant, lorsque l'on décrit la résolution pour différents appareils numériques, comme par exemple des appareils photo, des moniteurs et des imprimantes, les différentes unités de mesure peuvent prêter à confusion. La résolution d'un appareil photo est le nombre de mégapixels (millions de pixels) que son capteur d'image numérique est capable de capturer. La résolution d'un moniteur est exprimée en pixels par pouce ou sous la forme d'une dimension maximale, comme par exemple 1920 x 1280 pixels. La résolution maximale d'une imprimante est exprimée en points par pouce, c'est-à-dire, le nombre de points qu'elle peut placer dans un carré d'un pouce de côté de papier. Ces différentes unités de mesure rendent difficile le suivi de la résolution d'une photo numérique lorsqu'elle passe d'un appareil à l'autre. Non seulement les unités de mesure changent, mais les valeurs numériques changent aussi !



## Représentation de la résolution des différents appareils

Faire le suivi des unités de mesure changeantes entre un appareil photo, un écran et une imprimante n'est pas chose facile. Mais sans comprendre de quelle manière la résolution change entre ces appareils, vous pourriez par inadvertance nuire à la qualité de vos photos.

### Résolution des appareils photo

La résolution potentielle d'un appareil photo est mesurée en mégapixels (le nombre de millions de pixels utilisés pour enregistrer la photo). Plus le nombre de mégapixels est élevé, plus la photo est capable de stocker des informations. La raison pour laquelle la résolution d'un appareil photo est potentielle vient du fait que la qualité de l'objectif, le réglage ISO et le réglage de compression peuvent avoir une incidence sur la qualité de l'image. Pour en savoir plus sur le fonctionnement d'un appareil photo, consultez le chapitre 1 « Comment les appareils photo numériques capturent les images » à la page 7.

Le nombre de mégapixels qu'un appareil photo est capable de capturer peut être utilisé pour déterminer approximativement la meilleure qualité d'impression que l'appareil photo pourra finalement produire.

Mégapixels	Dimensions de l'impression à 200 points par pouce	Taille approximative du fichier non compressé
1	4" x 3" (10 x 8 cm)	1 Mo
1	4" x 3,5" (10 x 9 cm)	2 Mo
2	6" x 4" (15 x 10 cm)	3 Mo
2,5	10" x 6" (25 x 15 cm)	7 Mo
4	12" x 8" (30 x 20 cm)	12 Mo
5	14" x 9" (35 x 23 cm)	15 Mo
7	16" x 11" (40 x 28 cm)	21 Mo

## Résolution des écrans

Le nombre maximal de pixels qu'un moniteur peut afficher détermine sa résolution maximale. La plupart des moniteurs disposent de plusieurs réglages de la résolution possibles. Par exemple, le moniteur Apple Cinema HD Display de 23 pouces dispose de réglages de la résolution allant de 640 x 480 à 1920 x 1200 pixels. En tant que photographe, il est préférable d'utiliser le moniteur à sa résolution maximale. De cette manière, vous serez sûr de visualiser tous les éléments de l'image à l'écran.

### À propos des différences entre la résolution des écrans CRT et celle des écrans plats

Les écrans CRT (à tube cathodique) et les écrans plats n'ont pas les mêmes caractéristiques en matière de résolution. Les écrans CRT sont capables de changer de résolution, de sorte que la résolution que vous sélectionnez est affichée dans la résolution réelle et que les pixels sont dessinés correctement et nettement quelles que soient les résolutions prises en charge. Pour les écrans plats, par contre, une seule résolution apparaît de façon nette et fidèle à l'image : la résolution maximale. Sélectionner une autre résolution provoque l'adaptation de l'ensemble de la photo à l'écran à cette dimension, ce qui fait que la photo est de moindre qualité ou légèrement floue.

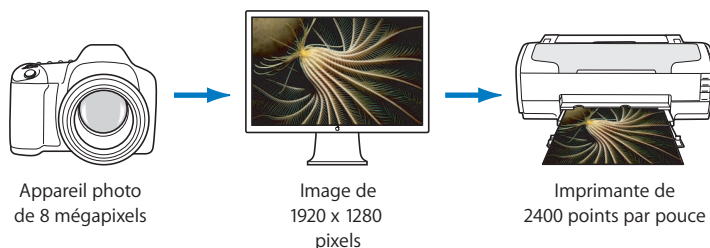
## Résolution des imprimantes

En fin de compte, c'est la qualité de l'impression qui compte. Elle est déterminée par la combinaison de deux facteurs :

- *La résolution du fichier image* : la résolution du fichier image est déterminée par le nombre de pixels dans la photo et par la profondeur de bits des pixels eux-mêmes. Plus le fichier image contient de pixels, plus il est capable d'afficher des informations. En plus du nombre de pixels, la profondeur de bits joue aussi un rôle important. Plus la profondeur de bits est élevée, plus le nombre de couleurs qu'un pixel est capable d'afficher est grand.

Pour en savoir plus sur la profondeur de bits, consultez la section « À propos de la profondeur de bits » à la page 42.

- *La résolution de l'imprimante* : la résolution d'une imprimante est déterminée par le nombre de points qu'elle est capable d'imprimer dans un carré d'un pouce de côté, mesurée en points par pouce. Le nombre de points par pouce maximal d'une imprimante détermine la qualité d'image qu'elle est capable de produire.



## Calcul des couleurs et virgule flottante

Comme vous venez de le voir, les appareils numérique traduisent les couleurs en nombres. Aperture calcule les couleurs à l'aide de la virgule flottante, un type de calcul qui permet une très haute résolution et des marges d'erreur infimes dans les calculs.

### À propos de la profondeur de bits et de la quantification

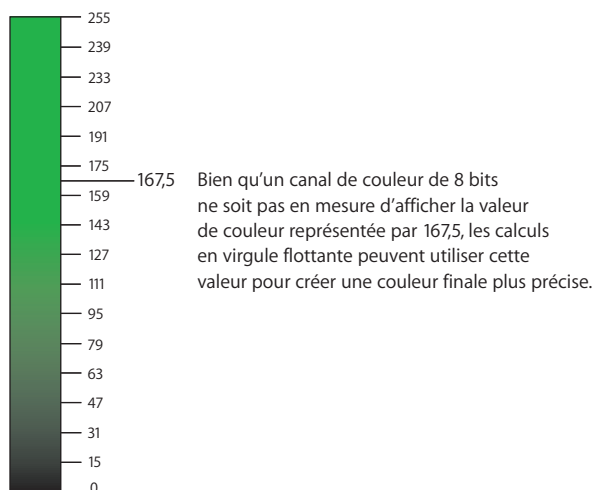
Lorsque vous capturez une image à l'aide d'un capteur d'image numérique, les valeurs de tension analogiques doivent être converties en valeurs numériques pouvant être traitées et stockées. Pour en savoir plus, consultez la section « Capteur d'image numérique » à la page 19. Le processus de conversion d'une valeur de tension analogique en une valeur numérique est appelé *numérisation*. Dans le processus de conversion d'une valeur de tension analogique en une représentation numérique, une *quantification* doit être effectuée pour convertir les valeurs en valeurs numériques discrètes. La précision de la valeur de chaque pixel est déterminée par la longueur du mot binaire, ou profondeur de bits. Par exemple, un mot binaire de 1 bit ne peut représenter que deux états possibles : 0 ou 1. Un système 1 bit ne peut pas capturer la moindre finesse car, quelle que soit la valeur tonale, un système à 1 bit ne peut la représenter que sous la forme d'un 0 ou d'un 1 (désactivé ou activé). Un mot binaire de 2 bits peut représenter quatre états : 00, 01, 10 ou 11. Et ainsi de suite. La plupart des fichiers image RAW capturent un minimum de 12 bits par canal de couleur (4096 états possibles), ce qui permet une grande finesse dans les valeurs tonales à représenter. Plus il y a de bits disponibles pour chaque échantillon, plus la valeur tonale de chaque canal de couleur peut représenter de manière précise la valeur de tension analogique originale.

Par exemple, supposons que vous utilisiez 128 nombres pour représenter les valeurs tonales des canaux de couleur des différents pixels d'une photo dans une plage de 1 volt. Cela signifie que le convertisseur analogique-numérique de votre appareil photo a une précision de 1/128 de volt. Toute légère variation de la valeur tonale de moins de 1/128 de volt ne peut pas être représentée et est arrondie au 1/128 de volt le plus proche. Ces erreurs d'arrondi sont appelées *erreurs de quantification*. Plus le signal est arrondi, plus la qualité de la photo est moindre.

## À propos de la relation entre virgule flottante et profondeur de bits

Lorsque vous faites plusieurs ajustements à une photo numérique, ces ajustements sont calculés de manière mathématique pour créer le résultat. De même que pour les conversions analogique-numérique, des erreurs de quantification peuvent survenir lors du calcul des ajustements. Prenons, par exemple, le calcul suivant :  $3 \div 2 = 1,5$ . Notez que, pour que la réponse soit exacte, il a fallu ajouter une virgule décimale pour accéder à un niveau de précision supplémentaire. Cependant, si la profondeur de bits de vos pixels ne vous permet pas d'atteindre ce niveau de précision, la réponse devra être arrondie à 2 ou à 1. Dans les deux sens, cela provoque des erreurs de quantification. Cela est tout particulièrement perceptible lorsque vous tentez de revenir à la valeur de départ. Sans la précision de la virgule flottante, vous obtenez  $1 \times 2 = 2$  ou  $2 \times 2 = 4$ . Aucun des deux calculs ne permet de revenir à la valeur de départ de 3. Cela peut donc poser des problèmes si les ajustements nécessitent une série de calculs et que les valeurs obtenues de ces calculs sont imprécises. Étant donné qu'il faut un grand nombre de calculs pour réaliser des ajustements compliqués sur une photo, il est important que ces derniers soient calculés à une résolution nettement plus haute que la résolution d'entrée ou de sortie afin que les nombres arrondis finaux soient plus précis.

Dans l'exemple ci-après, le canal vert d'un pixel de 24 bits (avec 8 bits par canal de couleur) est capable d'afficher 256 nuances de vert. En cas d'ajustement entre la 167ème et la 168ème valeur de couleur, sans virgule flottante, l'application devrait arrondir vers l'une ou l'autre de ces valeurs. Le calcul final donnerait une couleur proche, mais pas exacte. Des informations seraient perdues.





## Comment Aperture utilise la virgule flottante

Aperture utilise des calculs en virgule flottante pour minimiser les erreurs de quantification lors du traitement des ajustements d'image. Les calculs en virgule flottante peuvent représenter une plage de valeurs énorme et de très grande précision, de sorte que, quand des ajustements sont effectués sur une photo, les valeurs de pixel résultantes sont aussi précises que possible. Souvent, les ajustements successifs apportés à une photo créent des couleurs qui se trouvent en dehors de la gamme des couleurs de l'espace colorimétrique de travail en cours. En fait, certains ajustements sont calculés dans des espaces colorimétriques différents. La virgule flottante permet d'effectuer des calculs de couleurs qui préservent, dans un espace colorimétrique intermédiaire, les couleurs qui, à défaut, seraient perdues.

Au moment de l'impression de la photo, le fichier de sortie doit se trouver dans la gamme de couleurs de l'imprimante. Les valeurs tonales d'un pixel peuvent être traitées avec une précision extrême, puis arrondies à la profondeur de bits de sortie, qu'il s'agisse d'un écran ou d'une imprimante. La précision est perceptible en particulier lors du rendu des nuances et des ombres les plus foncées de la photo. En conclusion, le traitement d'images à l'aide de calculs en virgule flottante permet de produire des images de très haute qualité.

Pour en savoir plus sur la gamme de couleurs, consultez la section « La gamme de couleurs » à la page 37.



# Références



*Photographies de Norbert Wu (pages 44 et 46)*

Copyright 2005 Norbert Wu

<http://www.norbertwu.com>



*Photographies de Matthew Birdsell (pages 9 et 17)*

Copyright 2005 Matthew Birdsell

<http://www.matthewbirdsell.com>