Photographie infrarouge

Les bases

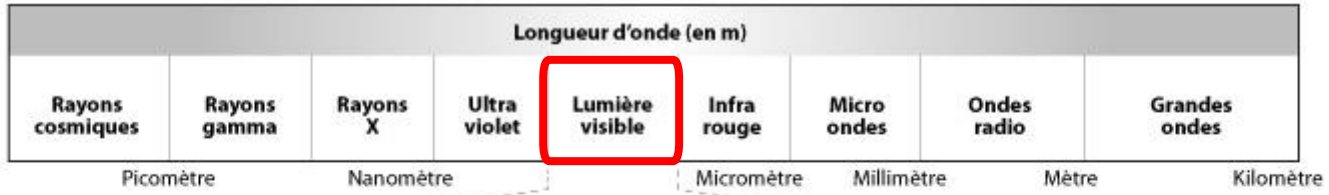
Spectre de la lumière visible

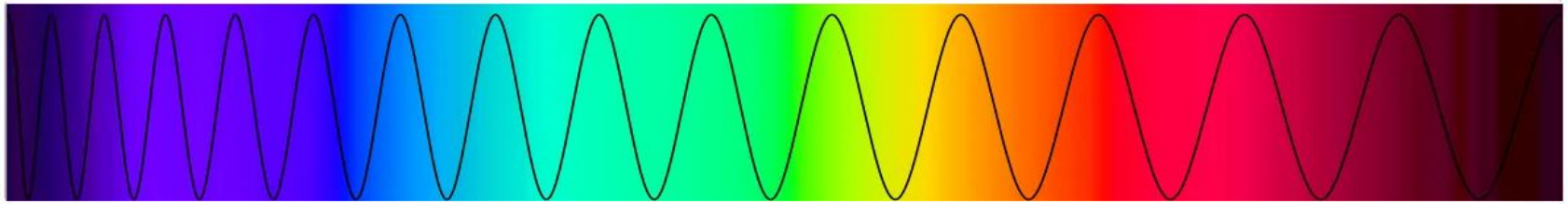
- Ensemble des rayons lumineux colorés formant une palette allant de l'ultraviolet à l'infrarouge

- La longueur d'onde est exprimée en mètre

- Les limites du spectre visible ➔ de 0,38µm (violet) à 0,75µm (rouge)

(380nm) *(750nm)*



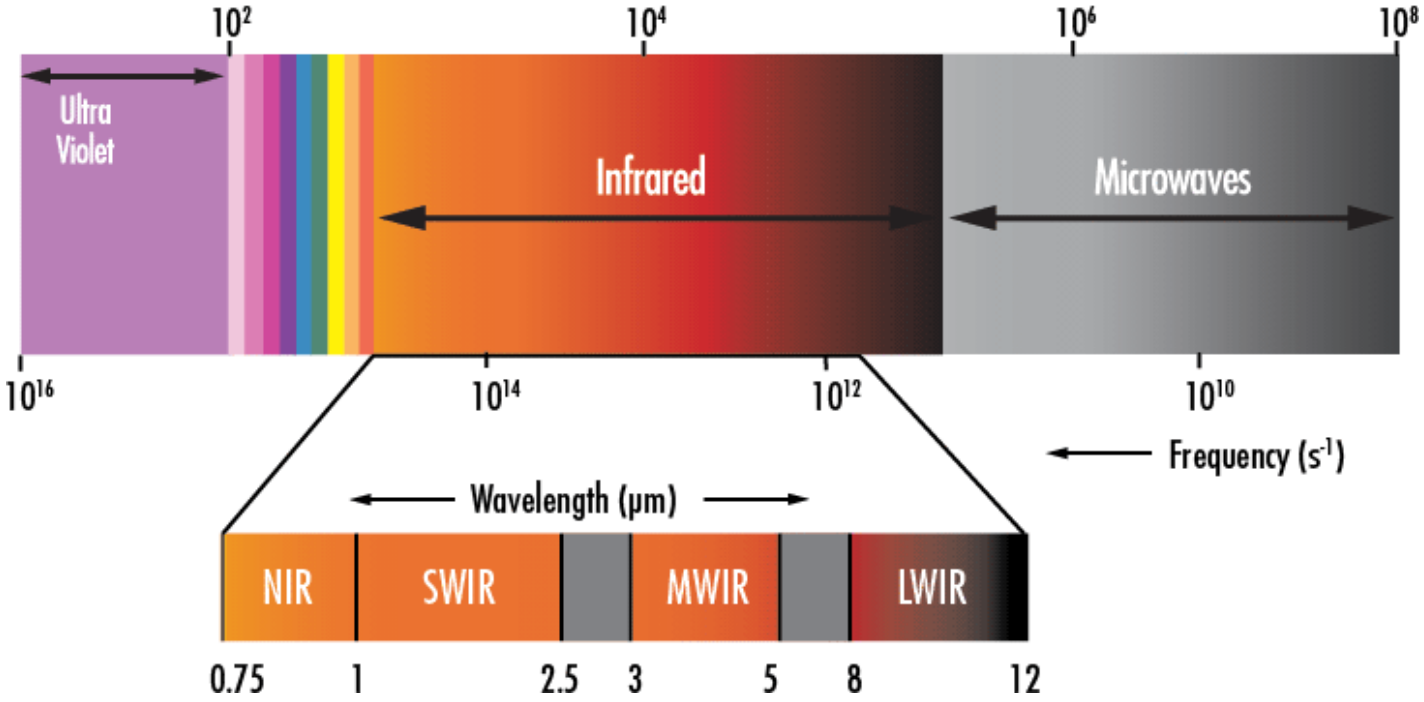


0,38µm 0,75µm

Très énergétique ⟷ Moins énergétique

Spectre de l'infrarouge

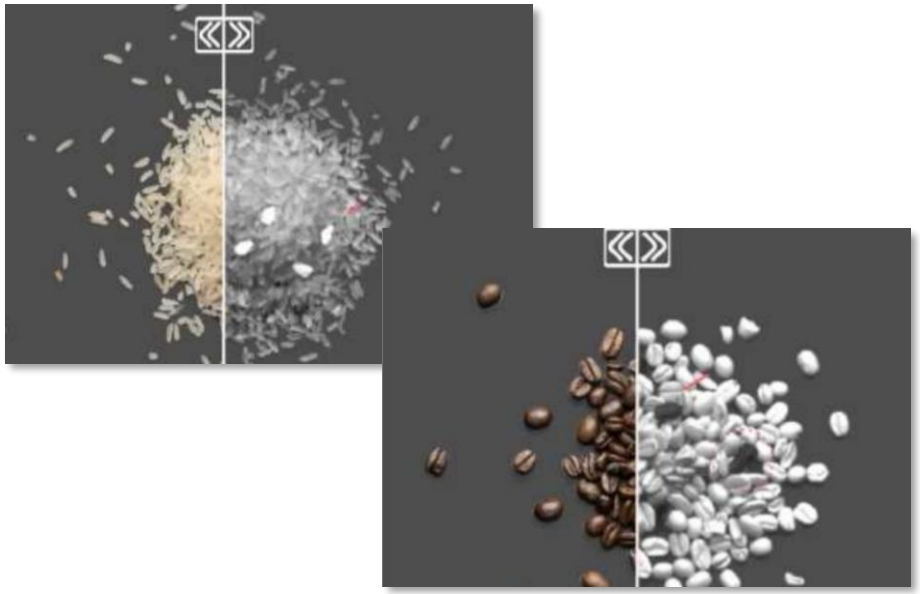
- L'infrarouge s'étend de 0,75µm à 1mm et comprend :
  - De 0,75 µm➔1µm : **NIR** (**N**ear **I**nfra**R**ed) ou **PIR** (**P**roche **I**nfra**R**ouge)
  - De 1µm➔2,5 µm : **SWIR** (**S**hort **W**ave **I**nfra**R**ed)
  - De 3 µm➔5 µm : **MWIR** (**M**edium **W**ave **I**nfra**R**ed) ou **IRM** (**I**nfra**R**ouge **M**oyen)
  - De 8 µm➔1 mm **LWIR** : (**L**ong **W**ave **I**nfra**R**ed)
    - ➢ dont **IRT** (**I**nfra**R**ouge **T**hermique) de 8 à 12 µm



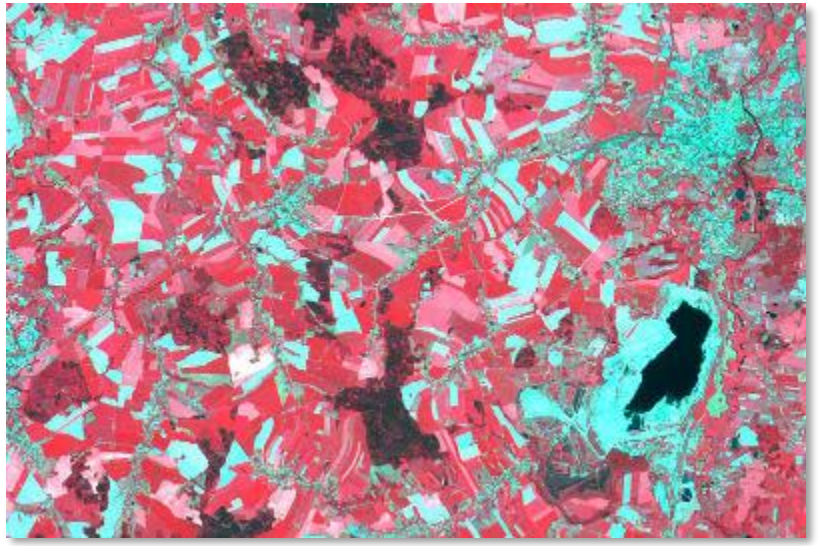
Applications

- **NIR** (0,75 µm➔1µm)

  - Industrie agroalimentaire, pharmaceutique et chimique, détection de l'humidité, teneur en protéines…



  - Milieu agricole et forestier, stress de la végétation, état des sols…

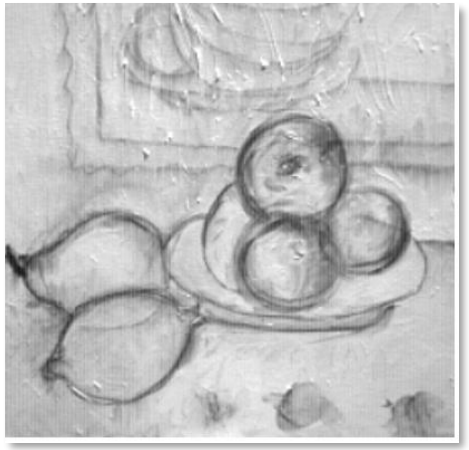


Applications

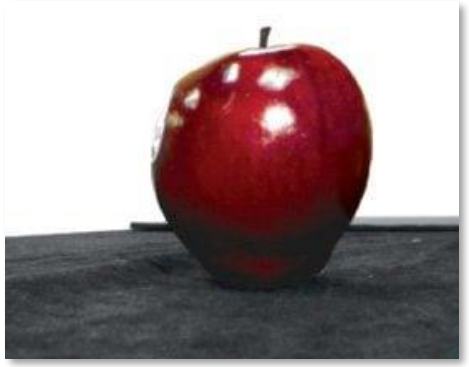
- **SWIR** (1µm➔2,5 µm)

  - Analyse des matériaux

  - Etude des œuvres d'art



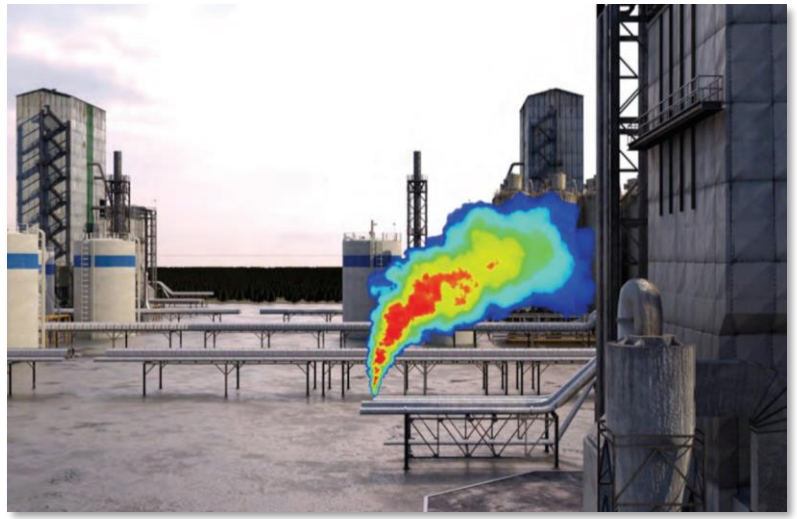
  - Vieillissement



Applications

- **MWIR** (3 µm➔5 µm)

  ➢ Détection de gaz invisibles à l'œil humain
  (méthane, le propane, l'éthanol…)



- **IRT** (8 µm➔12 µm)

  ➢ Thermographie, signal non impacté par l'éclairement solaire

Transposition à la photographie

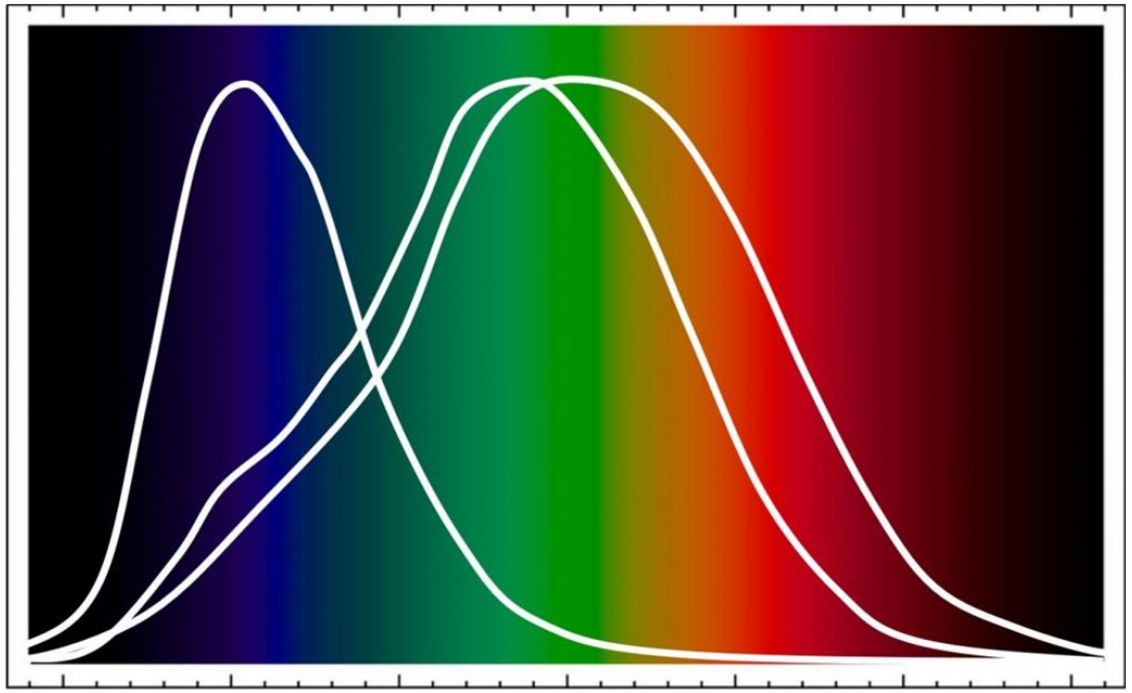
Et la photographie là dedans ????

Sensibilité spectrale de l'œil et des APN

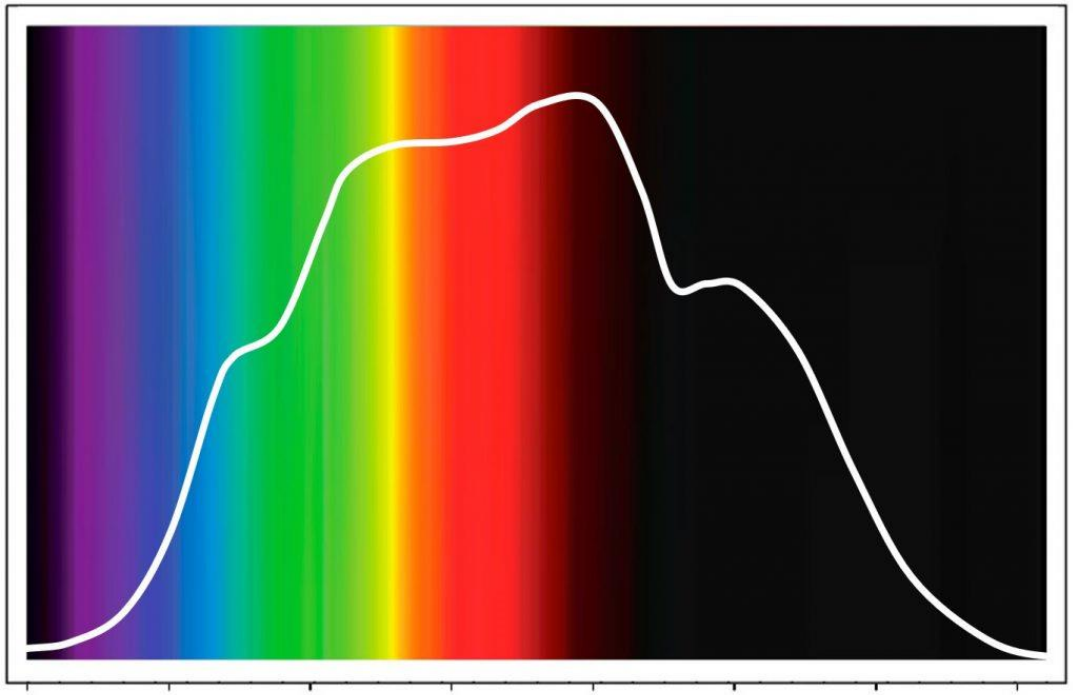
- Les capteurs de nos APN ont des sensibilités spectrales supérieures à la vision humaine

  - L'**œil** humain n'est sensible qu'à une toute petite portion des longueurs d'ondes, de **0,38 µm à 0,75 µm**
  - Les capteurs **CMOS** sont quant à eux sensibles de **0,3 µm à 1,1 µm**

Œil

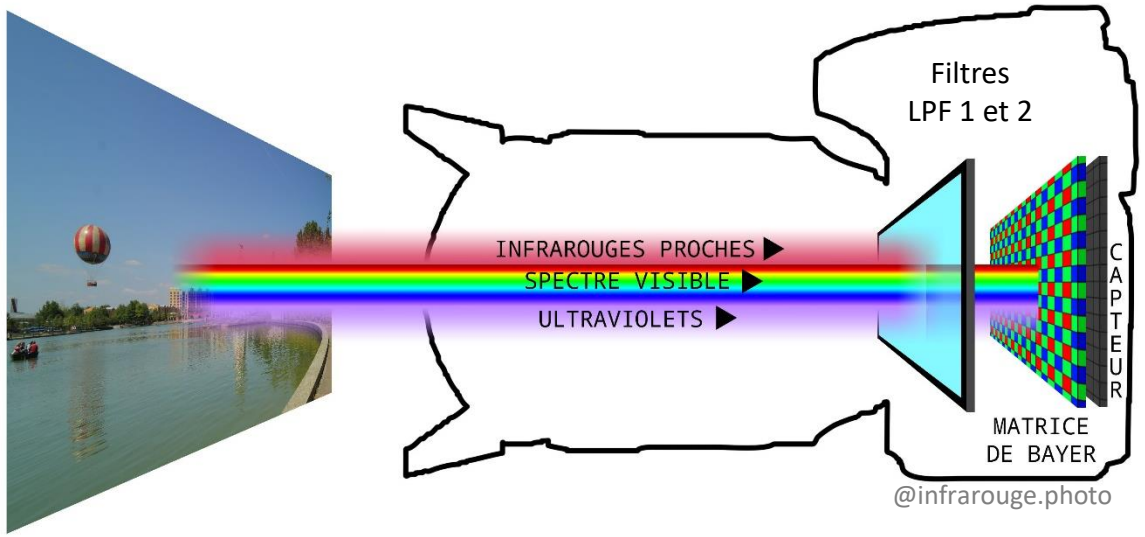


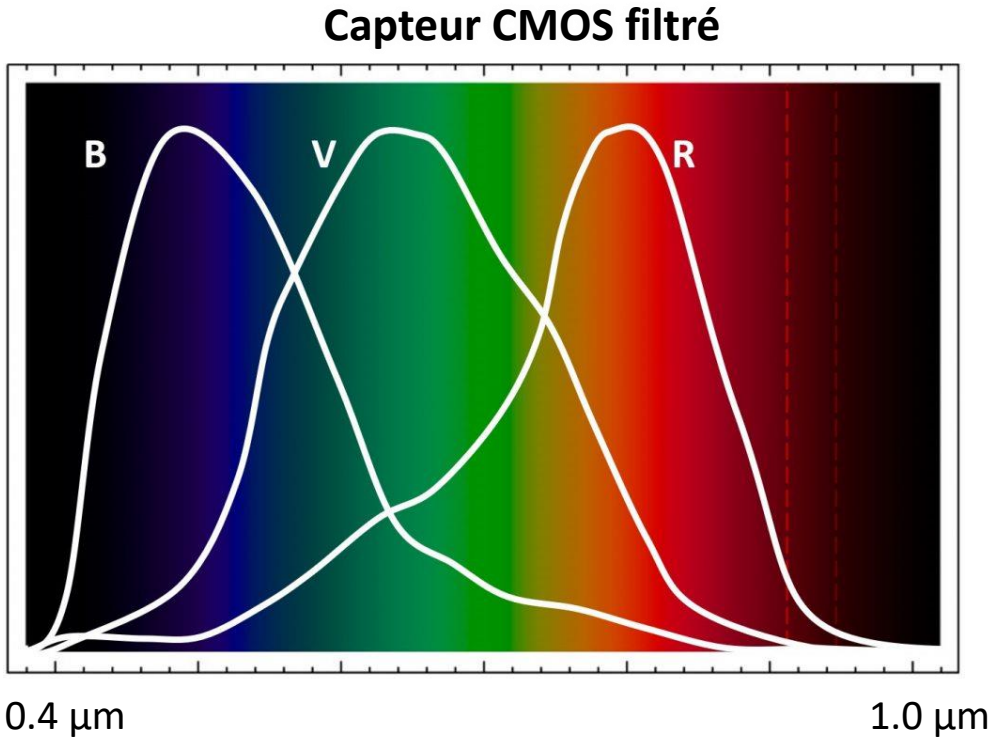
Capteur CMOS



Sensibilité spectrale de l'œil et des APN

- Afin d'obtenir des couleurs cohérentes avec la vision humaine, les APN sont équipés de filtres :
  - Un laissant passer les longueurs d'onde comprises entre **0,38 µm et 0,75 µm** (*LPF 1*)
  - Un atténuant les longueurs d'onde en dehors de **0,40 - 0,65 µm** (*LPF 2*)





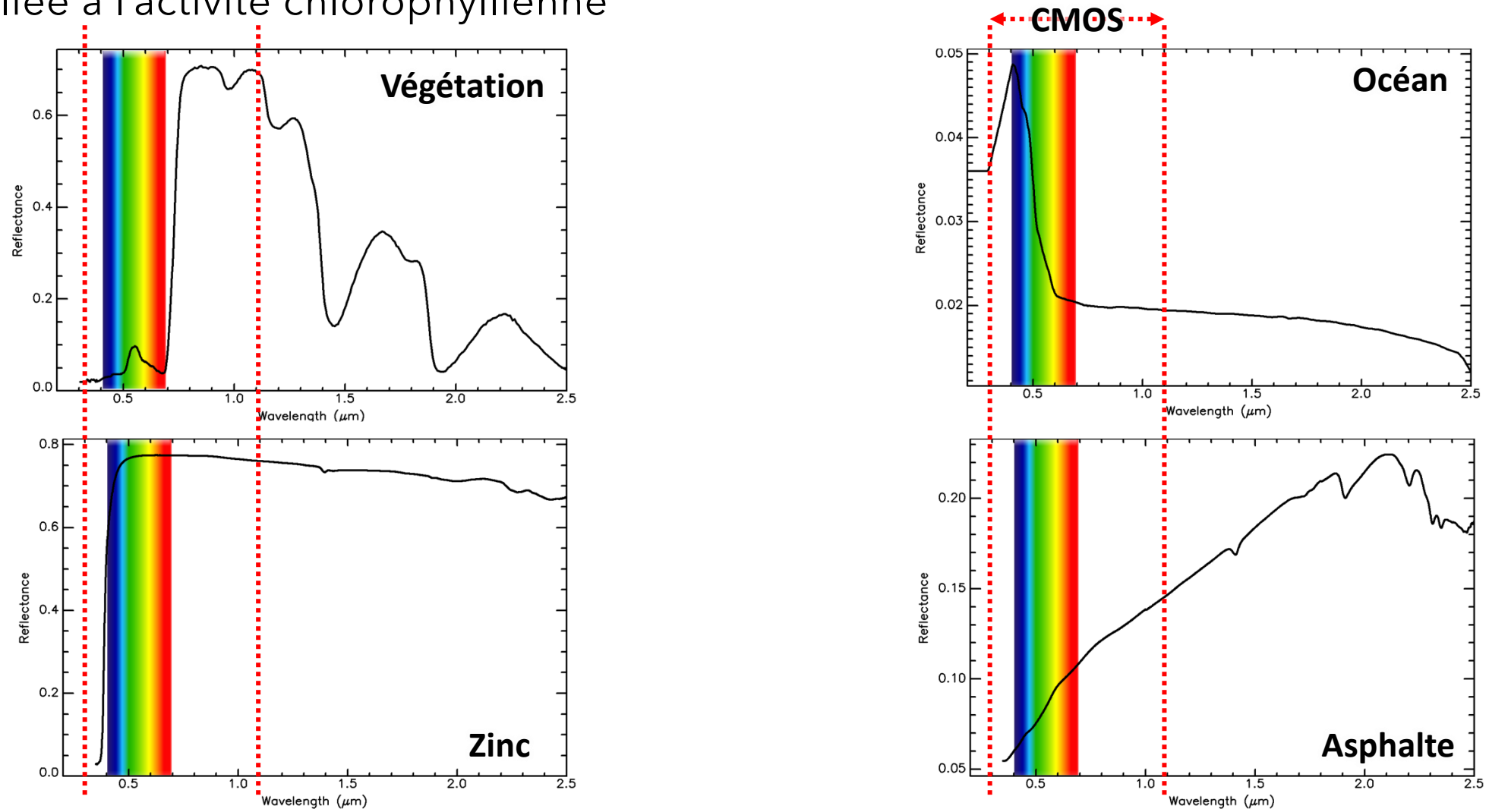
- De fait, on ne tire pas profit des pleines capacités de nos capteurs CMOS

L'infrarouge pourquoi faire ?

- Utiliser la pleine capacité de nos capteurs CMOS
- Sortir du domaine du visible
- Photographier l'invisible
  - Domaine dans lequel il y a beaucoup à faire et à découvrir
  - Infrarouge = absence de couleur = liberté totale de création
  - Rendus inhabituels

Comprendre ce que l'on peut « voir »

- Que peut-on mettre en évidence en infrarouge dans la bande **0,3 - 1,1 µm ?**
- Pour répondre, il suffit de regarder les spectres de réflectance de matériaux
- On constate que c'est la végétation qui atteint le maximum de réflectance à partir de **0,7 µm**
  ➔ liée à l'activité chlorophyllienne

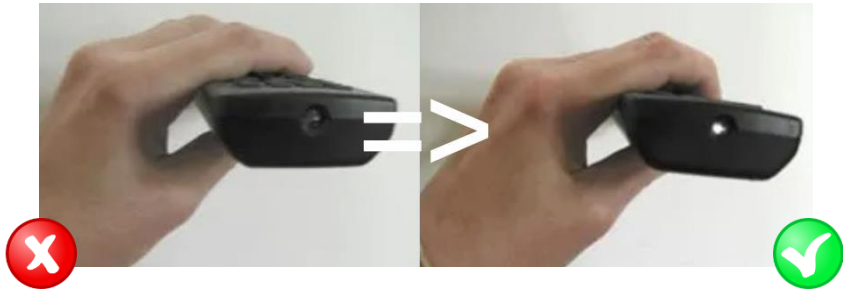


Matériel de prise de vue

- **APN traditionnel**

  - Avec les nouvelles générations d'APN, les filtres LPF 1 et 2 sont moins permissifs laissant passer de moins en moins d'infrarouge (notamment chez Sony) ➔ privilégier les vieux APN

  - Vérifier la compatibilité : viser l'APN avec une télécommande IR, si on voit un signal en Liveview, ça peut le faire



  - Utilisation uniquement d'un filtre de 720 nm (*0,72µm*) qui se comporte ≈ comme un *ND1000*

  - Nécessité de faire la mise au point avant la pose du filtre

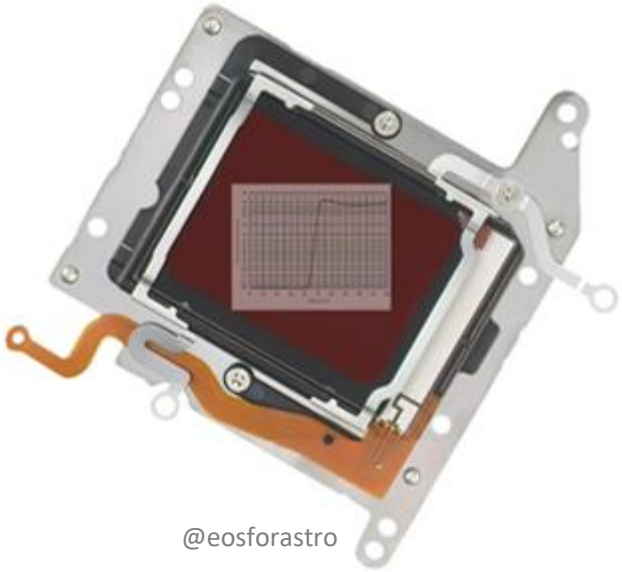
  - Obligation d'utiliser un trépied car temps de pose très long

  - Pas de connaissance à priori du résultat

  - Très bien pour commencer mais très limité

Matériel de prise de vue

- **APN défiltré partiel**
  - Les filtres LPF 1 et 2 sont remplacés par un filtre à une longueur d'onde donnée (*ex. 720 nm*)
  - Problème principal : appareil dédié à la longueur d'onde choisie
  - Possibilité d'utiliser un filtre de longueur d'onde supérieure mais pas inférieure
  - Plus de possibilité de faire de la photo visible
  - Perte de la fonction de nettoyage automatique du capteur
  - Possibilité d'utiliser le Liveview ou l'œilleton
    - Réflex : vision toute rouge dans l'œilleton
    - Hybride : vision dans l'œilleton dépendante de la BdB réalisée
  - Temps de pose similaire à la photo visible

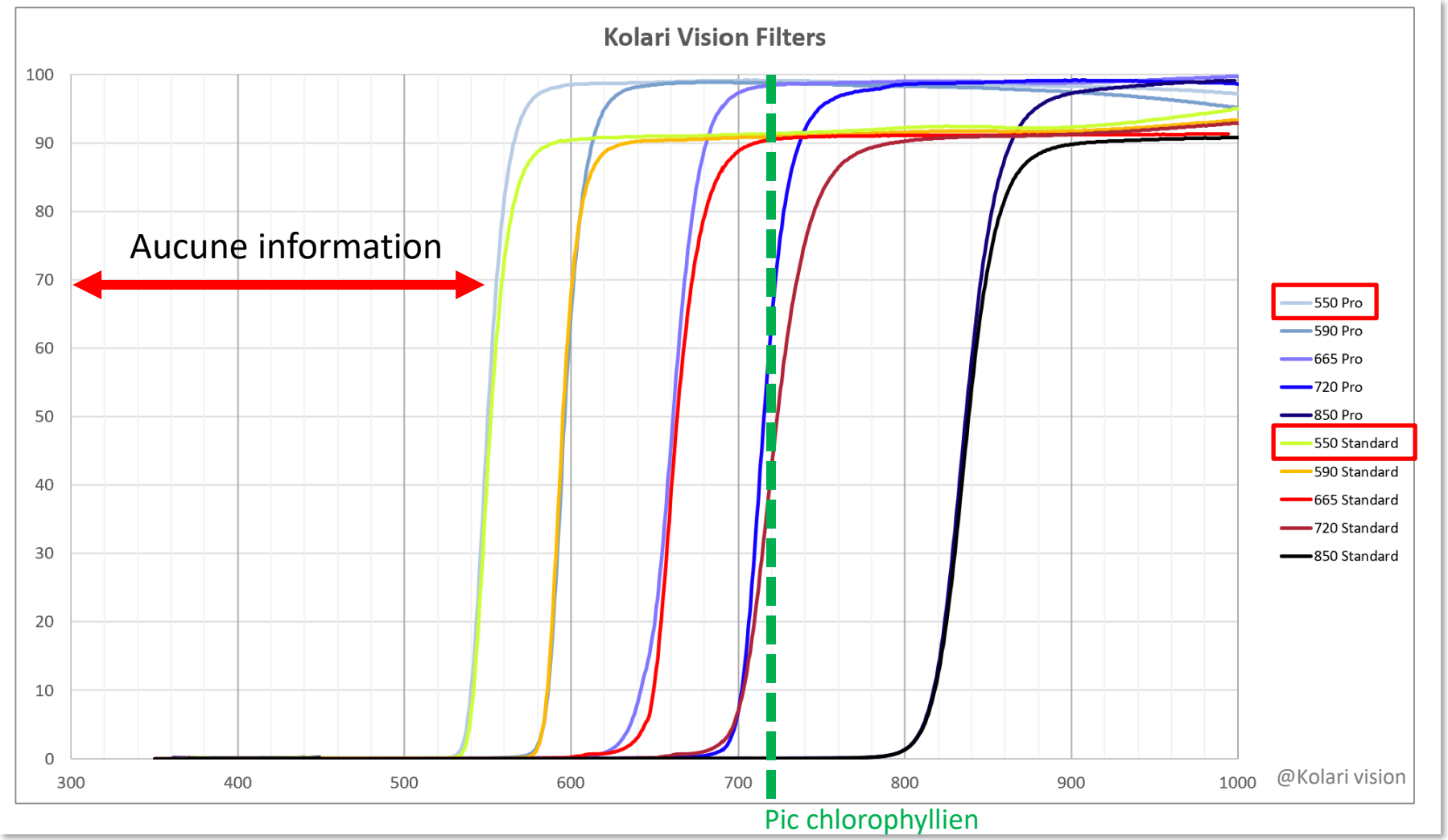


Matériel de prise de vue

- **APN défiltré total ou Full Spectrum (FS)**
  - Les filtres LPF 1 et 2 sont remplacés par un filtre clair
  - Plus de limite spectrale
  - Possibilité de faire de l'infrarouge ou de l'UV (filtre dépendant)
  - Possibilité de faire de la photo visible
  - Perte de la fonction de nettoyage automatique du capteur
  - Possibilité d'utiliser le Liveview ou l'œilleton
    - Réflex : vision toute rouge dans l'œilleton
    - Hybride : vision dans l'œilleton dépendante de la BdB réalisée
  - Temps de pose similaire à la photo visible

Utilisation de filtres

- Afin de ne laisser passer que le rayonnement infrarouge d'intérêt, notamment pour la végétation, il est nécessaire d'utiliser des filtres qui vont laisser passer qu'une partie du rayonnement
- Chaque filtre donnera de fait un rendu différent



Utilisation de filtres

- Les filtres sont nommés par la longueur d'onde à laquelle ils coupent le rayonnement
- Les plus répandus sont :

  - **550 nm**
  - **590 nm (*Goldie*)**
  - **685 nm**
  - **720 nm**
  - **780 nm**
  - **850 nm**
  - **930 nm**
  - **1000 nm**

  Noir & Blanc

  - L'**IR-chrome** : filtre créé pour reproduire le rendu de la pellicule Kodack aérochrome

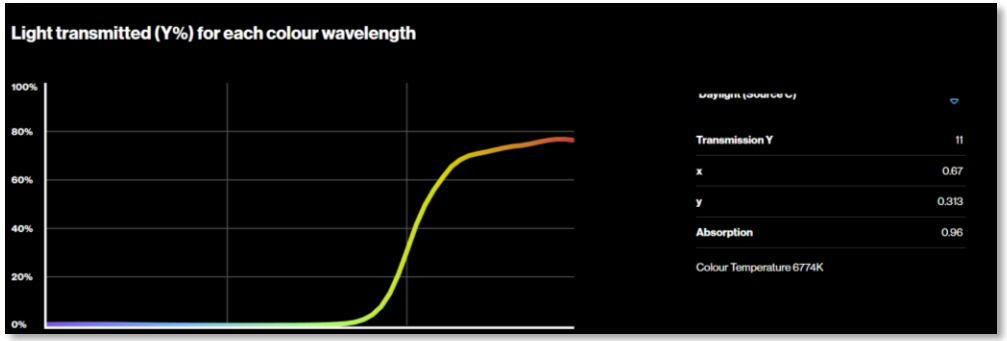
  - L'**IR-cut** ou **Hot-mirror** pour réaliser des prises de vues dans le visible

Utilisation de filtres

- Possibilité de fabriquer ces propres filtres en utilisant diverses gélatines du commerce et en analysant leur transmission

- Possibilité de les combiner pour obtenir le résultat souhaité

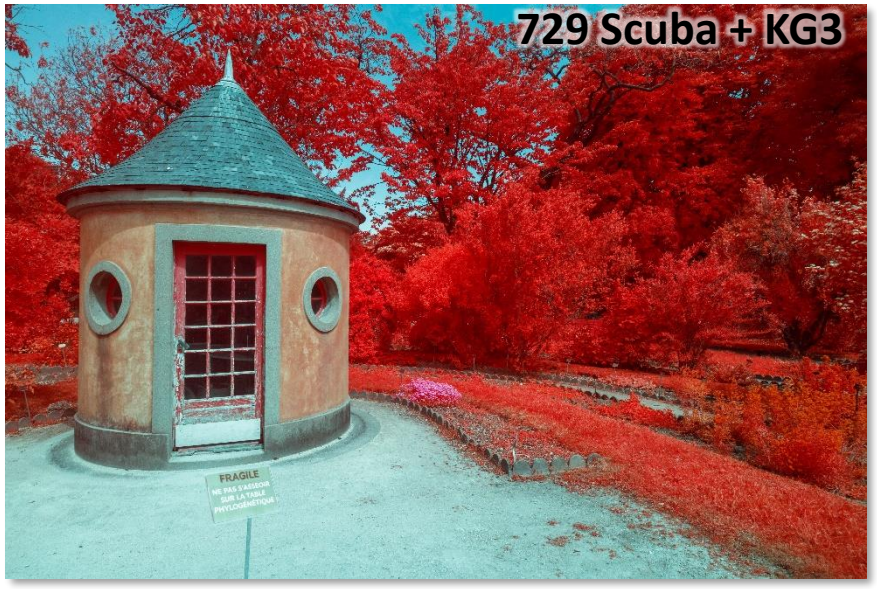
Gélatine rouge de chez lee filter



Disquette 3,5’’

Utilisation de filtres

- Quelques exemples réalisés avec des filtres DIY



Utilisation de filtres

- Ces filtres peuvent s'adapter :
  - Sur les objectifs, avec la problématique des diamètres

  - Sur une bague d'adaptation derrière l'objectif (*Drop-in)*

  - Juste devant le capteur (*Clip-in*)

Matériel de prise de vue

- **Problématique des objectifs**

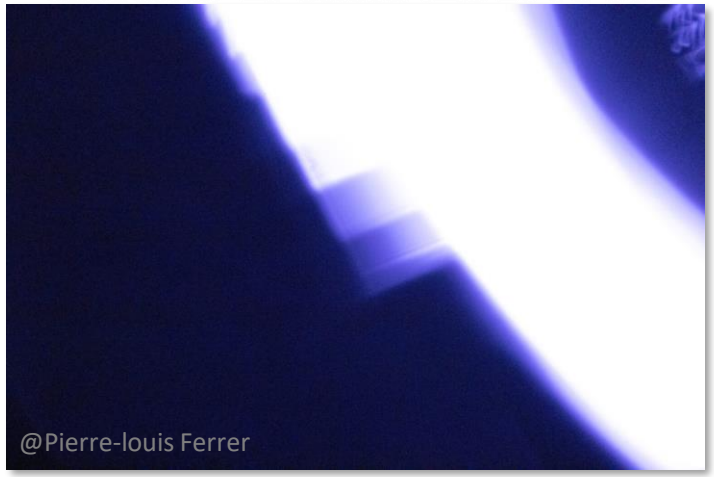
  - Tous les objectifs ne sont pas forcément utilisables en infrarouge

  - Problème du **hotspot** : cercle de lumière apparaissant au centre la photo et qui dépend de l'objectif (*de la série*), de la focale (*dans le cadre d'un zoom)* et de l'ouverture

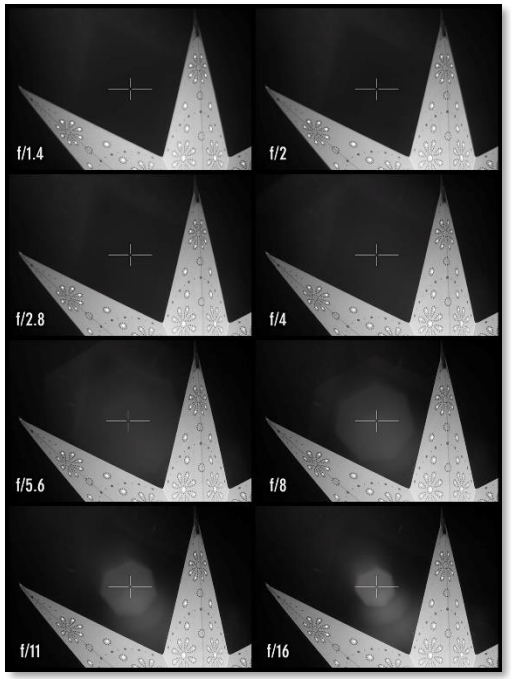
  - Quelques bases de données existent dont celle d'edwardnoble avec des tests sur mire

  - Il peut y avoir un problème de lumière parasite lié à l'électronique de l'objectif

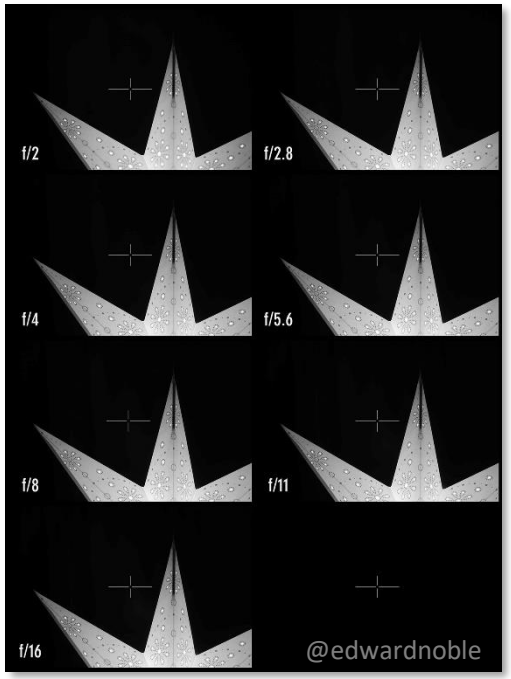
Tamron SP 15-30mm f2.8 Di VC USD



Nikkon 50mm f1.4 AI-S



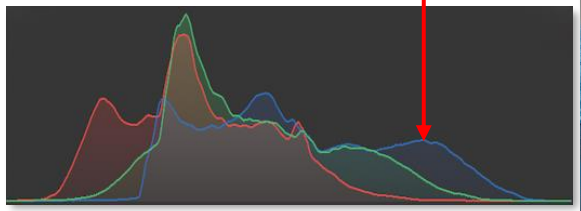
Nikkor-H 50mm f2.0 Pre-AI

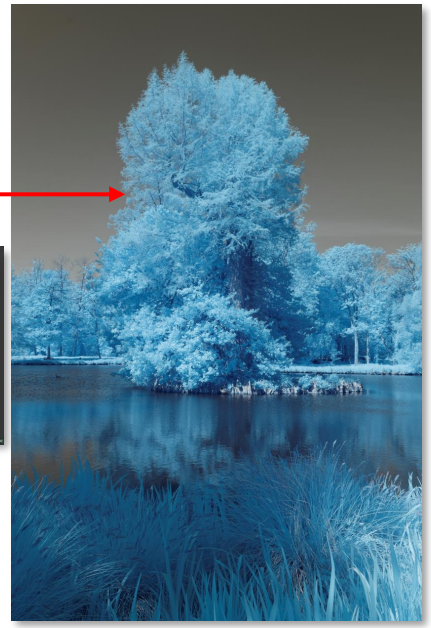


Prise de vue

- Photo infrarouge ➔ Végétation ➔ privilégier fort ensoleillement
- Activité chlorophyllienne (dépend de l'essence des arbres) ➔ entre mai et septembre
- Pic d'activité chlorophyllienne entre 10h et 16h

- Eviter l'exposition à droite
  - Le canal contenant l'information infrarouge doit être au ¾ du maximum sur l'histogramme

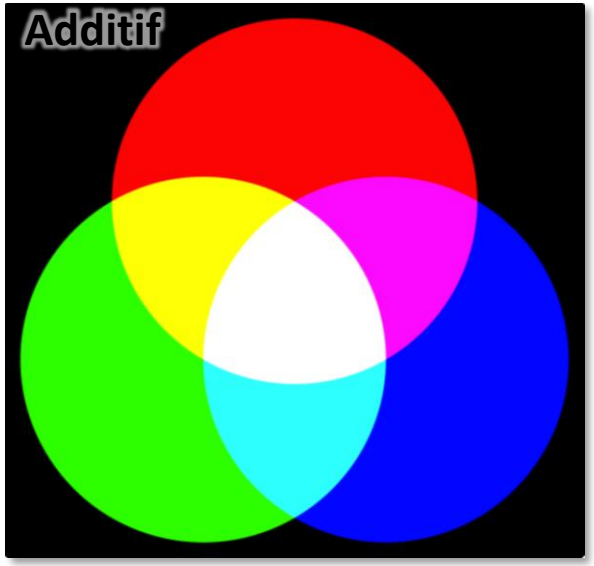


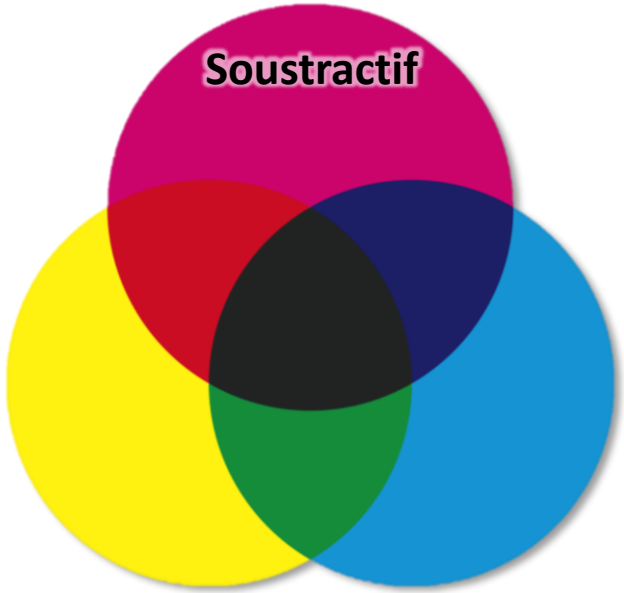


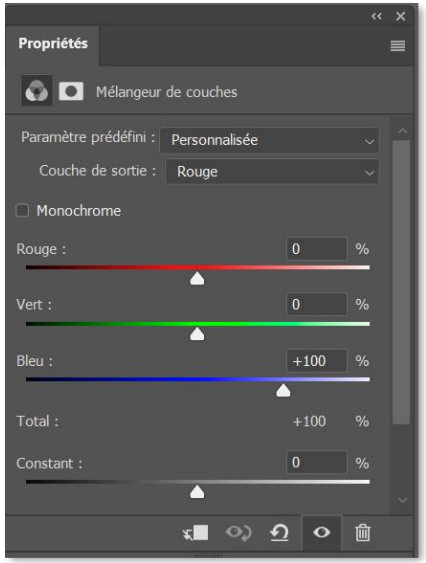
- Eviter le soleil de face ➔ sensibilité au flare
- Toutes les techniques photos sont possibles
  - Bracketting d'exposition
  - Focus stacking
  - Pose longue
  - …

Traitement sous Ps

- Les photos infrarouges nécessitent globalement plus de traitement
- Besoin de connaître la synthèse additive et soustractive des couleurs
- Maîtriser les calques de réglage mélangeur de couches, correction sélective…
- De nombreux traitements nécessitent de passer par les masques de couches et/ou de luminosité
- Le rendu est dépendant du filtre et de la Balance des Blancs (sur quelle zone elle est réalisée)



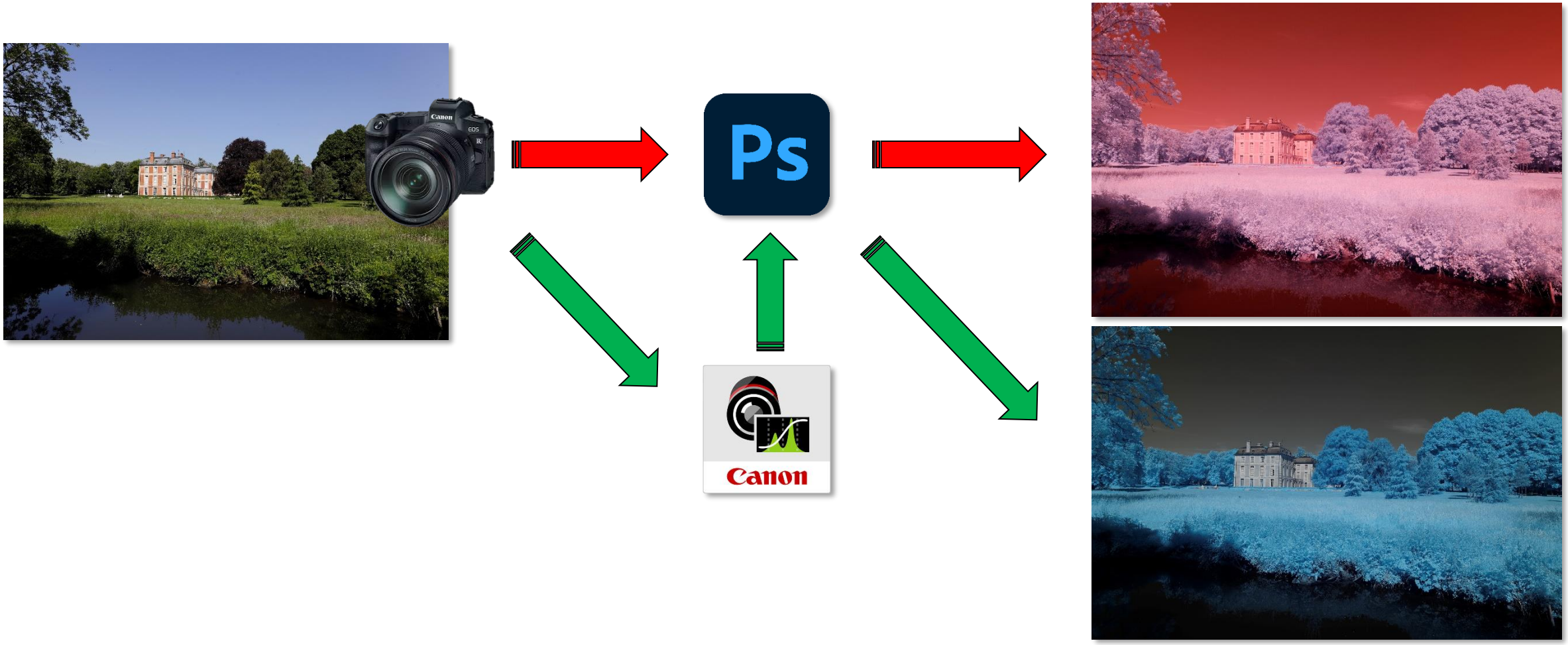




Traitement sous Ps

- PS (*et LR*) ne prennent pas en compte la Balance des Blancs personnalisée ➔ nécessité de passer par le logiciel de la marque pour la conserver

- Possibilité de la faire sous PS mais résultat moins probant



Traitement sous Ps

- Les traitements et donc le rendu sont différents si une BdB personnalisée a été réalisée au moment de la prise de vue ou en mode AWB

Vision œilleton Réflex

Vision Liveview ou œilleton hybride

Quelques exemples de rendu

- **590 nm**

Visible | Liveview | Mélangeur de couches PS

Quelques exemples de rendu

- **685 nm**

Visible | Liveview | Mélangeur de couches PS

Quelques exemples de rendu

- **720 nm**

Quelques exemples de rendu

- **850 nm**

Visible **Liveview** **PS**

Quelques exemples de rendu

- **IR-chrome**

Visible | Liveview | PS

Quelques exemples de rendu

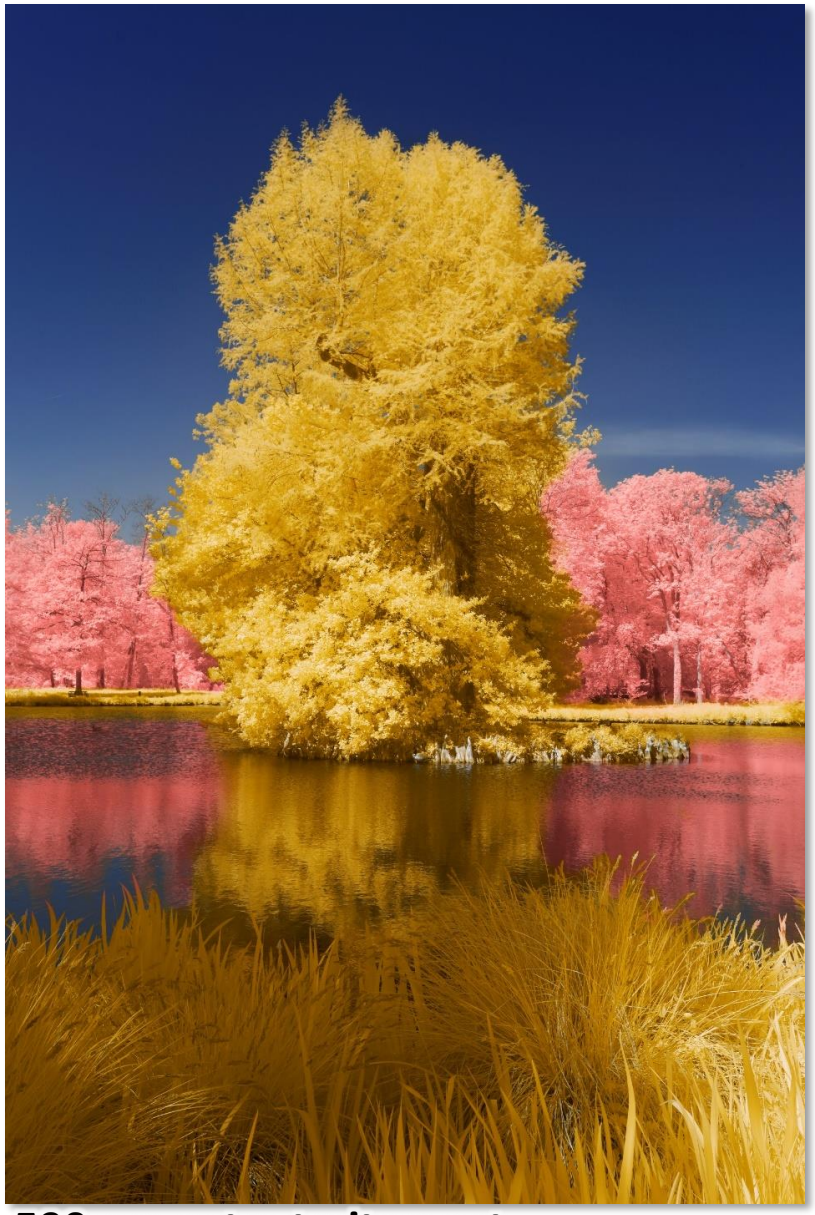
720 nm capteur

720 nm traité

Quelques exemples de rendu

590 nm capteur

590 nm traité



590 nm autre traitement

Quelques liens utiles

- Site de référence : photographie infrarouge

- Bases de données des objectifs :
  - Kolari
  - Edwardnoble
  - Lifepixel
  - Robshea

- Achat de filtres (entre autres) : Kolari Vision

- Défiltrage appareil :
  - eosforastro de Richard Galli

- Photographes :
  - Pierre-louis Ferrer
  - Yann Philippe
  - Rob Shea

Questions ?