



# THERMOGRAPHIE INFRAROUGE

## PARTIE THEORIQUE

Support de formation

Projet Interreg Smart-Energy 4.4

Lieu de formation ALR Redange/Attert

12.02, 22.02 & 01.03.2021

# GENERALITES



- Découvert en 1800 par William Herschel
- Herschel a eu l'idée de placer un thermomètre à mercure dans le spectre électromagnétique obtenu par un prisme de verre afin de mesurer la chaleur propre à chaque couleur.
- Le thermomètre indique que la chaleur reçue est la plus forte du côté rouge du spectre

1859 Mesure de la distribution spectrale par Kirchhoff et Bunsen

1860 Introduction du terme « corps noir » par Kirchhoff.

1884 découverte de la relation entre la température absolue et la puissance de radiation par STEFAN et BOLTZMANN

1900 avancée dans la compréhension de la nature du rayonnement électromagnétique par Max PLANCK

# LES BASES







9.9°C

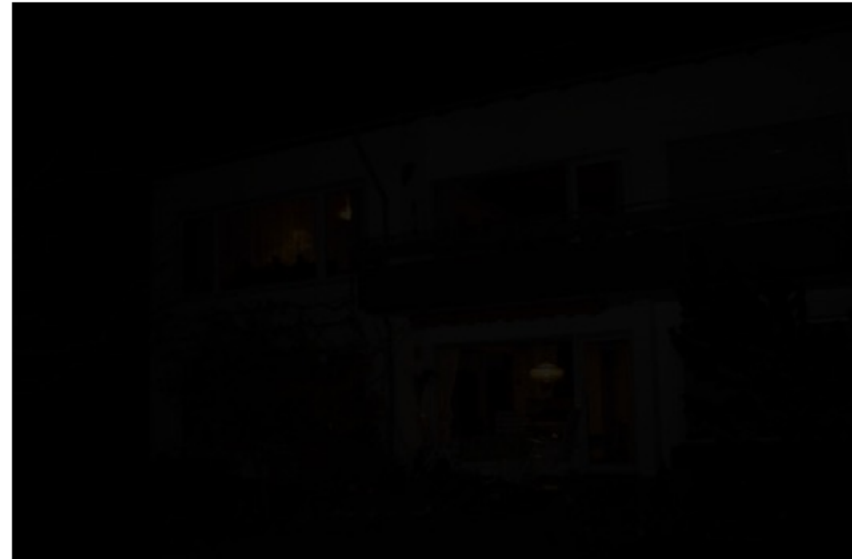


5

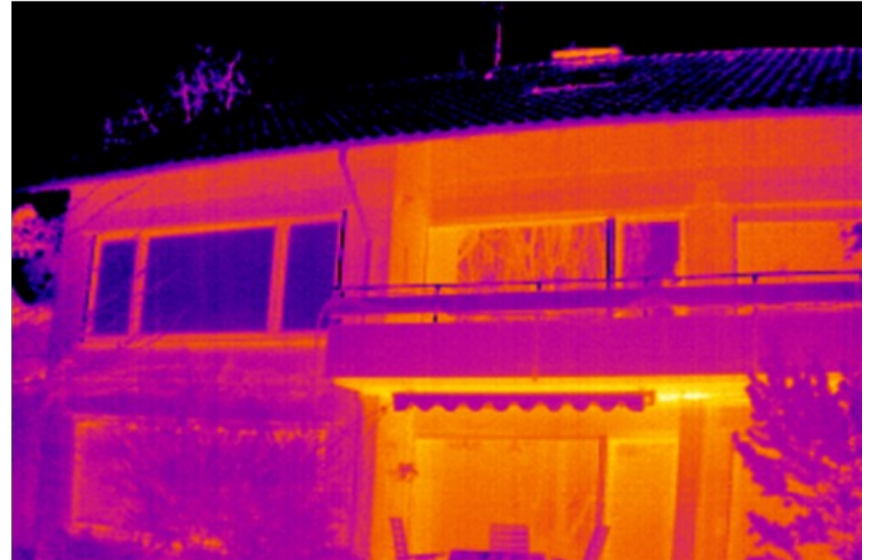
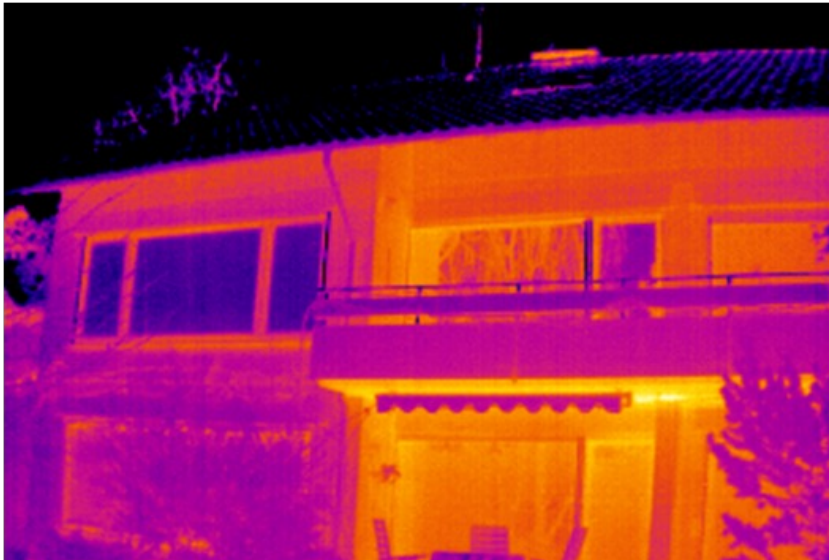
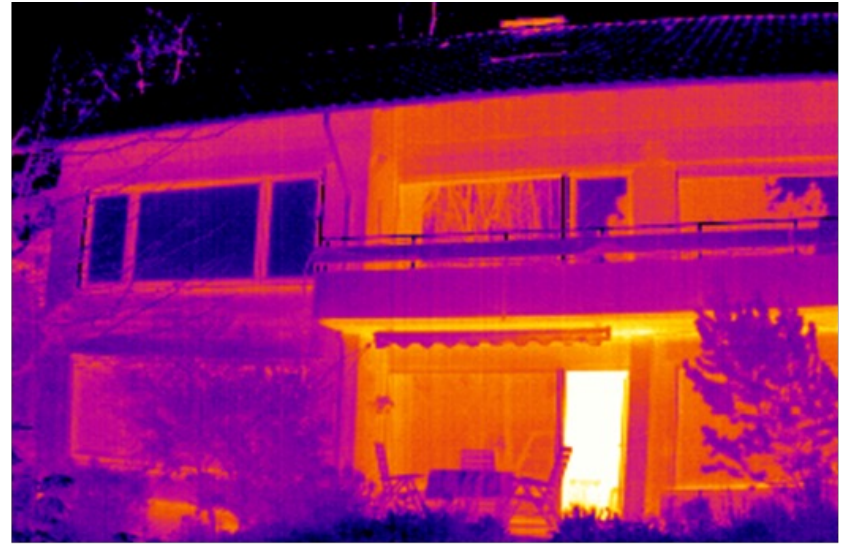
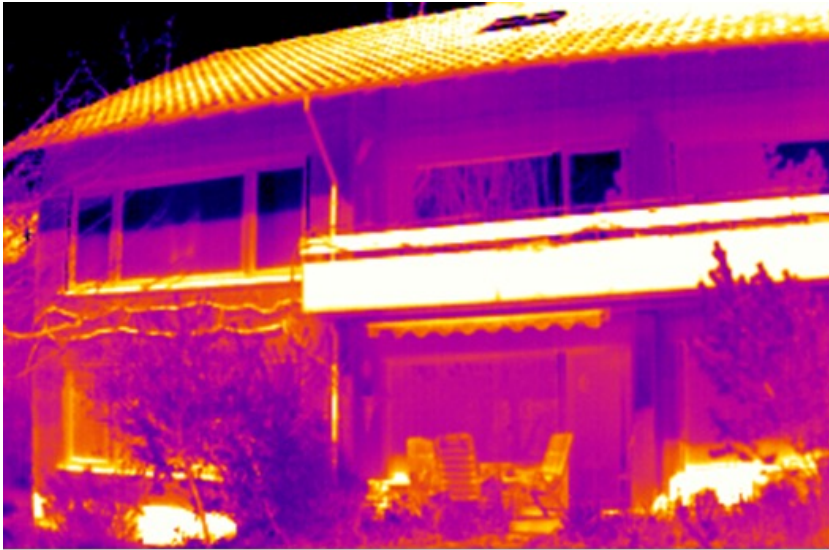
0

-5

-6.8°C



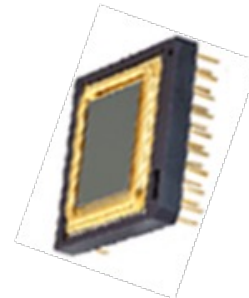
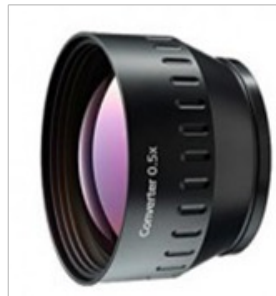
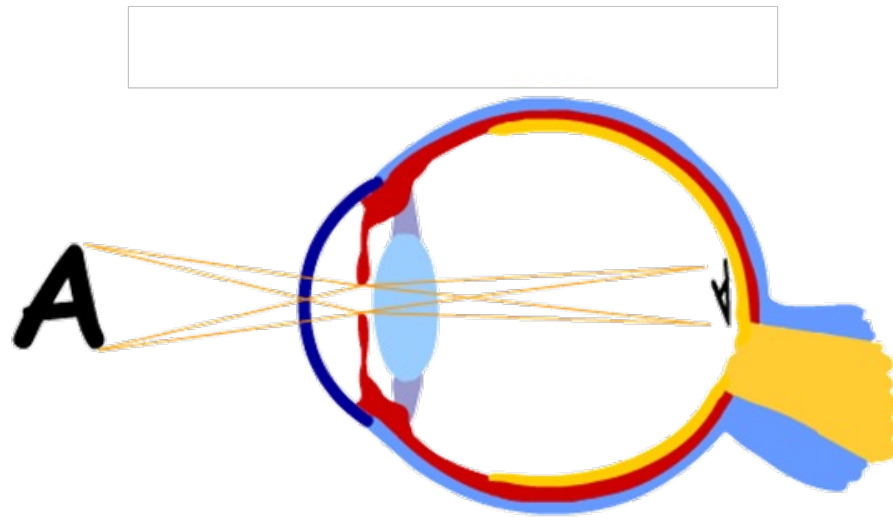




# LA CAPTATION



**La caméra thermique, comment ça marche ?**





**La caméra thermique,  
thermomètre ou calculateur ?**



**Les deux grandeurs d'influence sont :**

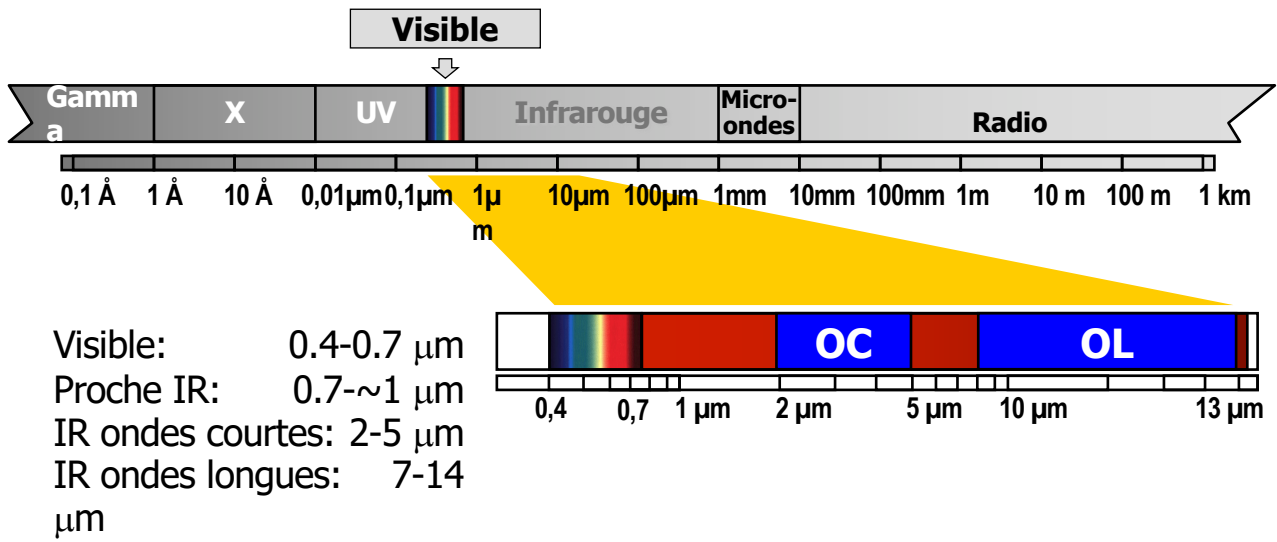
- **Émissivité –**  
**aptitude de la surface inspectée d'émettre un rayonnement.**
  
- **Température d'environnement radiatif**  
**C'est la moyenne pondérée du rayonnement traduit en température de tous les éléments éclairant le corps à thermographier.**

**TEMPERATURE VRAIE ?**

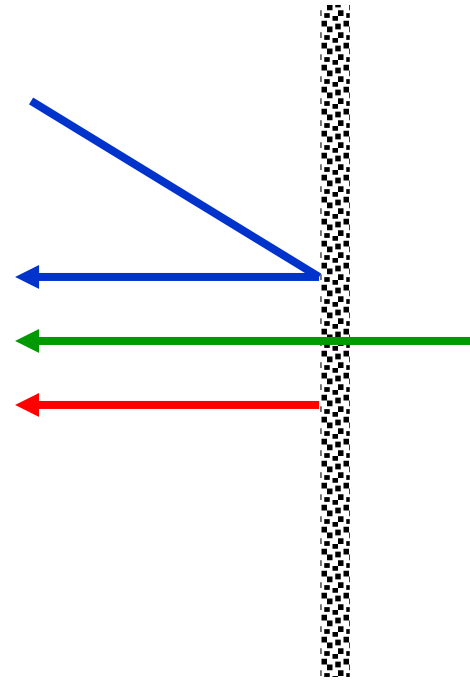
**TEMPERATURE APPARENTE ?**



# LE RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE







$$\varepsilon + \tau + \rho = 1$$

En 8-14  $\mu\text{m}$   $\tau = 0$   $\rightarrow$   $\varepsilon + \rho = 1$

Donc si  $\varepsilon \downarrow$  la  $\rho \uparrow$

## LE CORPS NOIR

Le corps noir est le corps idéal qui sert de référence théorique. Il absorbe intégralement tous les rayonnements donc il n'en réfléchit aucun. Il émet naturellement un maximum de rayonnement pour une température donnée.

**Emissivité = 1**

**Facteur de réflexion = 0**

-----

## LE MIROIR IDEAL

Il réfléchit intégralement tous les rayonnements incidents

**Emissivité = 0**

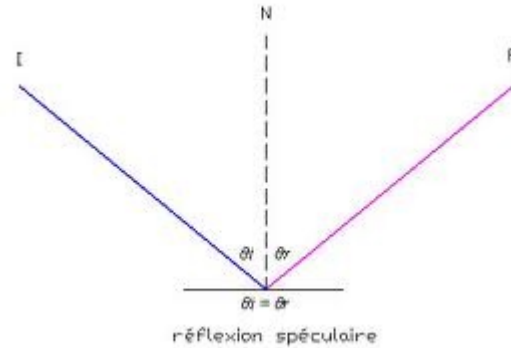
**Facteur de réflexion = 1**

## EMISSIVITE- FACTEUR ET TYPE DE REFLEXION

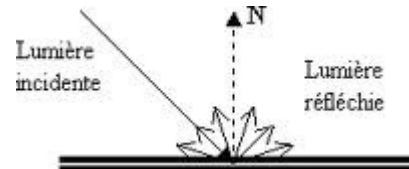
<b>Peau humaine</b>	<b>0,98</b>
<b>Eau</b>	<b>0,98</b>
<b>Adhésif électrique</b>	<b>0,95</b>
<b>Papier</b>	<b>0,95</b>
<b>Verre non traité</b>	<b>0,87 - 0,89</b>
<b>Peinture</b>	<b>0,90</b>
<b>PVC de câbles</b>	<b>0,85</b>
<b>Cuivre oxydé</b>	<b>0,4 - 0,8</b>
<b>Cuivre laminé, étamé</b>	<b>0,1 - 0,3</b>
<b>Aluminium poli</b>	<b>0,05</b>
<b>Cuivre poli</b>	<b>0,03</b>

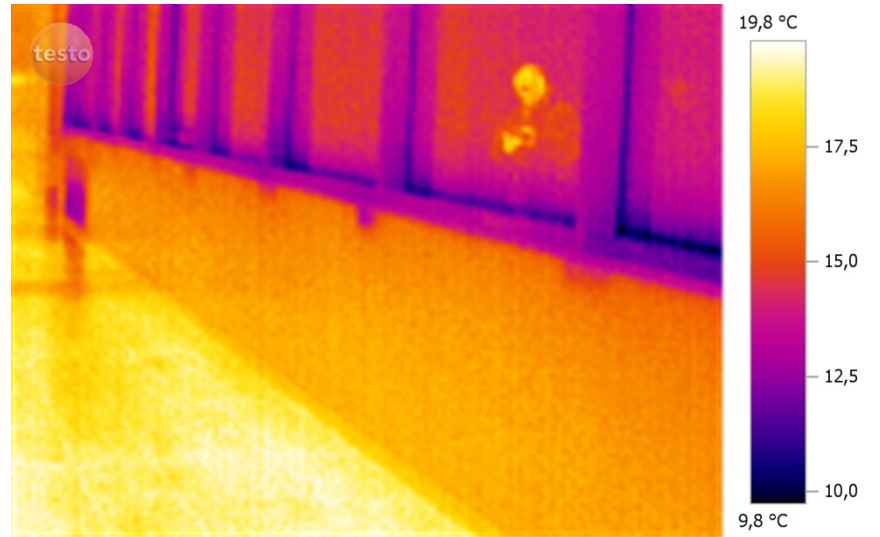
# TYPES DE REFLEXION

-Spéculaire

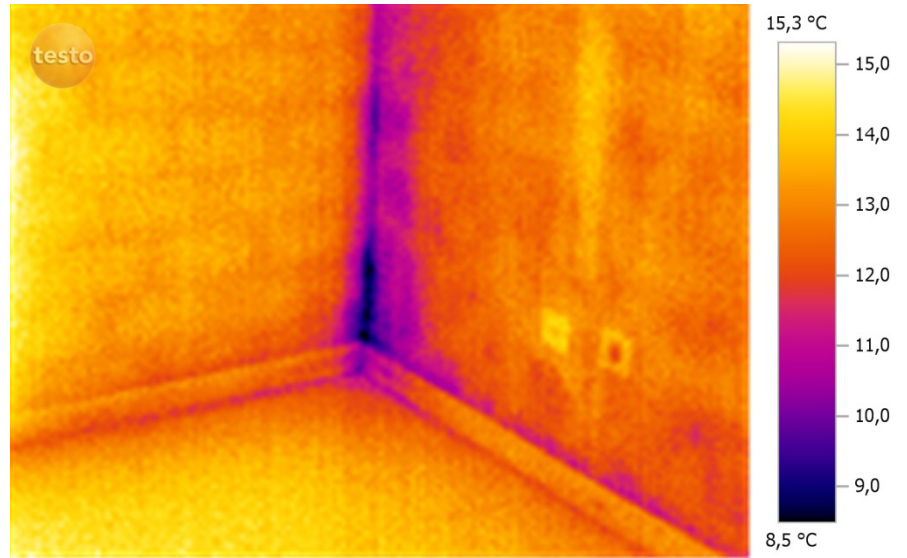


-Diffus ou  
diffus isotrope

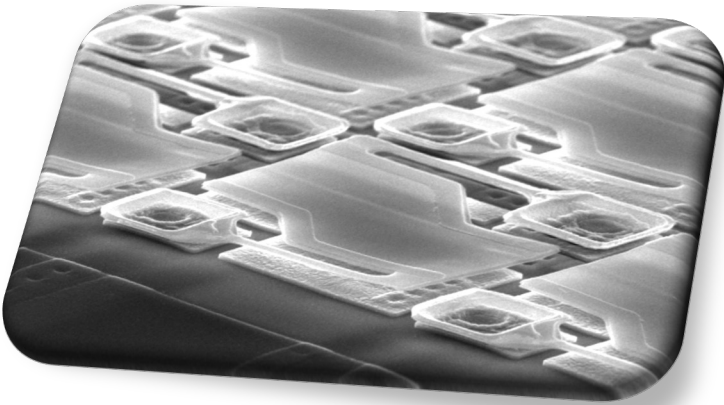




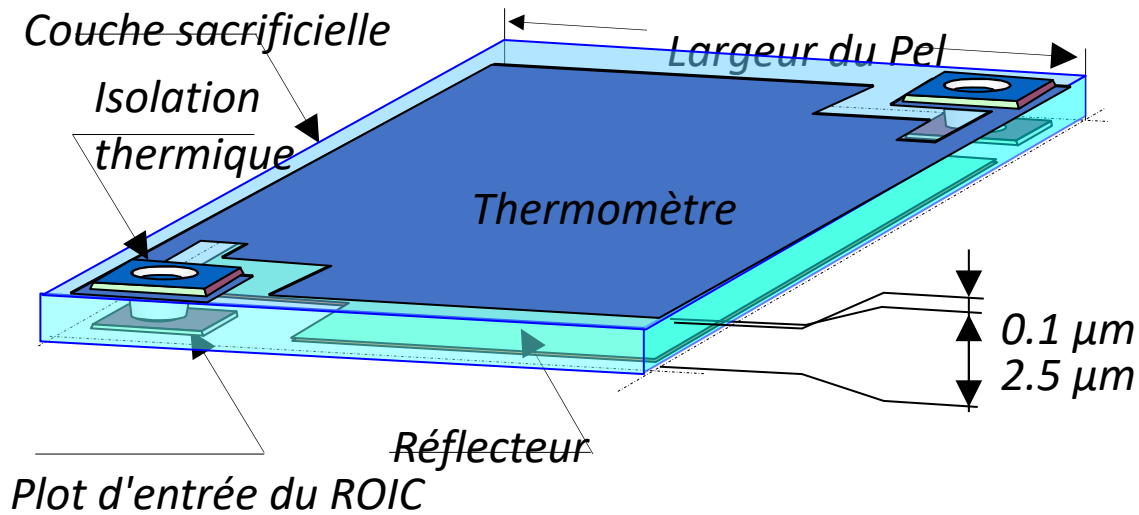
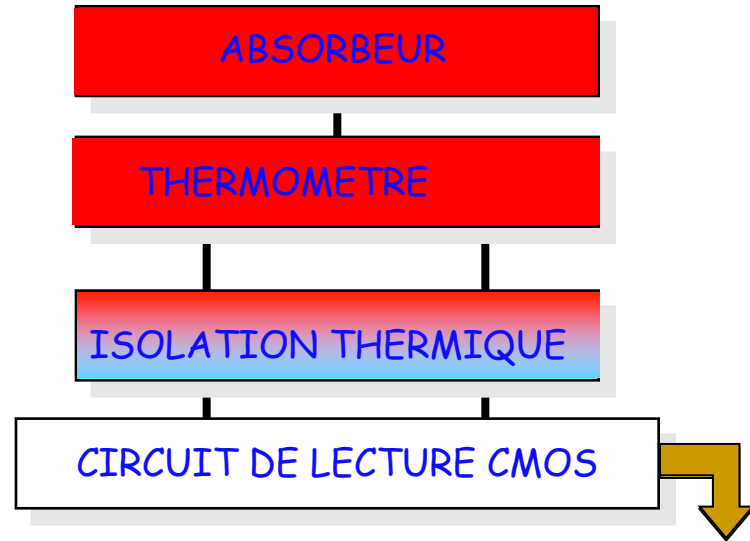




# TECHNOLOGIE



## Principe de détection

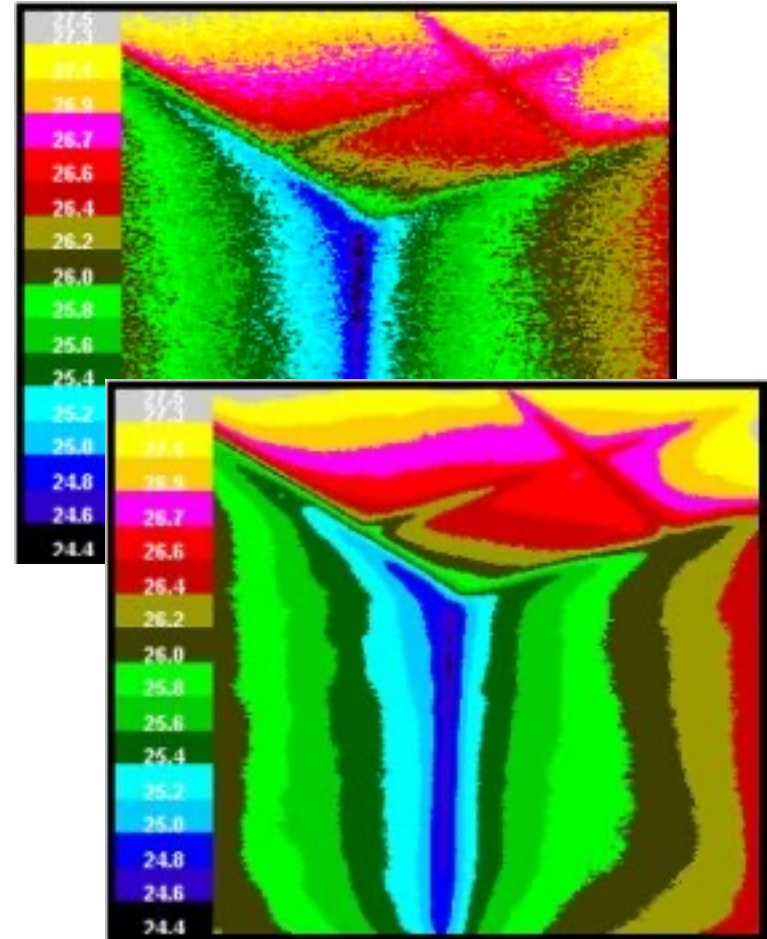


## NETD (noise equivalent temperature difference)

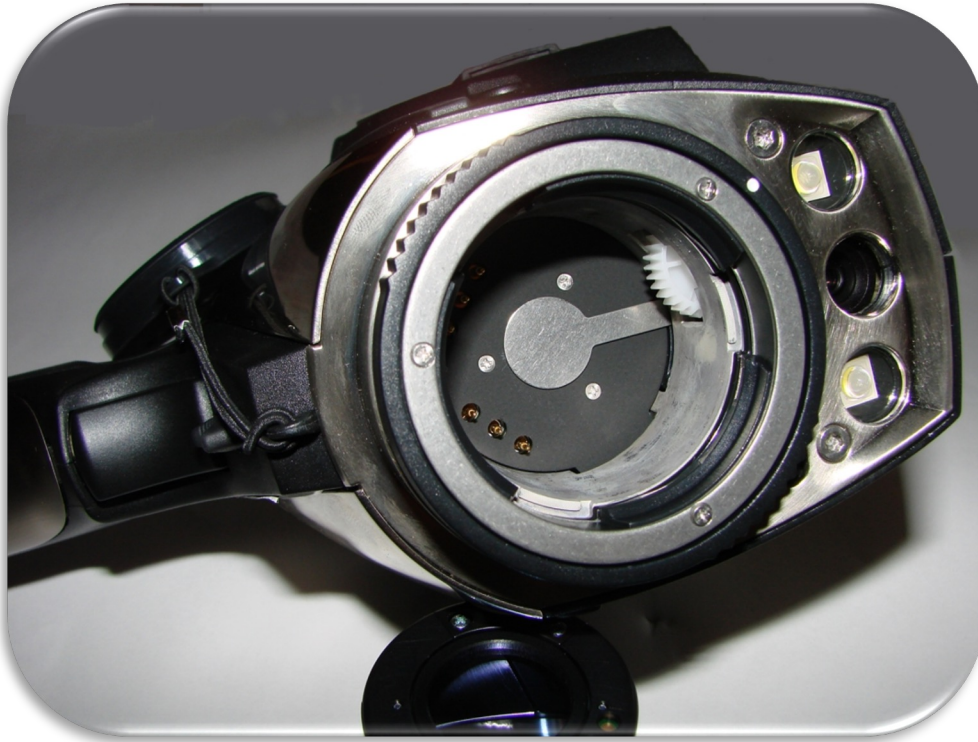
valeur efficace du bruit superposé au thermosignal, convertie en différence de température par la courbe d'étalonnage

Liée à la + petite différence de température que l'on peut voir

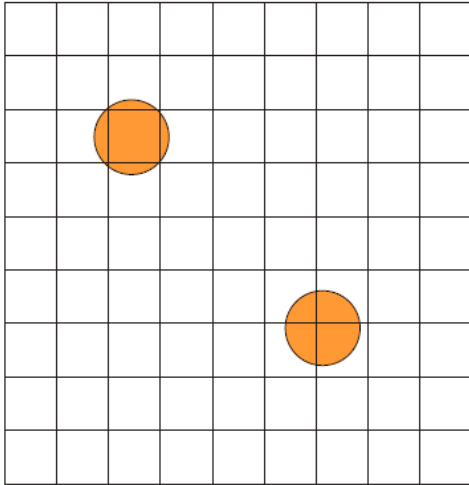
NETD = 60 mK @ 30°C (= sur une cible à 30°C) plus cette valeur sera faible, meilleur sera le rendu.



## Non Uniformity Correction







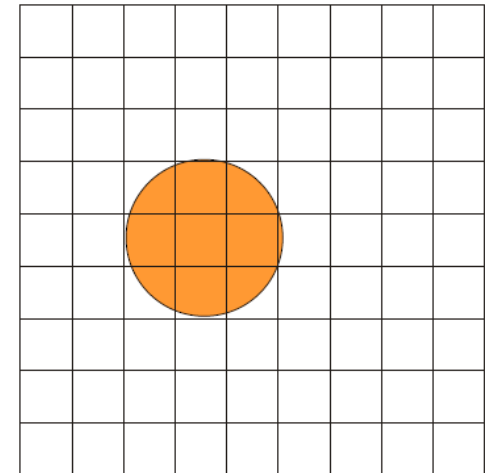
## Résolution géométrique :

FOV: surface totale prise en compte par la caméra lors de l'utilisation d'une lentille spécifique

IFOV: plus petit objet détectable par la caméra à une distance donnée

Théoriquement, la taille minimum d'un objet = IFOV.

Le champ de vision est déterminé par la distance et l'optique (combinaison de l'instrument et de l'objectif).



Dans la pratique, la taille minimum d'un objet = 3 x IFOV

# Voir plus, avec les caméras thermiques testo

Nous mesurons.



## Distance

Distance de l'objet à mesurer

5 m

## FOV

Taille du champs

## IFOV<sub>geo</sub>

Plus petit objet mesurable

## IFOV<sub>geo-SR</sub>

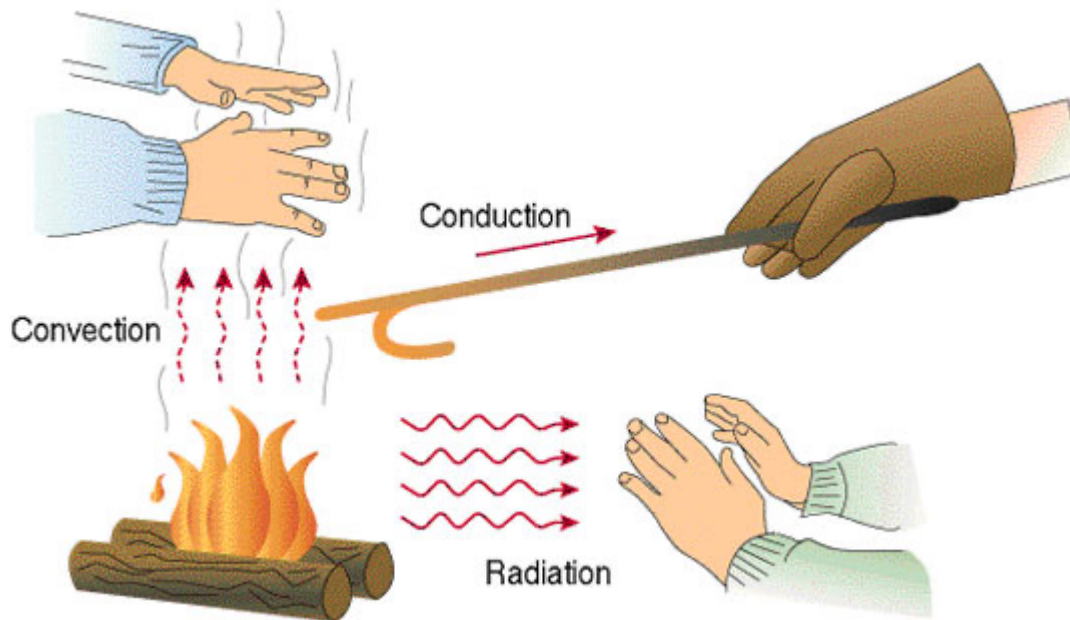
Plus petit objet mesurable avec SuperResolution

	Objectif standard: 32° x 23°	2,87 x 2,07 m	16,7 mm	10,4 mm
testo 875  testo 881  testo 876 	Téléojectif: 9° x 7°	0,79 x 0,59 m	4,94 mm	3,09 mm
testo 882 	Objectif standard: 32° x 23°	2,82 x 2,05 m	8,28 mm	5,17 mm
testo 885 	Objectif standard: 30° x 23°	2,68 x 2,03 m	8,33 mm	5,21 mm
	Téléojectif: 11° x 9°	0,96 x 0,79 m	3,12 mm	1,95 mm
testo 890 	Objectif standard: 42° x 32°	3,48 x 2,87 m	5,67 mm	3,54 mm
	Téléojectif: 15° x 11°	1,32 x 0,96 m	2,12 mm	1,33 mm

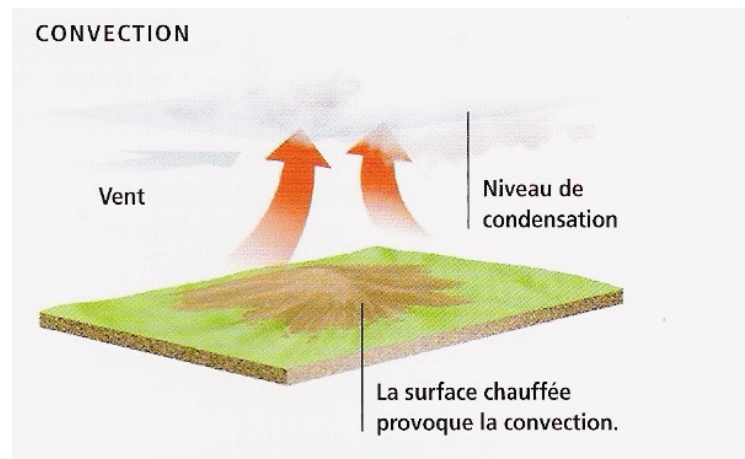
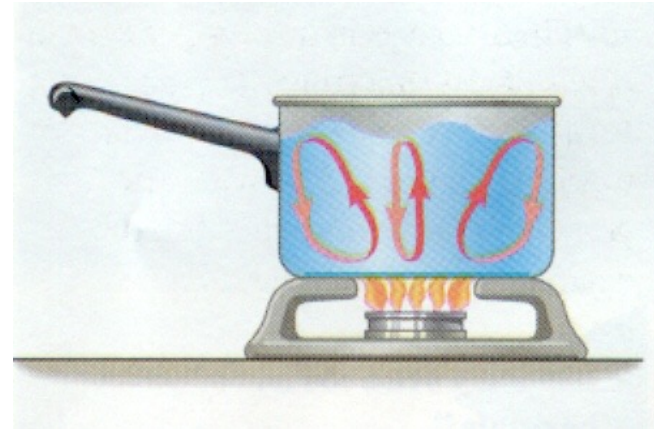
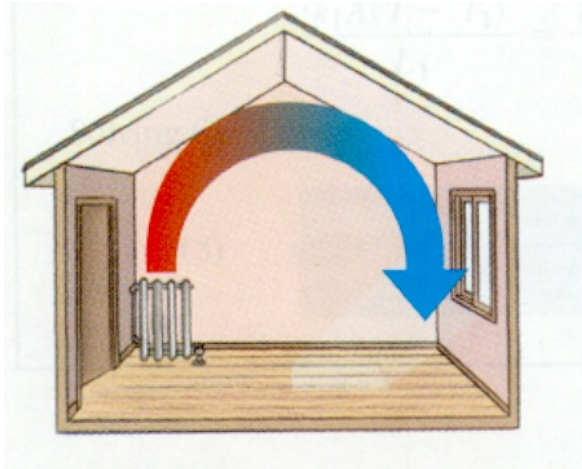


# LES ECHANGES DE CHALEUR

3 processus d'échange de chaleur sont possibles entre 2 corps n'ayant pas la même température :



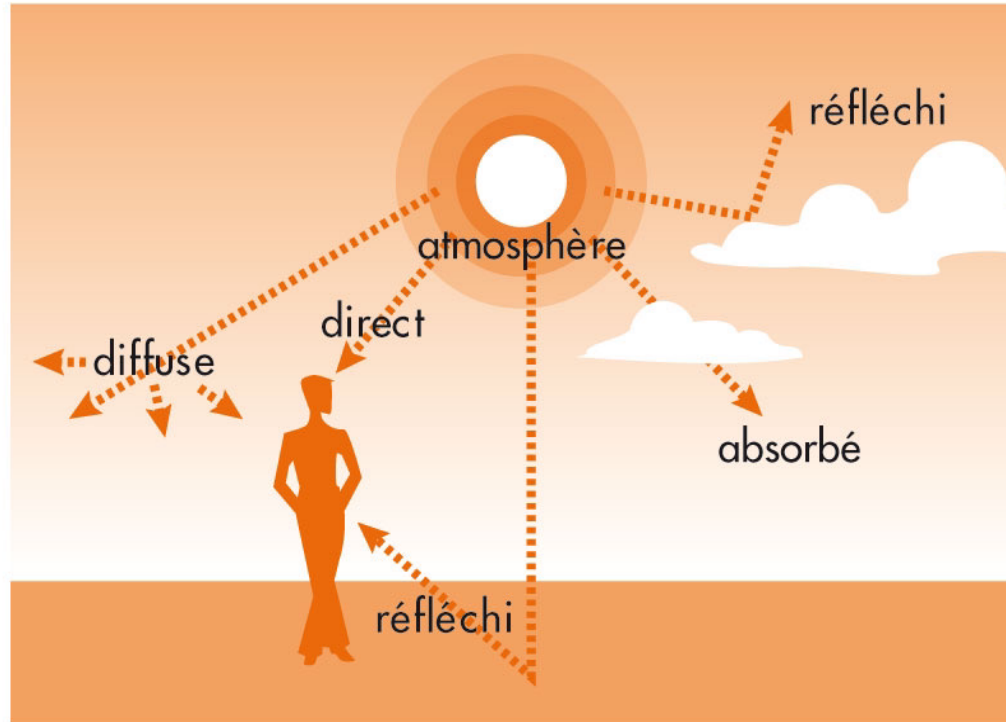
# La convection



# La conduction



# Le rayonnement



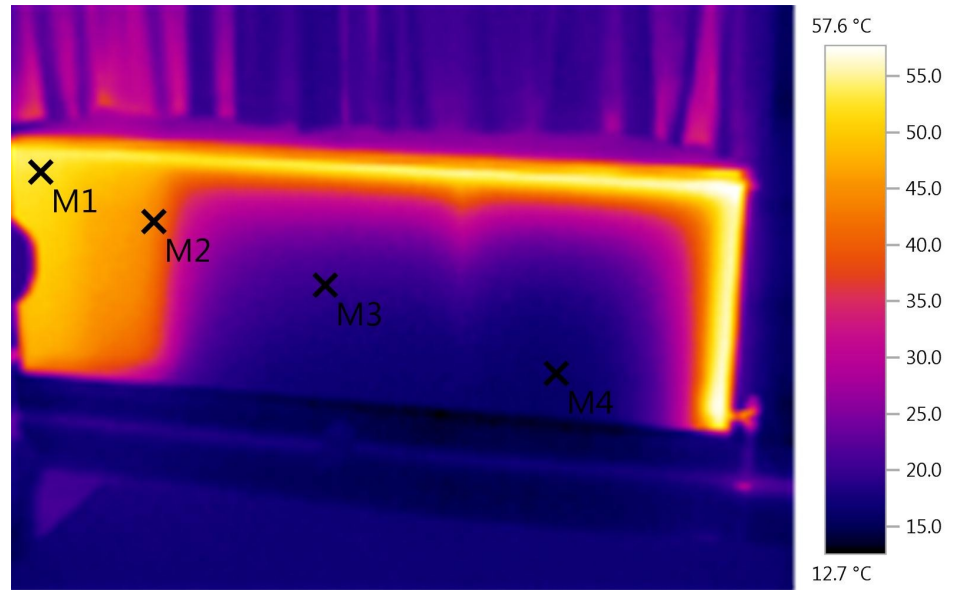
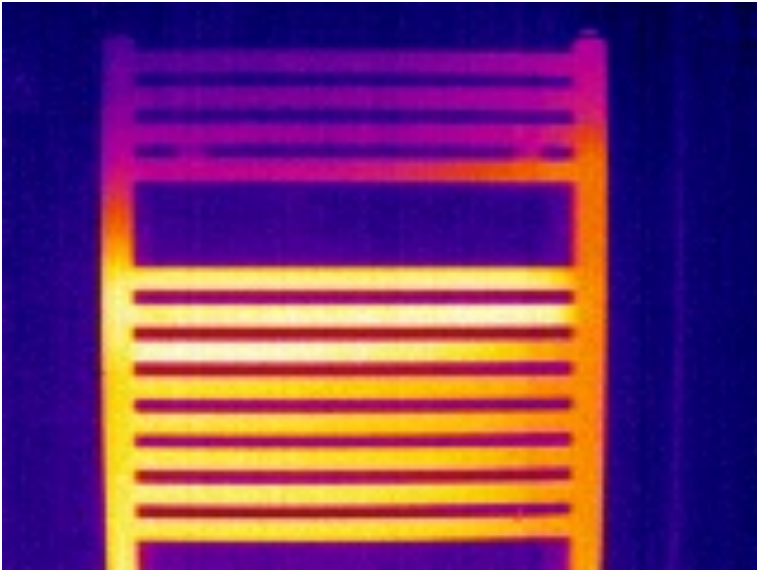
Le rayonnement qui nous réchauffe et nous éclaire nous parvient de trois façons : soit en direct, soit diffusé, soit réfléchi.

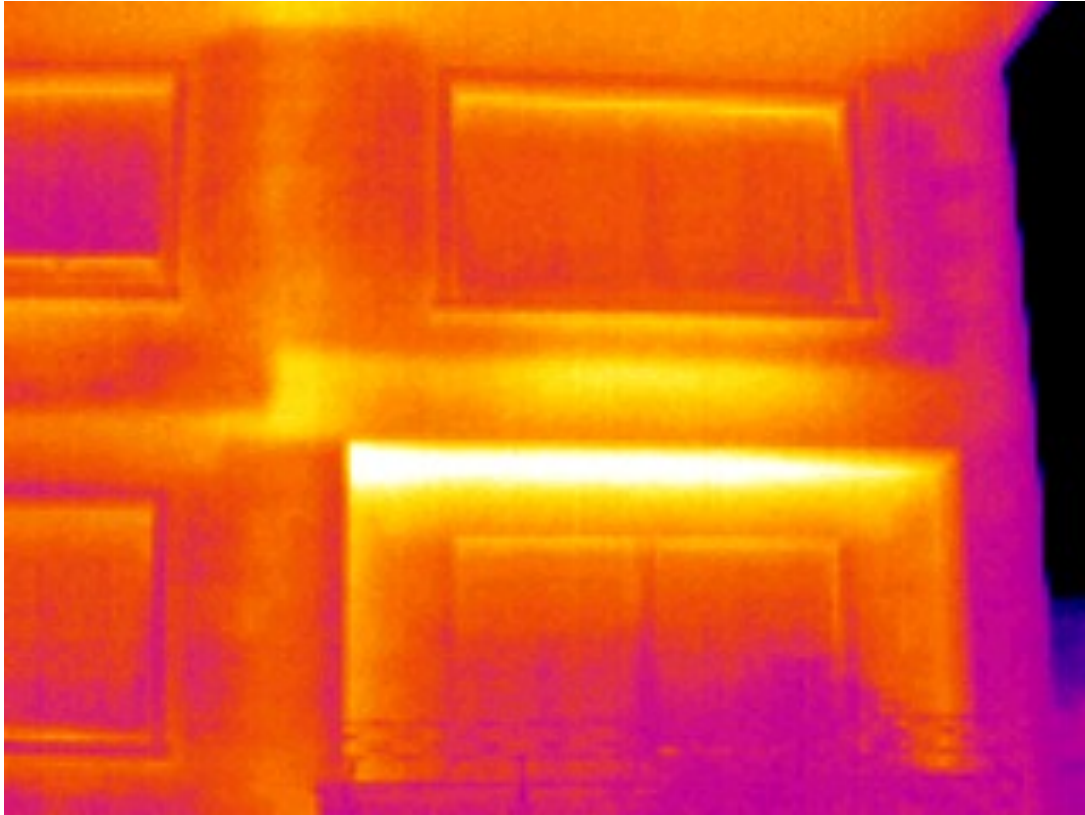


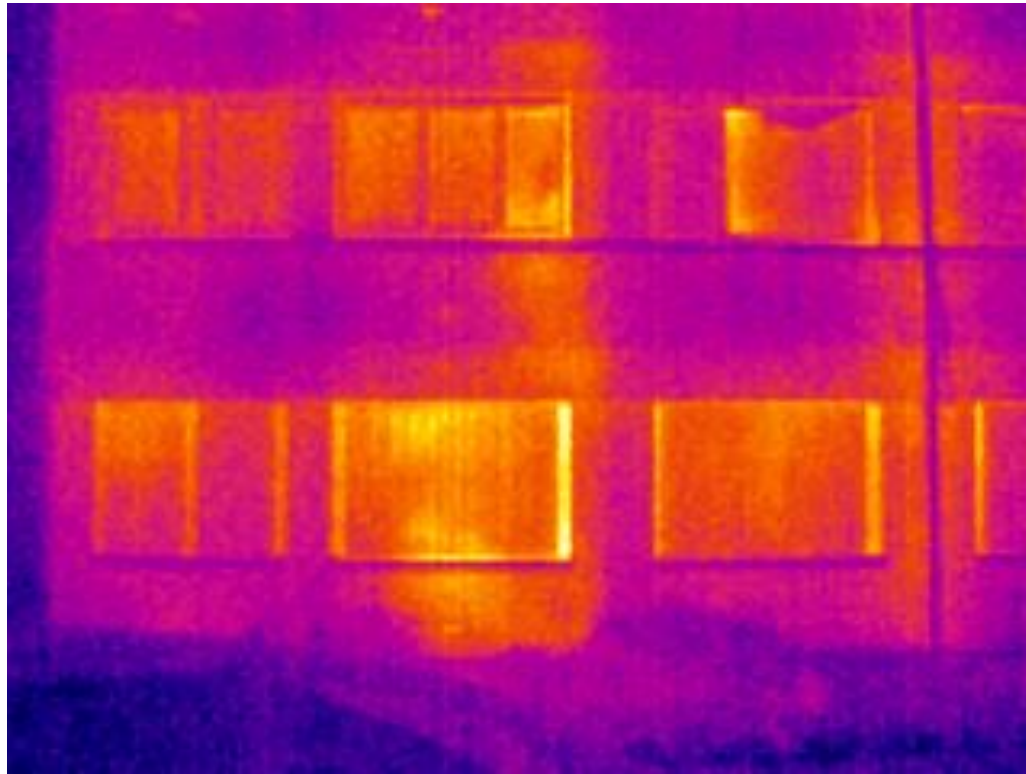
# IMAGERIE

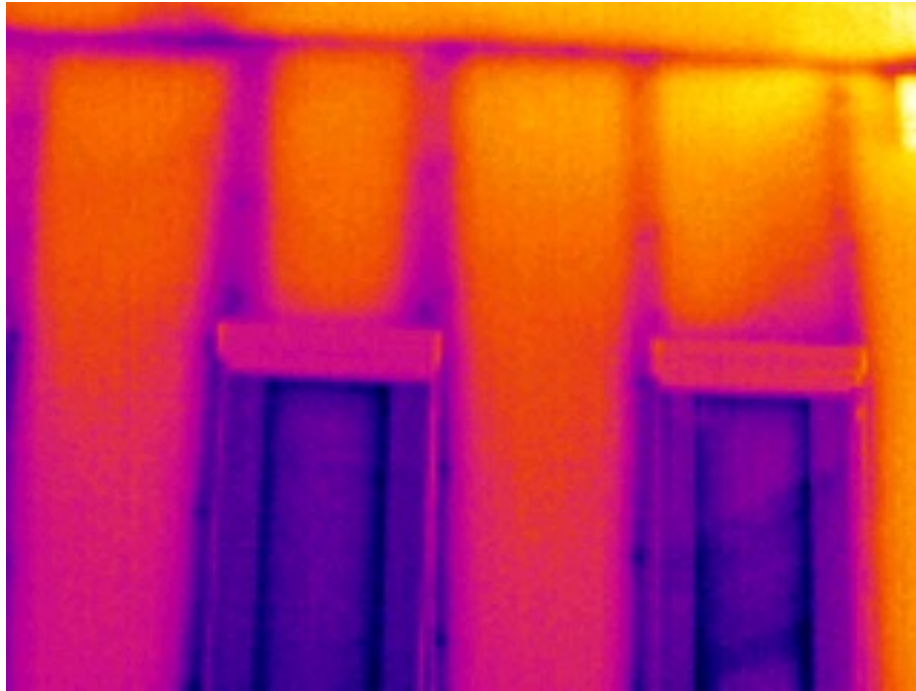




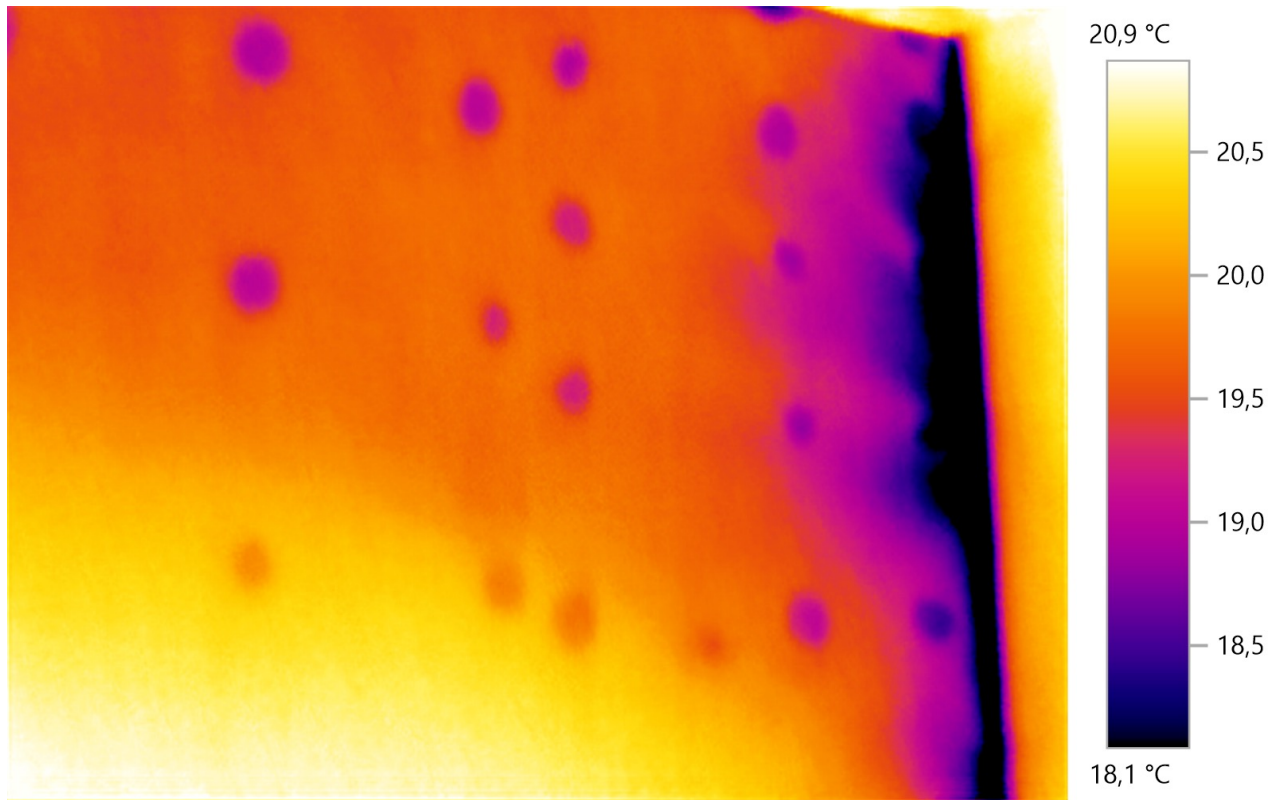


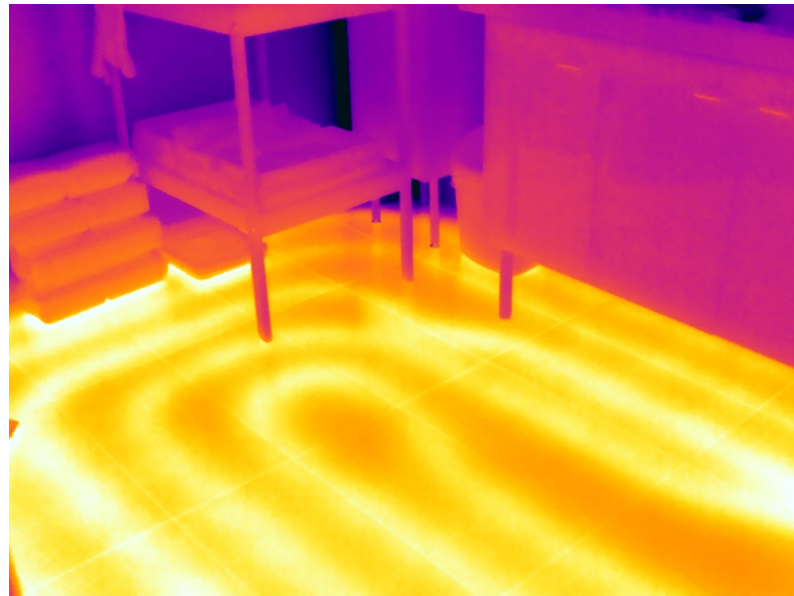
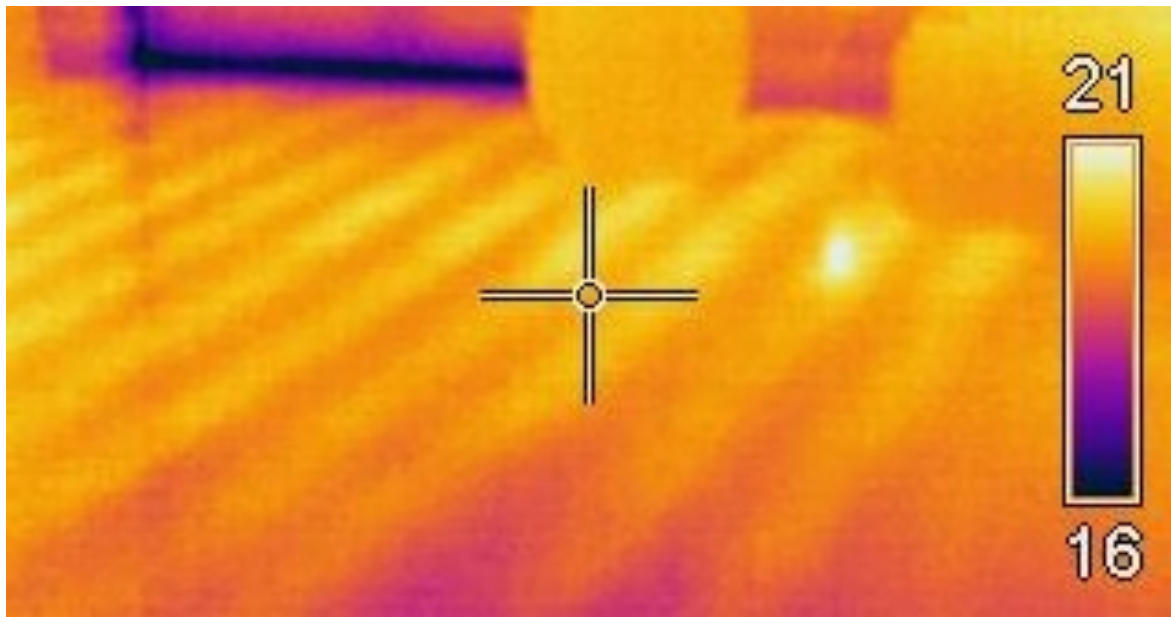


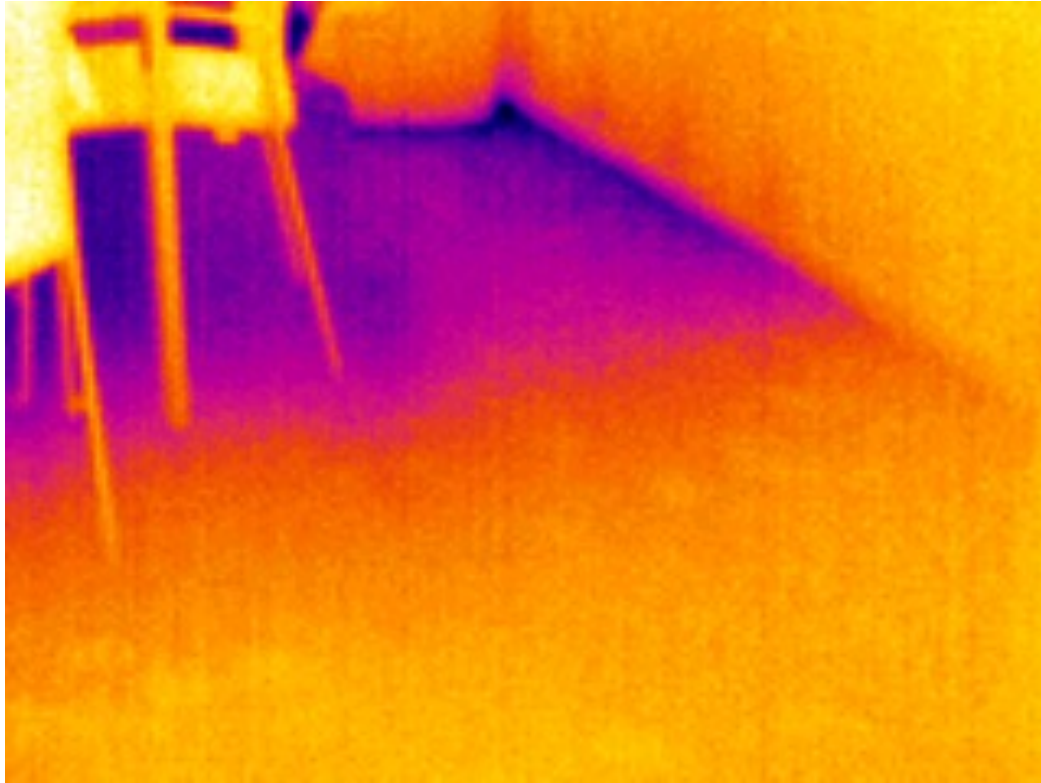


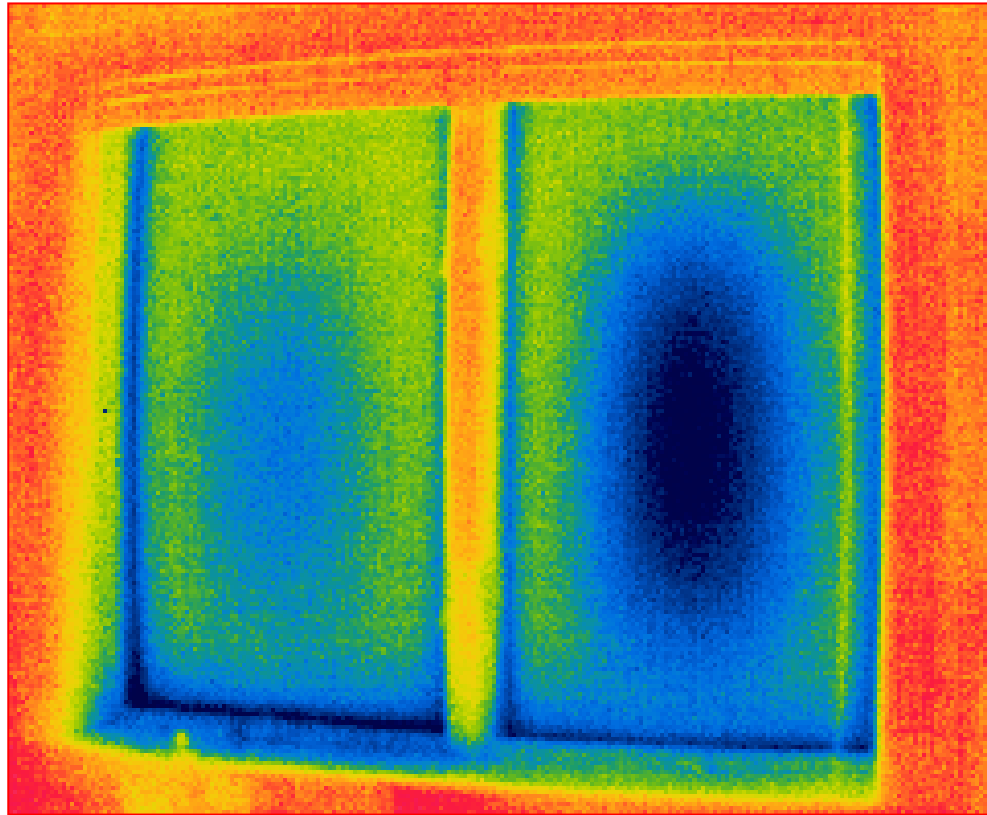










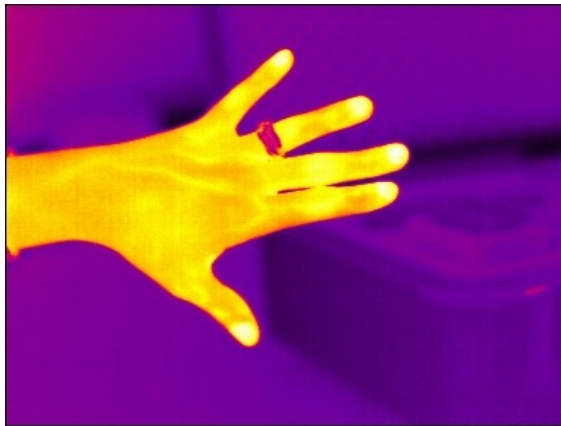


# METHODOLOGIE



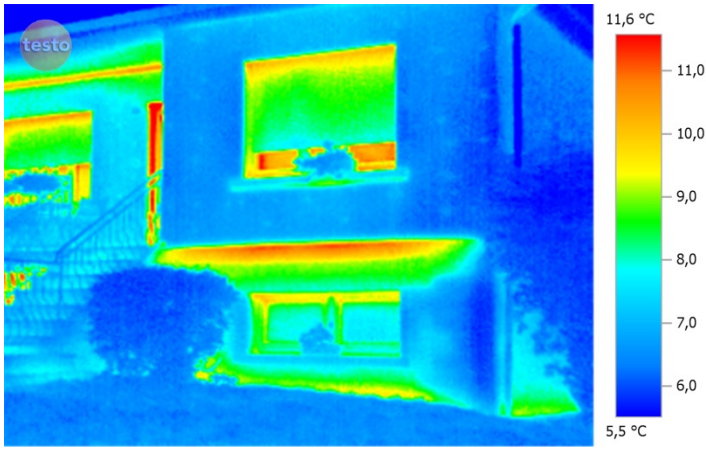
La mise au point est déterminante pour:

- Avoir une image claire,
- Faire un bon diagnostic,
- Mesurer la température exacte,



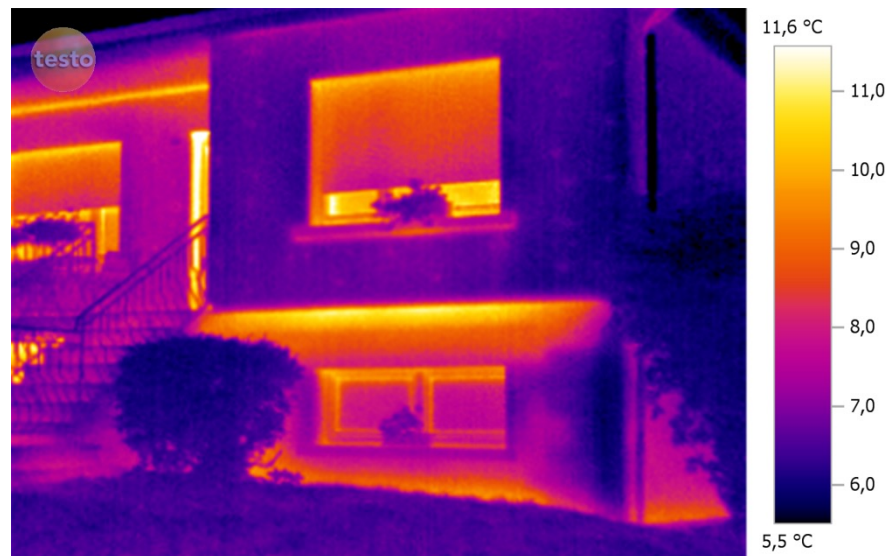
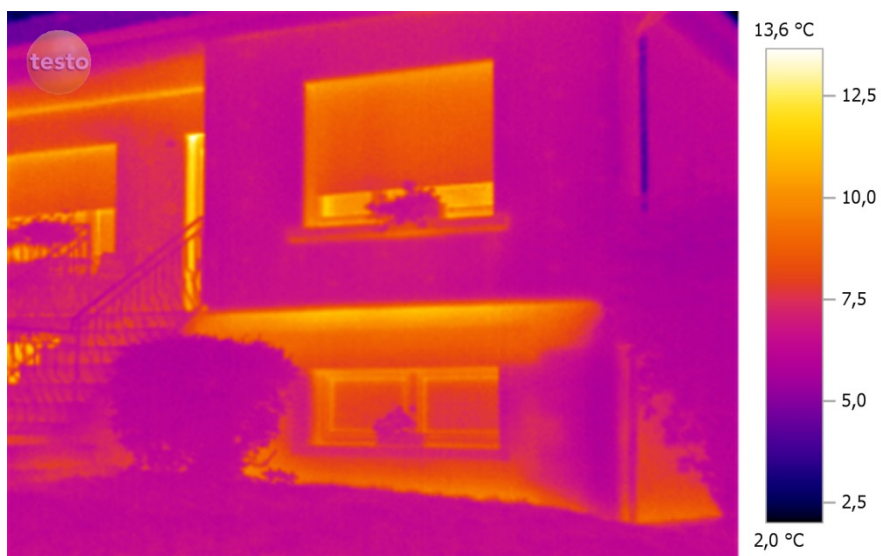


Une palette assigne les différentes couleurs pour marquer des niveaux de températures apparentes définies. Elle peut être plus ou moins contrastée selon les couleurs utilisées.





- Pour commencer on utilise le mode automatique.
- Après, suivant les besoins, les circonstances, on peut passer en mode manuel.



**Intérieur ?**

**Extérieur ?**

**Environnement ?**

**Connaissance des lieux ?**

**Thermographie Qualitative ou Quantitative ?**

**Thermographie Active ou Passive ?**

**Systematisation des prises de vue**

**Levée des doutes sur les signatures thermiques repérées**

**Vérification des clichés avant de quitter les lieux**

**Sauvegarder fichiers des clichés originaux, faire une copie et travailler à partir des copies**

**Ne pas viser le soleil**

**La maintenir propre et sèche. Enlever toute poussière**

**Garder les piles chargées**

**Laisser la caméra dans sa mallette quand elle n'est pas utilisée.**

**Eviter de toucher la lentille**

**Ne nettoyer la lentille qu'en cas de nécessité.**