

# LE TRIANGLE D'EXPOSITION

=

## TRIANGLE MAGIQUE

- Les 3 mousquetaires de la la photographie
  - Athos ou l'ouverture
  - Porthos ou l'obturation
  - Aramis ou la sensibilité





# Recette d'une bonne photo

- C'est comme pour la mayonnaise si on maîtrise pas la bonne température on loupe sa mayonnaise et alors on se rabat sur celle en tube et si on ne maîtrise pas la lumière on loupe sa photo et on se rabat sur « prise de vue automatique ».



# Exposition

- Principes de base:

Contrôler son exposition revient à gérer la quantité de lumière dont va disposer le capteur ou le film afin de créer l'image finale.

- ✓ Pas assez de lumière = sous exposition
- ✓ Trop de lumière = sur exposition
- ✓ Lumière ad-hoc exposition correcte



# Comment mesurer une quantité de lumière?

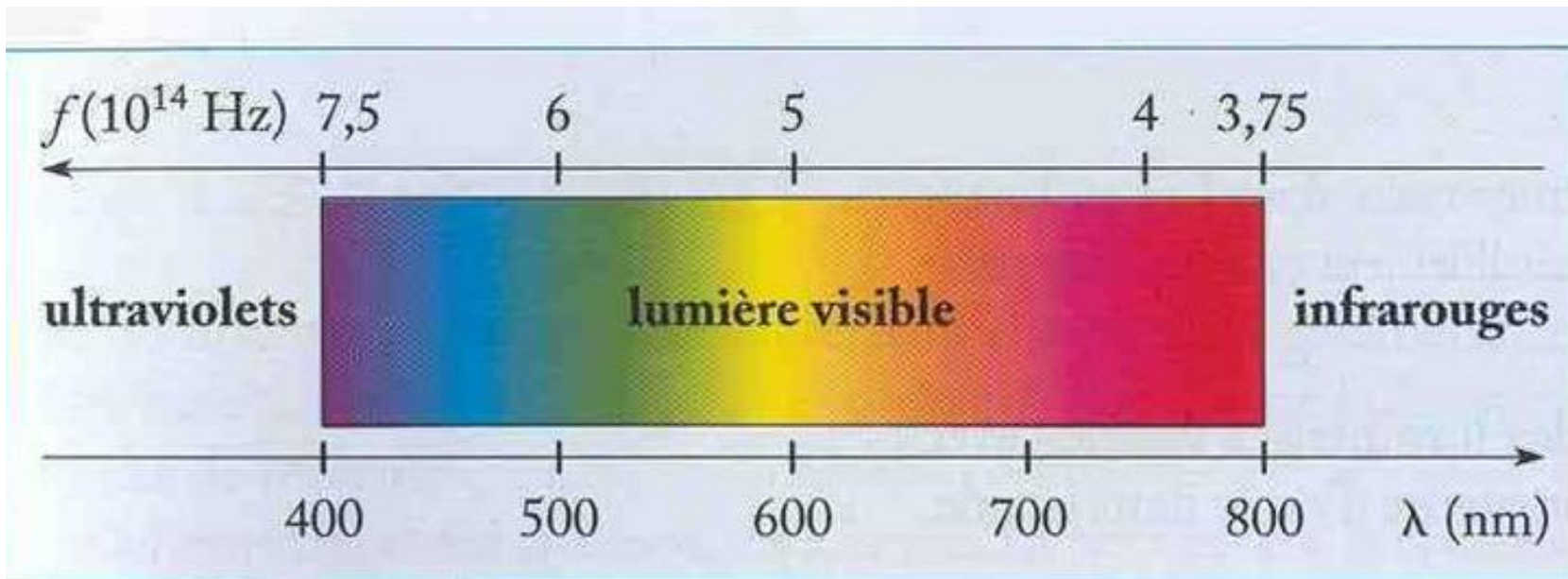
La quantité de lumière est une mesure de la quantité d'énergie électromagnétique dans **LE SPECTRE VISIBLE, QUI TIENT COMPTE DE LA SENSIBILITÉ RELATIVE DE L'ŒIL HUMAIN AUX DIFFÉRENTES LONGUEURS D'ONDE.**

Naïvement, on peut la considérer comme correspondant à un nombre de photons, à ceci près que certains photons (ceux auxquels notre œil est le plus sensible) comptent plus que d'autres, et ceux en dehors du spectre visible ne comptent pas du tout.

Plus précisément, la quantité de lumière est le produit d'un flux lumineux par la durée pendant laquelle ce flux se produit .

La quantité de lumière se mesure en lumen-secondes (symbole :  $\text{lm}\cdot\text{s}$ ), un lumen-seconde étant la quantité de lumière transportée en une seconde par un flux de un lumen.

# Spectre du visible



Ondes lumineuses visibles : on reconnaît les couleurs de l'arc-en-ciel (rouge orange, jaune, vert, bleu, indigo, violet).

# Béni soit Felix Hoffman



**TOUT CE QUI EST SIMPLE EST FAUX,MAIS CE QUI  
NE L'EST PAS EST ININTELLIGIBLE**

**« PAUL VALERY »**

ALORS SIMPLIFIONS ...

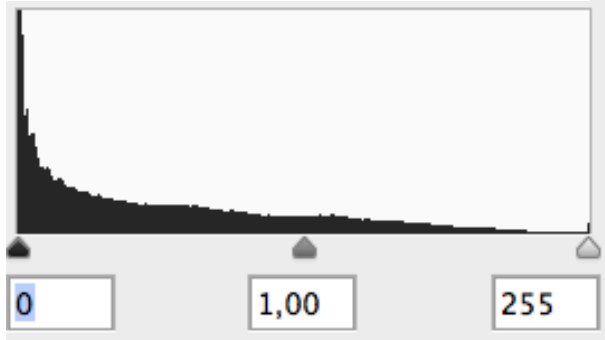
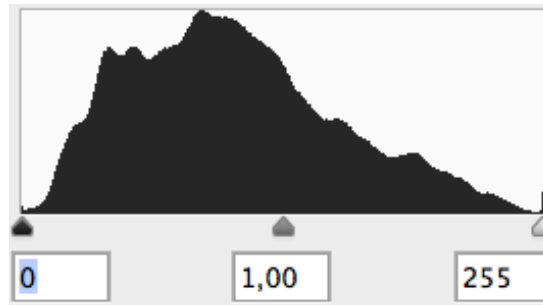
Pour mesurer cette quantité de lumière, on utilise une unité de mesure appelée EV (Exposure Value) ou IL (Indice de Lumination) et stops, qui sont tous des synonymes. Si vous vous fiez au posemètre de votre boîtier, l'exposition est correcte quand elle est à 0 EV d'écart, soit au milieu du posemètre présent dans le viseur. Exposer à +1 EV revient à doubler la quantité de lumière nécessaire, et inversement à -1 EV.



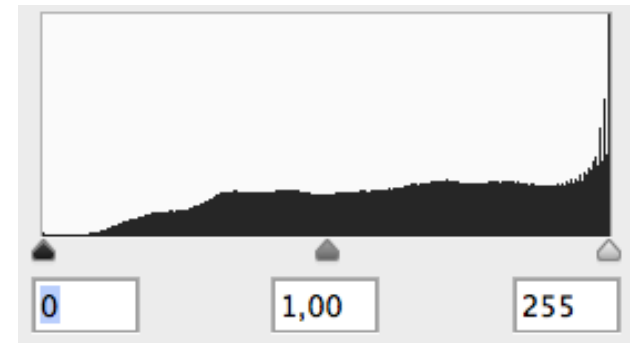
# AIDONS NOUS DE L'HISTOGRAMME

A gauche nous avons les valeurs sombres, du noir profond (0), au milieu les valeurs moyennes (contraste de l'image) et à droite les valeurs claires au blanc pur (255).

Histogramme d'une exposition correcte de l'image.



L'histogramme ci-dessus montre une image sous-exposée car les valeurs sombres sont hors cadre, indiquant des noirs bouchés sans détails.



Cet histogramme montre une image sur-exposée car les valeurs ont dépassé la limite du cadre, on obtient des blancs cramés.

Comme je sens qu'il va y avoir des pinailleurs qui vont me chercher des noises sur l'imprécision de cette définition je vais leur ajouter ceci pour les calmer, les autres peuvent en profiter pour bailler tranquillement:

L'indice de lamination, qui varie de 1 unité à chaque fois que le niveau lumineux varie dans le rapport 2 ou 1/2, est en fait un logarithme à base 2, donc un logarithme binaire.

$$IL = \log_2 \frac{n^2}{t}$$

n est l'ouverture relative de l'objectif utilisé (nombre sans unité)

t est le temps de pose, exprimé en secondes

La conséquence immédiate de cette définition est que l'indice de lamination  $IL = 0$  correspond à une ouverture de diaphragme de  $f/1,0$  combinée à un temps de pose de 1 s.

Du point de vue purement scientifique, cette définition poserait un problème, puisque les indices de lamination sont donnés sans unité par un logarithme alors que l'un des paramètres utilisés correspond à un temps. **EN FAIT CETTE FORMULE NE CORRESPOND À AUCUNE LOI PHYSIQUE, ELLE CONSTITUE SEULEMENT UN MOYEN PRATIQUE DE CODIFIER LES COMBINAISONS DE RÉGLAGES DES APPAREILS**





*Revenons à nos moutons*

Maintenant que nous avons défini l'exposition revenons à ce qui la conditionne

- L'ouverture du diaphragme.
- La vitesse d'obturation.
- La sensibilité.

# L'INFLUENCE DE L'OUVERTURE DU DIAPHRAGME

Le diaphragme est un mécanisme à lamelle dans l'objectif que l'on module afin de laisser passer plus ou moins de lumière vers le capteur :

plus il est ouvert, plus il laisse entrer de lumière = petit chiffre, ex.  $f/2,8$  ;

plus il est fermé, moins il laisse entrer de lumière = grand chiffre, ex.  $f/11$ .

L'ouverture du diaphragme évolue par paliers, qui sont mesurés à leur tour en EV. Plus exactement, sur les objectifs modernes, dans le but de toujours trouver l'exposition la plus correcte, les paliers de diaphragmes sont aussi exprimés par tiers d'EV.

1er palier			2e palier			3e palier			4e palier			5e palier			6e palier		
<b>f/45</b>	f/42	f/36	<b>f/32</b>	f/29	f/25	<b>f/22</b>	f/20	f/18	<b>f/16</b>	f/14	f/13	<b>f/11</b>	f/10	f/9	<b>f/8</b>	f/7,1	f/6,3
7e palier			8e palier			9e palier			10e palier			11e palier			12e palier		
<b>f/5,6</b>	f/5	f/4,5	<b>f/4</b>	f/3,5	f/3,2	<b>f/2,8</b>	f/2,5	f/2,2	<b>f/2</b>	f/1,8	f/1,6	<b>f/1,4</b>	f/1,2	f/1,1	<b>f/1</b>	f/0,9	f/0,8

Par exemple, pour un réglage donné :  $1/250 - f/8 - ISO 100$ , votre posemètre indique que vous êtes exposé à -1 EV. Pour compenser cette sous-exposition, vous pouvez agir via le diaphragme en l'ouvrant de 1 EV supplémentaire, soit  $f/5,6$ .

# Les limites de l'ouverture.

Comme en politique l'ouverture a ses limites.

De l'ouverture dépend aussi la profondeur de champ. En agissant ainsi, vous venez de réduire sensiblement votre profondeur de champ ! Tout dépendra donc de la photo que vous souhaitez composer et de la zone de netteté nécessaire.

Rappelons pour mémoire que plus on augmente l'ouverture plus la profondeur de champ diminue et aussi que plus la focale est longue plus la profondeur de champ est faible.

Ça dépend de ce que l'on cherche !!!!



Faible profondeur de champ ->  
grande ouverture



Grande profondeur de champ ->  
faible ouverture

# L'INFLUENCE DE LA VITESSE D'OBTURATION

La vitesse d'obturation est le temps pendant lequel le volet de l'obturateur va se lever afin de laisser entrer de la lumière. Elle se calcule en secondes et plus généralement en fractions de seconde, à savoir 1/500 pour un cinq-centième de seconde, par exemple.

Plus la fraction est grande, moins il y a de lumière qui entre : ex. 1/500 ; plus la fraction est petite, plus il y a de lumière qui entre : ex. 1/25.

Encore une fois, la vitesse se calcule par paliers de 1 EV et de tiers d'EV

1er palier			2e palier			3e palier			4e palier			5e palier			6e palier		
<b>1/8000</b>	1/6400	1/5000	<b>1/4000</b>	1/3200	1/2500	<b>1/2000</b>	1/1600	1/1250	<b>1/1000</b>	1/800	1/640	<b>1/500</b>	1/400	1/320	<b>1/250</b>	1/200	1/160
7e palier			8e palier			9e palier			10e palier			11e palier			12e palier		
<b>1/125</b>	1/100	1/80	<b>1/60</b>	1/50	1/40	<b>1/30</b>	1/25	1/20	<b>1/15</b>	1/13	1/10	<b>1/8</b>	1/6	1/5	<b>1/4</b>	1/3	1/2,5
13e palier			14e palier			15e palier			16e palier			17e palier			18e palier		
<b>1/2</b>	1/1,6	1/1,3	<b>1"</b>	1,3"	1,6"	<b>2"</b>	2,5"	3"	<b>4"</b>	5"	6"	<b>8"</b>	10"	13"	<b>15"</b>	20"	25"

Pour la même exposition que précédemment, si à 1/250 – f/8 – ISO 100 vous êtes à -1 EV, pour compenser la sous-exposition vous pouvez modifier le temps d'obturation de +1 EV, soit 1/125 – f/8 – ISO 100.

Attention, de même que pour l'ouverture, la modification du temps d'obturation a une incidence sur le rendu de la photo.

Plus longtemps le volet reste ouvert, moins un sujet sera figé.

Sur un sujet en mouvement, à  $1/25$  s, vous aurez alors un flou de mouvement. Si c'est idéal pour un effet créatif de filé, pour donner à voir la vitesse d'un sujet ou les flux (nuages, cascades) par exemple, c'est inutile pour toute autre situation.



# L'INFLUENCE DE LA SENSIBILITE

La sensibilité se calcule en ISO et représente la sensibilité du capteur ou du film à la lumière. En fonction de la valeur de l'ISO, la lumière captée va être plus ou moins amplifiée. Ainsi, le passage de ISO 100 à ISO 200 double la quantité de lumière et équivaut à une augmentation de +1 EV.

Encore une fois, la montée en ISO se calcule par paliers de 1 EV et par tiers d'EV.

1er palier			2e palier			3e palier			4e palier			5e palier			6e palier		
25	32	40	50	64	80	100	125	160	200	250	320	400	500	640	800	1000	1250
7e palier			8e palier			9e palier			10e palier			11e palier			12e palier		
1600	2000	2500	3200	4000	5000	6400	8000	10000	12800	16000	20000	25600	32000	400000	51200	64000	80000

Pour le même exemple que ci-dessus, pour une exposition à 1/250 – f/8 – ISO 100, si votre posemètre indique que vous êtes sous-exposé de 1 EV, vous pouvez augmenter votre sensibilité de ISO 100 à ISO 200.

Attention toutefois, a fortiori sur des boîtiers d'entrée et de milieu de gamme : plus la montée en ISO est importante, plus les performances du capteur vont se détériorer. Le dynamisme de l'image baisse, les couleurs se font moins profondes et surtout, du bruit (grain) apparaît.

## AU FAIT C'EST QUOI LE BRUIT EN PHOTO ?

Le terme bruit vient du monde de l'acoustique: c'est le souffle que l'on entend sur une chaîne Hifi même si aucune musique n'est jouée. C'est un signal parasite qui s'ajoute au signal utile (la musique) l'ensemble constitue le signal total (ce que l'on entend).

Signal total = Signal utile + Bruit

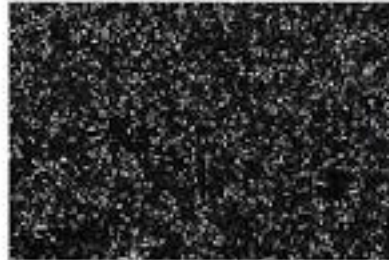
Le bruit existe dans tout système électronique, dans le cas de la photo le signal total est la photo finale, le signal utile est la scène réelle photographiée et le bruit est composé des pixels parasites.

## Illustration des différents types de bruit

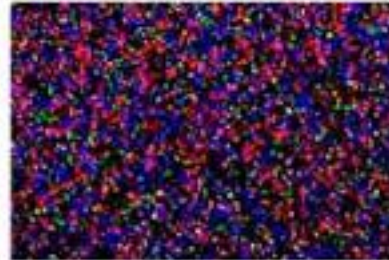
Visuellement, on distingue deux sortes de bruit:

Le bruit de luminance: des zones de l'image trop sombres ou trop claires. C'est ce qui ressemble au grain du film argentique.

Le bruit de chrominance: des pixels colorés répartis de manière aléatoire sur la photo.



bruit de luminance

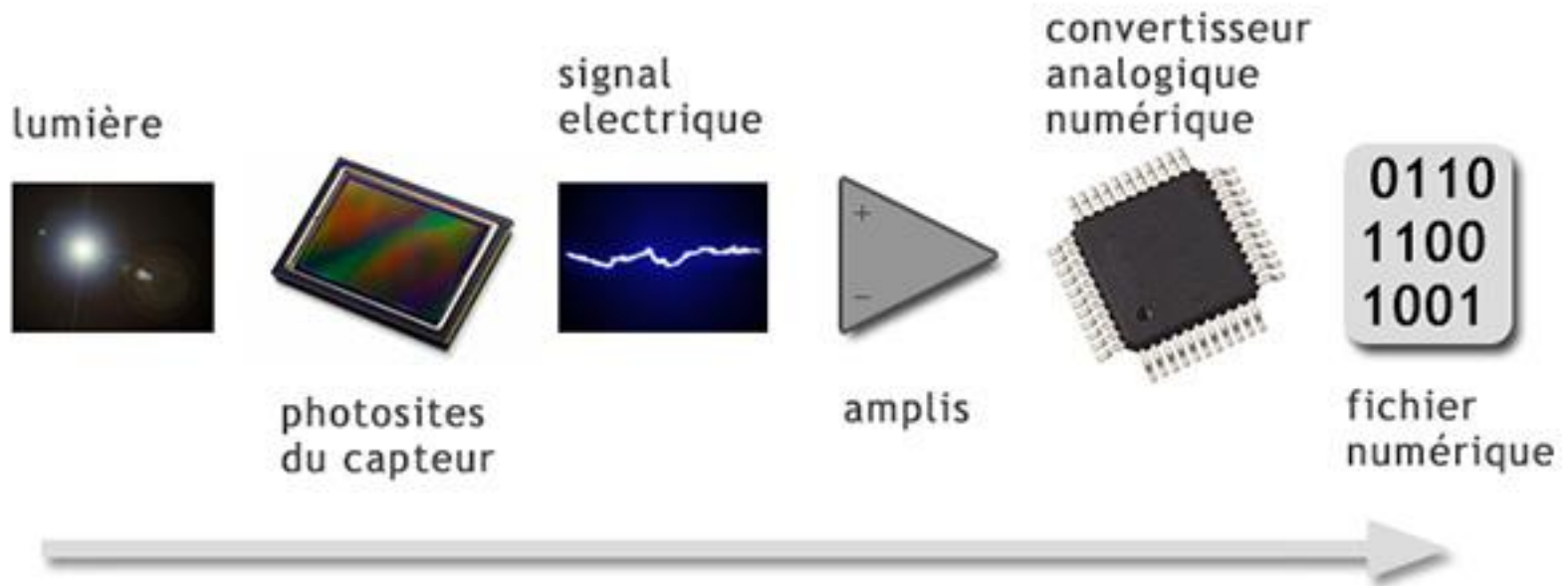


bruit de chrominance

## La chaîne d'acquisition d'une image

Partir d'une image réelle pour aboutir à une photo numérique implique de nombreuses étapes: les photosites du capteur récoltent les photons qui composent la lumière pour les transformer en signal électrique. Ce signal est amplifié avant d'être converti en données numériques.

Nous verrons que chacune des étapes peut être source de bruit.



## Les différentes origines du bruit

Ce paragraphe liste toutes les sources de bruit que l'on rencontre en photo numérique, en suivant les étapes de la chaîne d'acquisition.

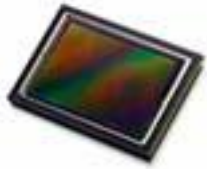


Les propriétés quantiques de la lumière font qu'avec une lumière apparemment constante les photons ne vont pas tous arriver au même rythme sur tous les photosites, ceci est à l'origine du bruit photonique.

Le bruit photonique est inversement proportionnel à la taille des photosites: un petit photosite a moins de chance de récolter suffisamment de photons qu'un grand photosite, il est donc plus sensible au bruit.

Mais ce point est à pondérer: il faut juger le bruit sur la totalité de l'image et là les choses s'équilibrent: à surfaces de capteur égales un capteur de grande résolution a plus de photosites qu'un capteur de moindre résolution, à l'échelle de l'image le nombre de photons capturé est le même.

Le bruit photonique est la principale source de bruit d'une photo.



## Bruit structurel permanent

Les photosites du capteur ne répondent pas tous de la même manière à une même lumière, ceci explique le bruit structurel permanent.

Imaginez que vous photographiez un gris parfait à 18%, chaque pixel est sensé donné une info  $(R,G,B) = (118,118,118)$ . Mais certains donneront  $(119,117,116)$  d'autres  $(117,118,120)$  .. ce qui créé des petits points de bruit sur l'image.

Ce bruit dépend uniquement de la qualité du capteur.

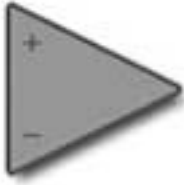
## Bruit de lecture et bruit du courant noir



La transformation de la lumière en signal électrique n'est pas parfaite, elle induit un bruit de lecture: des électrons peuvent se perdre en chemin ou apparaître sans raison.

Toujours au rayon signal électrique: même en l'absence de lumière un faible signal électrique est généré, c'est le bruit du courant noir.

## Bruit d'amplification



Les différents étages d'amplification ne sont pas parfaits, ils engendrent eux aussi du bruit, on parle de bruit d'amplification.

Il dépend de la qualité de l'électronique de l'appareil photo et est amplifié lorsque le gain de l'ampli augmente (on verra que c'est le problème de la montée en ISO).

remarque: les 3 derniers types de bruit augmentent avec la température, c'est le phénomène de bruit thermique.



Le bruit de quantification apparaît lorsque le signal électrique est transformé en information numérique.

Il diminue lorsque le nombre de bits augmente (une image codée sur 8 bits y est plus sensible qu'une image codée sur 14 bits).

On peut faire une analogie avec la musique en comparant la qualité sonore d'un enregistrement sur CD à celle d'un mp3 basse qualité.

0110  
1100  
1001

Bruit dû à la création d'un fichier numérique

On s'éloigne un peu du sujet mais sachez que, à moins de travailler en RAW, une photo est compressée: il y a perte de données, ceci dégrade l'image.

# EN CONCLUSION

A la fin du diaporama tu te réveilleras  
Des questions intelligentes tu poseras et tes amis répondront  
La prise de vue automatique tu honniras  
Vitesse et ouverture tu privilégieras  
Iso tu te méfieras

