

Chapitre 8



Imagerie infrarouge

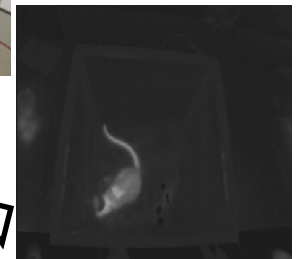
Pourquoi utiliser l'infrarouge ?

- ❑ Mesure de température d'un corps par thermographie
 - Objectif à long terme:
Détection automatique de changements physiologiques.
 - Exemple: Mesure automatique et en continue de la température du corps d'un animal pour des études sur l'épilepsie.

Pourquoi utiliser l'infrarouge ?

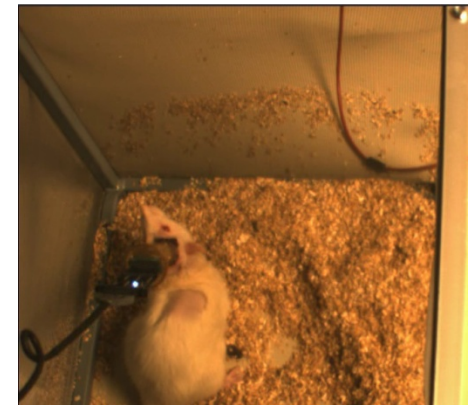
❑ Montage camera

- Caméra FLIR Thermovision A40M
- Précision des mesures: $\pm 2\%$
- Intervalle de température: 20°C - 40°C
- Quantification: 8 bits



❑ Préparation des animaux

- Rase une région du dos



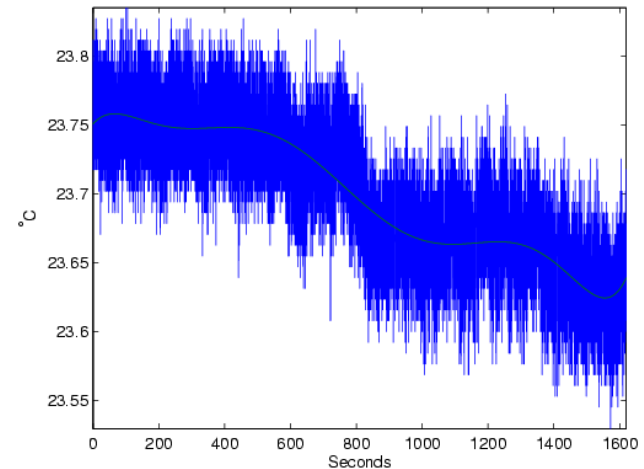
Pourquoi utiliser l'infrarouge ?

□ Évaluation de la **Répétabilité**

- Images thermographiques d'une table selon un point de vue fixe
 - Taux d'acquisition: 27 trames/s
 - Durée: 30 minutes
 - Température de la pièce: 24°C
 - Mesure de la température: Moyenne de 10 pixels

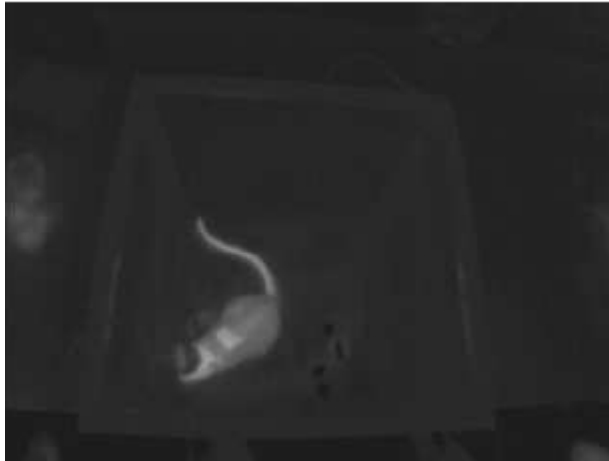
□ Répétabilité moyenne

- Erreur de régression:
 - 0.021°C avec écart-type de 0.026°C.



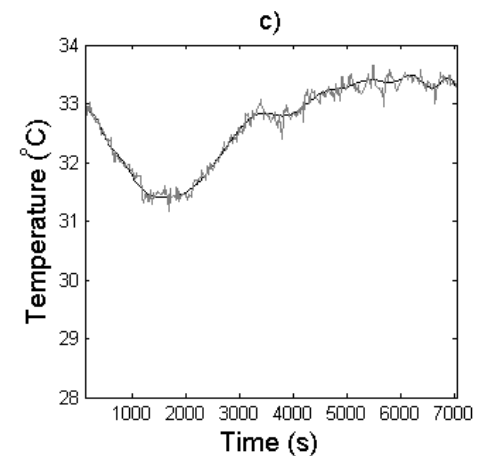
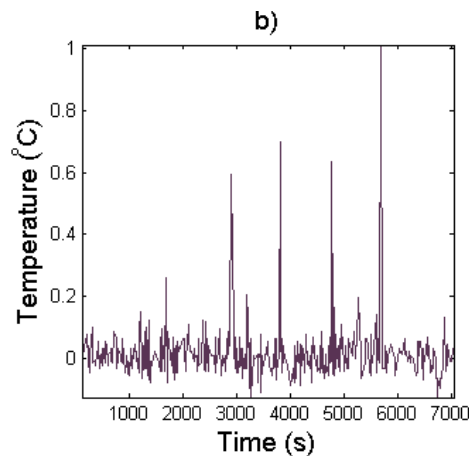
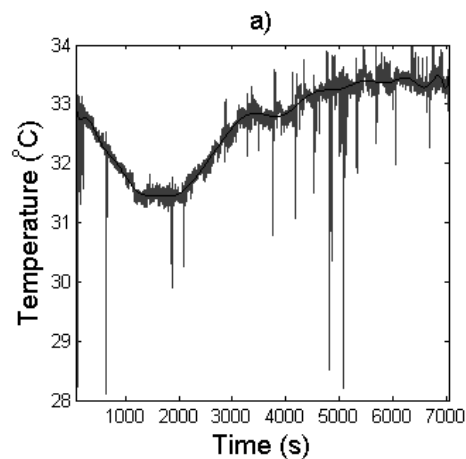
Pourquoi utiliser l'infrarouge ?

- ❑ Il faut faire un suivi, car l'animal peut se déplacer.



Pourquoi utiliser l'infrarouge ?

Method	N	Ob. model	$\mu_m(\sigma_m)$ ($^{\circ}C$)	T_{rms} ($^{\circ}C$)	Time (s)	FPS
Still obj. (sec.2.1)	NA	NA	0.021(0.026)	NA	NA	NA
Ground truth	NA	NA	0.079(0.100)	0.000	NA	NA
Particle filter	210	intensity	0.084(0.150)	0.104	59059	1.513
Particle filter	210	intensity+edge	0.082(0.131)	0.087	67909	1.317
Particle filter	100	intensity+edge	0.086(0.139)	0.117	32300	2.767
Particle filter	45	intensity+edge	0.093(0.188)	0.103	19989	4.472



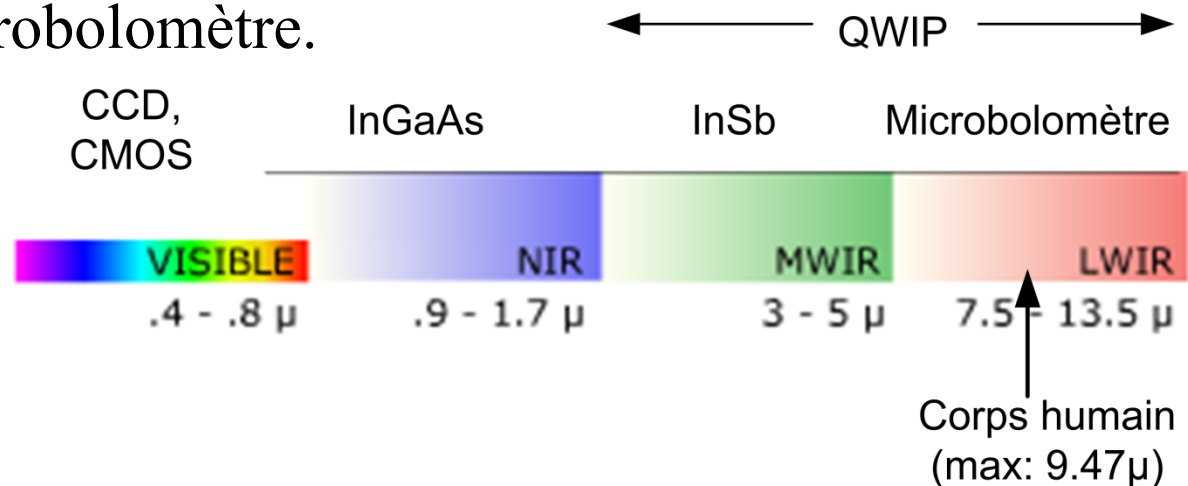
Plan du chapitre

- Capteurs infrarouges
 - Technologies
 - Caractéristiques

Capteurs infrarouges: Technologies

□ La technologie des capteurs varie en fonction de la bande de longueurs d'onde à observer.

- Arséniure de gallium et d'indium (InGaAs).
- Antimoniure d'indium (InSb).
- QWIP (Quantum well infrared photodetector: photodétecteur infrarouge à puits quantiques).
- Microbolomètre.



Capteurs infrarouges: Technologies

□ Arséniure de gallium et d'indium (InGaAs)

■ Principe:

- Un semi-conducteur détecte la lumière seulement si l'énergie reçue d'un photon est plus grande que la taille de ses bandes interdites d'énergie (Un électron se retrouve seulement dans des bandes précises d'énergie dans un semi-conducteur donné).
- L'énergie reçue du photon doit permettre aux électrons de franchir les bandes interdites pour se retrouver dans une bande d'énergie plus élevée (Ce qui génère un courant).
- Ainsi, dépendamment du semi-conducteur utilisé, on ne détectera pas les mêmes longueurs d'onde.

Capteurs infrarouges: Technologies

- ❑ Arséniure de gallium et indium (InGaAs)
 - InGaAs permet de détecter les longueurs d'onde de $.9$ à $1.7 \mu\text{M}$.
 - Doit être refroidi à 77K par azote liquide ou par cycle Stirling pour réduire le bruit causé par les vibrations du réseau cristallin.
 - Très dispendieux.

Capteurs infrarouges: Technologies

- ❑ Antimoniure d'indium (InSb)
 - Même principe que InGaAs.
 - InSb permet de détecter les longueurs d'onde de 3 à 5 μM .
 - Doit être refroidi à 77K par azote liquide ou par cycle Stirling pour réduire le bruit causé par les vibrations du réseau cristallin.
 - Très dispendieux.

Capteurs infrarouges: Technologies

❑ QWIP (Quantum well infrared photodetector: photodétecteur infrarouge à puits quantiques)

■ Principe:

- ❑ Utilise un semi-conducteur qui contient des puits quantiques.
- ❑ Un puit quantique est un puit de potentiel qui confine des particules originellement libres de se déplacer en 3D à ne se déplacer que dans un plan 2D.
- ❑ Plus sensible dû au confinement des électrons dans les puits (densité plus grande). Utilise le même principe ensuite pour la détection des photons.

Capteurs infrarouges: Technologies

- ❑ QWIP (Quantum well infrared photodetector: photodétecteur infrarouge à puits quantiques)
 - La technologie QWIP permet de détecter les longueurs d'onde de 3 à 30 μM , mais en pratique, elle ne peut détecter qu'une bande de longueurs d'onde d'environ 1 μM qui doit être choisie lors du design.
 - Ne détecte pas le rayonnement arrivant à une incidence normale. Il faut utiliser un système de couplage optique.
 - Doit être refroidi à 77K par azote liquide ou par cycle Stirling pour réduire le bruit causé par les vibrations du réseau cristallin.
 - Très dispendieux.

Capteurs infrarouges: Technologies

□ Microbolomètre

■ Principe:

- Bolomètre: Consiste d'un absorbeur et dissipateur thermique (zone de température constante). Lorsque l'absorbeur capte un rayon, sa température augmente par rapport au dissipateur thermique. En mesurant cet écart de température, on peut déterminer la quantité absorbée de rayonnement.
- Microbolomètre: Grille de senseurs de température en oxyde de vanadium superposée à une grille de silicone. Lorsque l'oxyde de vanadium est atteint par un rayon, sa résistance électrique change. Ce changement est mesuré et converti en valeur de température.

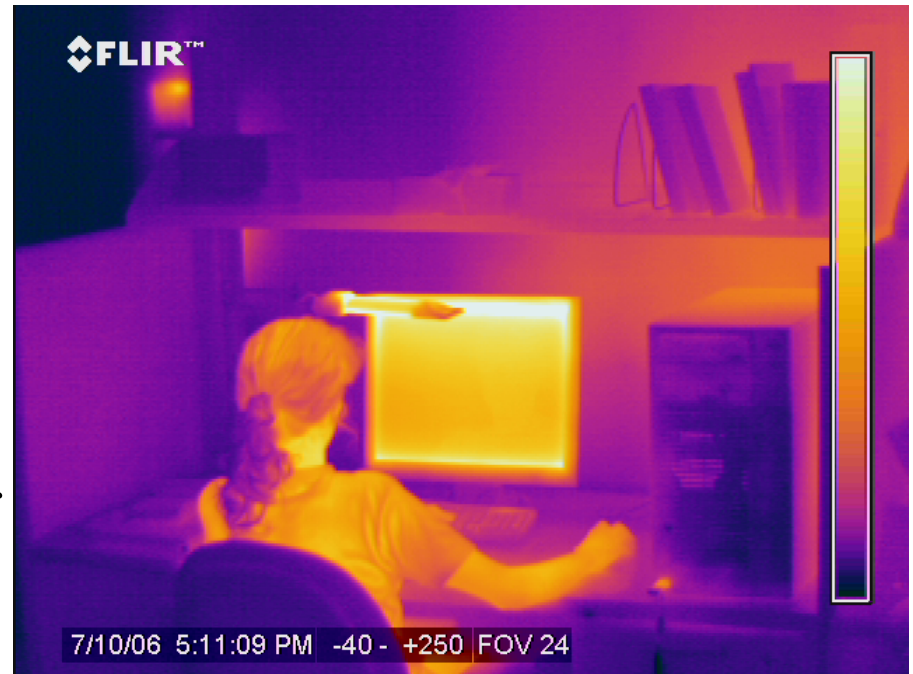
Capteurs infrarouges: Technologies

□ Microbolomètre

- Détecte les longueurs d'onde de 7.5 à 13.5 μM .
- Non refroidi.
- Technologie la moins dispendieuse.
- Développée au milieu des années 80 par Honeywell pour l'armée américaine.
Déclassifiée en 1992.

Capteurs infrarouges: Caractéristiques

- Principales caractéristiques:
 - Deux types de caméras (utilisent les mêmes capteurs infrarouge): thermographique et infrarouge. Les caméras infrarouges donnent pour chaque pixel une valeur proportionnelle au rayonnement thermique capté.



Capteurs infrarouges: Caractéristiques

□ Principales caractéristiques:

- Les caméras thermographiques donnent pour chaque pixel une mesure de la température de l'objet observé (Calibration interne pour faire la correspondance entre la valeur du rayonnement thermique capté et une valeur de température).

Capteurs infrarouges: Caractéristiques

□ Principales caractéristiques:

- La calibration interne tient compte de la distance (perturbations atmosphériques), de la température ambiante et des caractéristiques des matériaux observés.
- Capteurs disponibles: en général, 160x120, 320x240, 640x480, 1280x720.

Capteurs infrarouges: Caractéristiques

- ❑ Principales caractéristiques:
 - Permet la vision de nuit, la vision à travers le brouillard et la fumée.
 - Ne peut pas mesurer la température des vitres et des métaux, car ceux-ci réfléchissent le rayonnement infrarouge.



Capteurs infrarouges: Caractéristiques

□ Principales caractéristiques:

■ Spécifications importantes:

□ Précision de la mesure (Pour caméras thermographiques)

- en % ou °C

□ Sensibilité

- Plus petit écart de température détectable. Ex: 0.06 °C @ 30 °C

□ Champ de vue instantané (IFOV)

- Angle observé par chaque pixel. Ex: 1.2 mrad. Dépend de FOV et résolution.

Capteurs infrarouges: Caractéristiques

□ Principales caractéristiques:

■ Spécifications importantes:

□ Nombre de bits attribués pour chaque valeur

- Niveaux de quantification.

□ Gamme de température

- La caméra peut être conçue pour observer différentes gammes de température. Les valeurs proportionnelles au rayonnement sont alors fixées en conséquence en usine (Min (valeur 0) et max de rayonnement capté (valeur 255 si 8 bits)).
- ex: -40 à 120°C, 400 à 1600°C

Bibliographie

- ▣ Bilodeau et al., Body temperature estimation of a moving subject from thermographic images, Machine Vision and Applications, 2010
- ▣ Wikipedia