

# Infra Rouge

## 1. Introduction

Ce document a pour but de mieux comprendre les bases liées à la lumière et à la prise de vue Infra Rouge.

## 2. Perception de la lumière

### Longueur d'ondes

La lumière est un phénomène physique, un rayonnement, constitué d'ondes électromagnétiques. Certaines de ces ondes sont visibles par l'oeil humain : de 380 à 780 nm (nm : nanomètre) Voir fig. 1

### Perception

Dans le spectre du visible, pour l'ensemble des humains, une plage de longueur d'onde correspond à un ensemble de couleurs. Ce n'est pas le cas chez les animaux : les chats/ chiens perçoivent plus de bleus et de jaunes et peu ou pas les rouges.

En revanche, comme beaucoup d'animaux, ils sont sensibles à d'autres plages de rayonnement dont les infrarouges (moins de 380 nm) et les ultraviolets (plus de 780 nm).

Cette extrême sensibilité des photorecepteurs répond à des besoins vitaux :

- les insectes se servent de la lumière UV pour détecter le nectar des fleurs
- les rongeurs repèrent les traces d'urine séchés au sol
- les rennes voient les ours polaires dans la neige, etc.

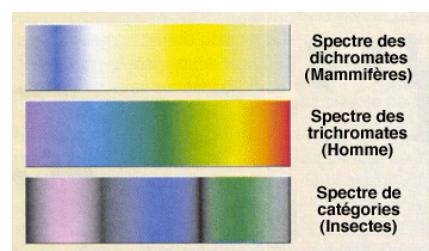


fig. 2 Les animaux perçoivent la même source de lumière (le soleil) mais ne l'interprètent pas de la même manière.

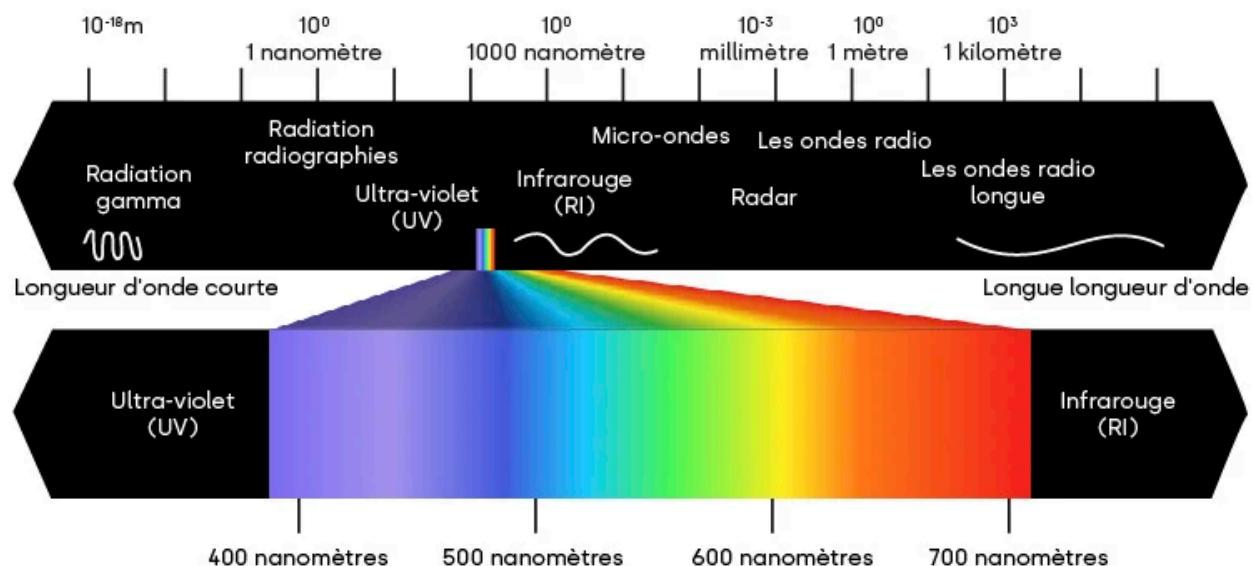


fig. 1 Schéma récapitulatif de l'étendue du rayonnement d'une source de lumière (soleil)

Il est très difficile de comparer ce dont nous ne pouvons faire l'expérience en direct. La vision dépend donc des types de photorecepteur mais aussi des éléments optique dont nous disposons (les yeux) jouant ainsi sur la netteté de l'image, l'acuité visuelle (résolution), la réfraction (ex. l'oeil des poissons est adaptée à la diffraction du milieu aquatique) ainsi qu'à la forme et taille du diaphragme irien (de l'iris). La simple étude des yeux des espèces vivant sur terre permet de conclure que la perception est propre à chaque espèce et que nous ne pouvons affirmer avec exactitude connaitre ce que voit les autres vivants.

### **Soleil et sources lumineuses artificielles**

La spectroscopie est l'étude du spectre d'une phénomène physique par sa décomposition sur une échelle d'énergie (fréquence, longueur d'onde).

En étudiant la lumière provenant des étoiles et en décomposant son spectre, les astronomes ont pu repérer des discontinuités. Celles-ci révèlent la composition des planètes. Le Soleil émet un rayonnement à large spectre, très similaire à une source théorique parfaite (corps noir). Cependant, il existe des discontinuités dans la lumière du soleil, ces «trous» sont appelées raies et ont été découvertes par Fraunhofer. Fig. 3.

Toutes les sources lumineuses artificielles ne sont pas aussi complètent que le soleil (bande réduite). Les «néons» sont des tubes en verres comprenant du gaz Néon (Ne) qui est ionisé. En réalité, il s'agit aujourd'hui de tubes fluorescents. Un gaz correspond à une couleur : hélium > jaune ; CO<sub>2</sub> > blanc ; argon > violet ; argon/mercure > bleu....

Il convient donc d'analyser les spectres d'émission de plusieurs sources lumineuses pour mieux les comprendre.

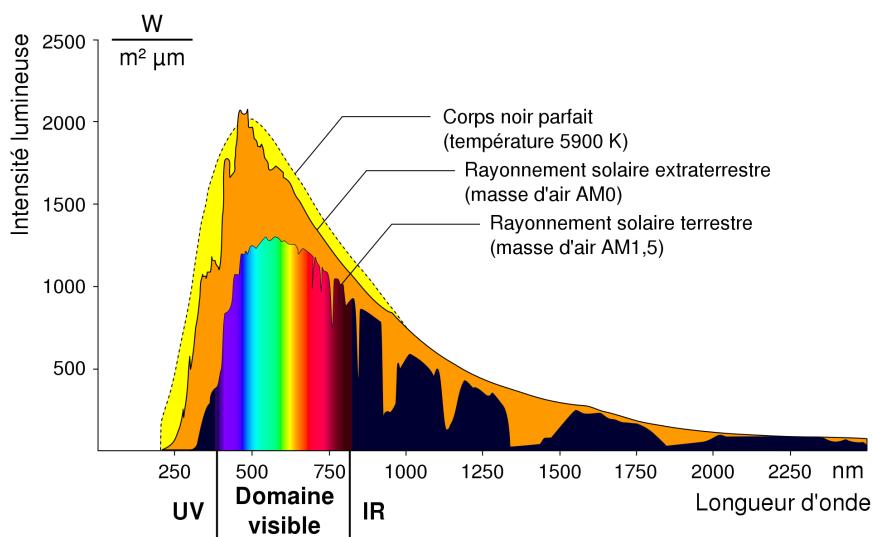


fig. 3 Rayonnement du soleil, sur terre et dans l'espace et corps noir



fig. 4 Spectroscopie ou spectromètre, il permet de décomposer un spectre de lumière en séparant de manière très précise les couleurs à l'aide d'un réseau optique interne. Ainsi, les couleurs observées sont réparties le long d'une échelle graduée à laquelle correspond une fréquence.

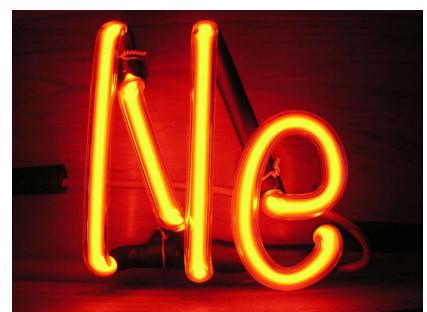


fig. 5 Tube au Néon (émet une lumière rouge) dont l'appellation a été reprise pour qualifier par abus de langage les lampes cylindriques fluorescentes et luminoscentes.

**IRINFO.ORG**

Pour aller plus loin sur l'infra-rouge: <https://irinfo.org/articles-2019/infrared-reflectography-5-1-19-tucker/>

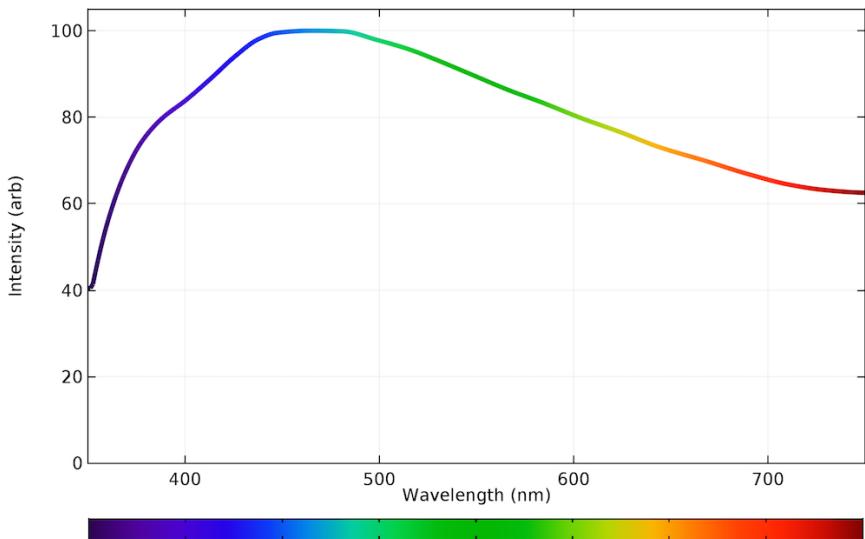


fig. 6 Spectre d'émission du soleil depuis la terre

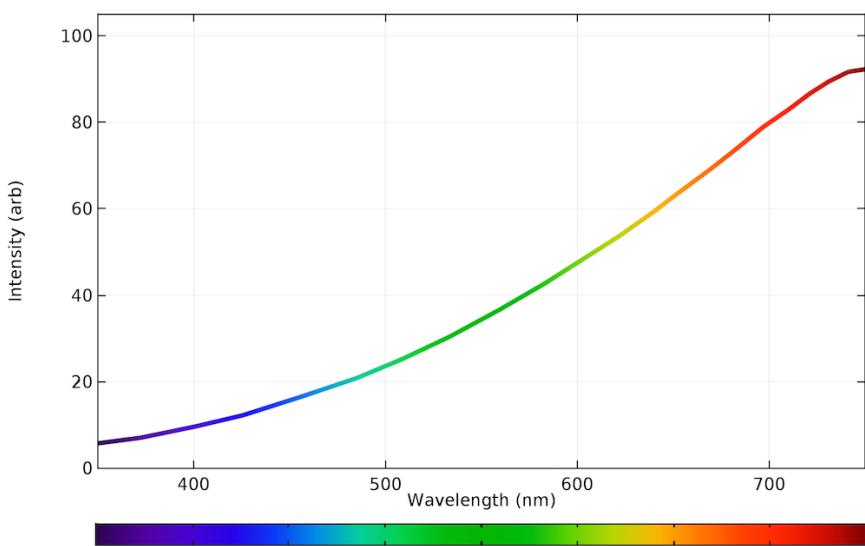


fig. 7 Spectre d'émission d'une ampoule incandescante

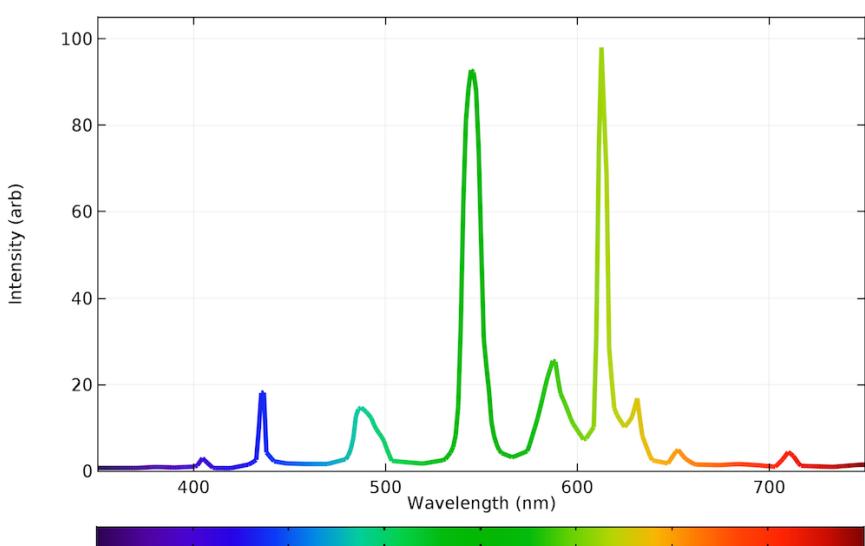


fig. 8 Spectre d'émission d'un tube fluorescent

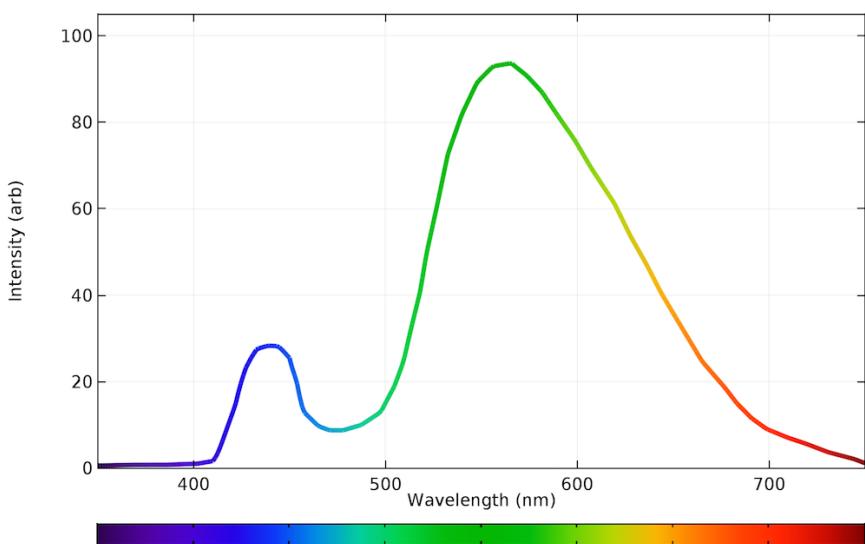


fig. 9 Spectre d'émission d'un éclairage à led

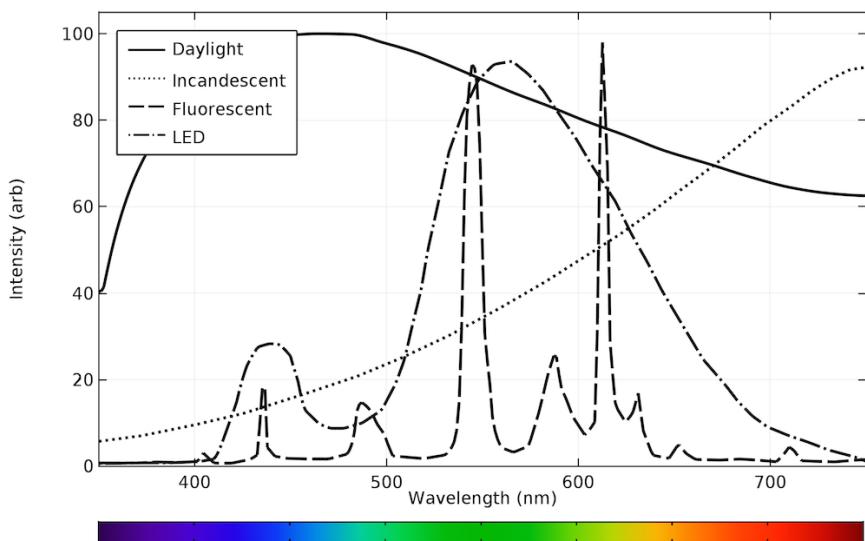


fig. 10 Comparaison des spectres d'émission



fig. 11 Éclairage en InfraRouge total (quasi aucune lumière dans le visible) vue depuis une lunette de visée tactique infra-rouge

questions, remarques -> julien.sales@lacambre.be

### 3. Application en CROA

#### Appareil de mesure

Par défaut, un capteur d'appareil photo «récolte» la lumière, c'est à dire des photons, dans des photorecepteurs (le EOS RP de La Cambre CROA dispose de 26 Millions de recepteur = 26MegaPixels). Ces photorecepteurs ont besoin de précision pour rendre au mieux les couleurs, il n'est donc pas nécessaire qu'ils captent les Infra-rouges. Un filtre «IR Stop» bloque donc la lumière au delà de 700nm. De la même manière, les objectifs sont souvent équipés d'un filtre anti-UV pour protéger le capteur (bien que les UV n'affectent que peu la rendu final d'une photographie dans le visible).



fig. 13 Suppression du filtre IR Stop bloquant la lumière au delà de 700nm



fig. 14 L'emploi d'une caméra dédiée à la réflectographie Infra-Rouge permet de faire varier la fréquence et ainsi de discerner au mieux les différentes couches d'une peinture. Les dernières caméras exportent automatiquement en plusieurs calques les résultats. Ici, l'Opus Apollo, sensible jusqu'à 1700nm.

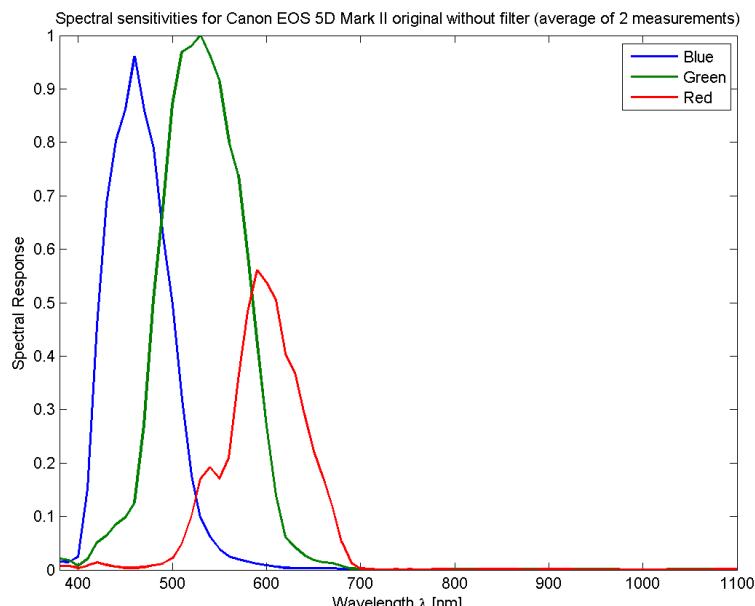


fig. 11 et 12 Avant et après la suppression du filtre interne IR Stop sur l'ancien appareil de l'atelier, le Canon 5D mark2

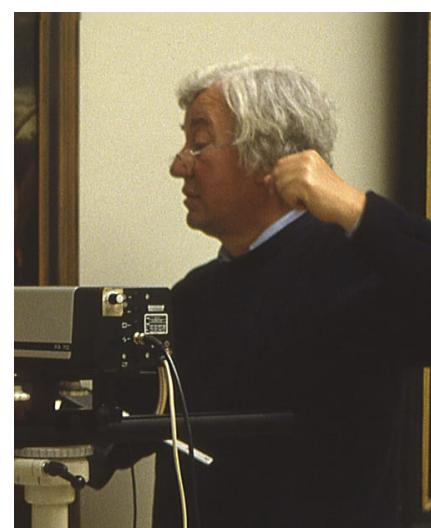
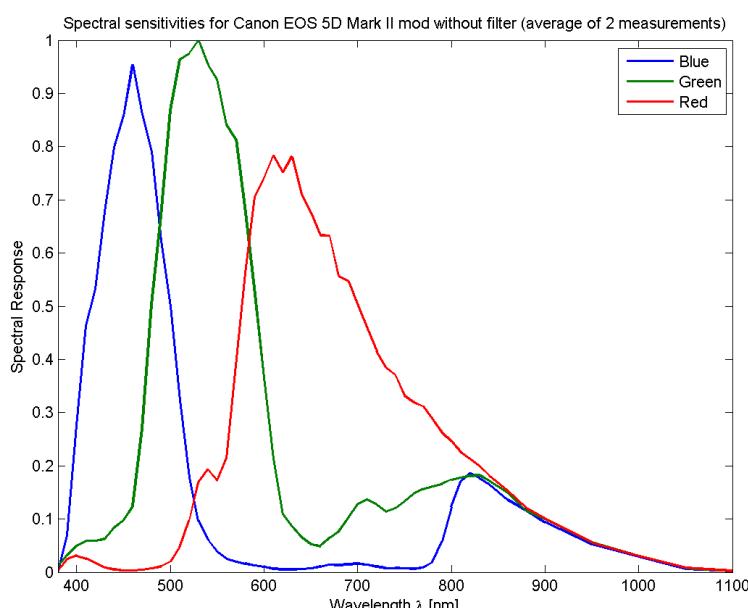


fig. 16 J.R.J. van Asperen de Boer a découvert (thèse en 1970) l'utilité de l'IR appliquée à l'étude des peintures.

## Cas concret

Certaines matières réagissent différemment à la lumière Infra Rouge, cela permet de révéler des couches anciennes, esquisses, etc notamment lorsqu'elles sont réalisées avec du noir de carbone qui réagit fortement aux IR. Celui-ci étant utilisée pour tracer des brouillons, etc. Sur les sculptures en plâtre, des inscriptions recouvertes peuvent aussi apparaître.



L'examen aux rayons X ou en réflectographie infrarouge permet alors de révéler des repentirs indétectables à l'œil nu ou bien encore la nature de certains pigments. La lumière Infra-Rouge traverse donc les différentes couches de peinture (comme si elles étaient transparentes) et d'éventuelles traces à la mine de plomb ou au carbone peuvent apparaître, celle-ci absorbant la lumière IR. Seul le fond de la toile (enduite) fait office de réflecteur et renvoi l'Infra Rouge. L'image obtenue est donc « inversée ». Certains pigments utilisés lors d'une restauration peuvent être de nature différente des originaux et avoir un rendu identique à l'œil nu. Ces pigments non originaux ont donc des chances d'absorber inégalement le rayonnement IR et apparaîtront donc sur l'image IR.

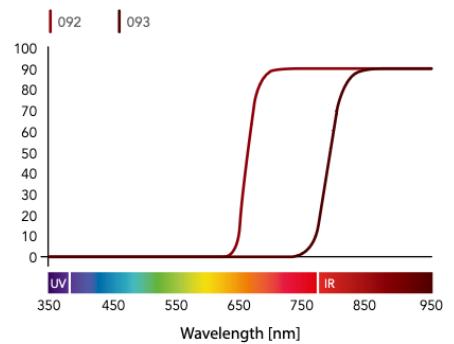


fig. 17 Le Filtre B+W 093 filtre l'ensemble de la lumière visible par l'œil humain et permet de ne garder que l'Intra Rouge.

Nous avons vu que pour photographier les Infra-Rouge, il faut une source de lumière à large bande (comme le soleil) ou des halogènes. Deux lumières halogènes (ampoules incandescentes) permettent d'obtenir des IR en intérieur.

1- Sur le 5dMark 2, installer l'objectif Zeiss 50mm  
installer l'appareil sur le trépied  
respecter le réglage de // et centrage  
allumer l'appareil en mode M / mettre le retardateur sur 2 sec  
ISO 100 / f8 / 5 à 10 sec (à adapter)

2- Faire la mise au point (**sans filtre IR**)  
**installer un coussin / tissu sous l'appareil au cas où...**  
visser le filtre IR B+W (sans bouger la mise au point !)  
déclencher avec le retardateur de 2 sec

**3- Vérifier si l'image est assez exposée, déplacer les sources de lumière en fonction ou changer les réglages de l'appareil.**

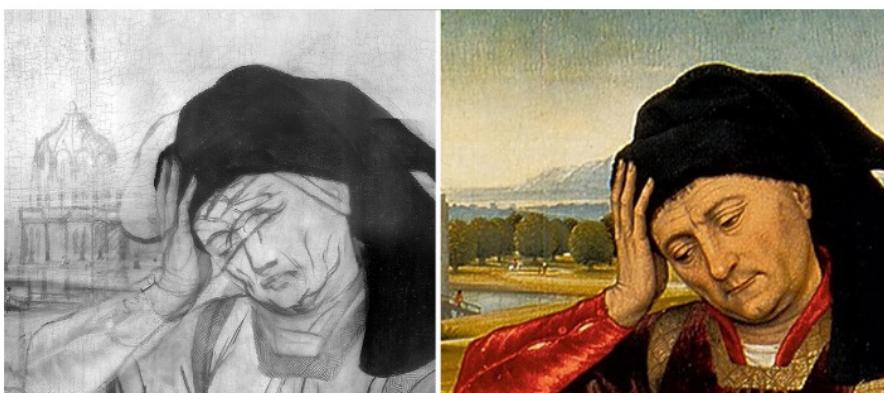


fig. 17 Découverte d'esquisses non visibles à l'œil nu sur La Lamentation du Christ de Rogier van der Weyden. Royal Picture Gallery Mauritshuis, The Hague.

## STEP BY STEP



Prendre les deux appareils et les mettre sur la même table avec le filtre IR



Enlever l'objectif via le bouton poussoir ci-dessus



Visser le cache pour éviter que des poussières rentrent dans l'appareil



Visser l'objectif sur le 5dmark2 IR



Bien visser le plateau du trépied sur le 5dmark2 IR



Faire sa mise au point en live view SANS le filtre



AVEC UN TISSU (pull, coussin, autre) sous l'appareil, visser le filtre sur l'objectif (sans toucher à la bague de mise au point)



Pas besoin de serrer fort, juste visser ;)



En fonction de la source lumineuse (le soleil étant le mieux) adapter les réglages. Un bon set pour commencer f/8 / 5 à 10 sec / ISO100 / Raw / 5500k avec le retardeur à 2sec