

**Mesurer la température du corps humain  
sans contact**

*Détecter la fièvre à distance*

## Table des matières

<b>Pourquoi ? .....</b>	<b>3</b>
<b>La mesure sans contact ? .....</b>	<b>4</b>
<b>Plage de mesure et émissivité ? .....</b>	<b>6</b>
<b>Quid de la précision de mesure ? .....</b>	<b>7</b>
<b>Thermomètre ou caméra infrarouge ? .....</b>	<b>8</b>
<b>Comment effectuer la mesure ? .....</b>	<b>9</b>
<b>Et Testoon dans tout ça ? .....</b>	<b>10</b>

## Pourquoi ?

Mesurer la température du corps humain peut être très utile notamment afin de détecter des personnes malades. En effet, beaucoup de maladies, bénignes pour certaines, plus graves pour d'autres, vont faire augmenter notre température corporelle. C'est ce qu'on appelle la fièvre, et c'est le moyen de défense de notre corps contre les intrus.



Bien entendu, mesurer la température du corps humain ne permet aucunement d'identifier une maladie bactérienne ou virale...mais c'est une bonne méthode pour identifier une personne fiévreuse. Tout le monde connaît la méthode traditionnelle de mesure de température faite par les médecins, qui consiste à utiliser un thermomètre de contact plutôt assez précis. Cette méthode est contraignante puisqu'elle oblige le preneur de température à être en contact (en tout cas avec le thermomètre), avec la personne dont on souhaite connaître la température. Du coup il s'agit d'une méthode à n'utiliser que lorsque le contact « physique est possible et est donc à réserver aux médecins accueillant des patients dans leur cabinet, des infirmiers/infirmières à l'hôpital ou à domicile...Dans tous les cas de maladies infectieuses, cette « technologie » est dangereuse à mettre en œuvre puisque cela exposerait le médecin ou l'infirmier/infirmière à un risque élevé.

Si l'on s'en tenait à cela, il serait alors impossible de mesurer la température d'une personne sans la « toucher ». Heureusement, il existe d'autres méthodes.

## La mesure sans contact ?

Il existe sur le marché du test et de la mesure deux technologies pouvant se montrer extrêmement utiles lorsque l'on souhaite connaître la température d'un objet à distance :

- Le thermomètre sans contact ou thermomètre infrarouge
- La caméra thermique ou caméra infrarouge

Les deux utilisent le principe du rayonnement infrarouge. La lumière naturelle est émise à la fois en lumière visible mais aussi en d'autres « rayonnements » dont l'ultraviolet et l'infrarouge. Les sources de lumière artificielle peuvent selon les modèles émettre dans le visible, l'infrarouge ou l'ultraviolet. Tous les corps (objets inertes et êtres vivants) « réfléchissent » tous ces rayonnements. Notre œil n'est capable de ne voir que la lumière visible, certains appareils quant à eux peuvent voir dans les autres rayonnements.

L'infrarouge est le type de rayonnement qui met le mieux en évidence les échauffements, c'est pour cela que les thermomètres sans contact et les caméras thermiques utilisent ce rayonnement.

### Le thermomètre infrarouge

Il s'agit d'un thermomètre équipé d'un capteur permettant de « voir » le rayonnement infrarouge. Ce type d'instrument de mesure permet de mesurer à distance la température moyenne de la surface que l'on vise. Selon le champ de vision qu'aura le capteur, il sera possible à une même distance de mesurer une surface plus ou moins grande.

Avantages :

- La mesure est très rapide : entre 150 et 500 ms selon les modèles.
- La mesure peut être précise, à condition de savoir ce que le thermomètre « voit ».

Inconvénients :

- Il est souvent très difficile de savoir exactement ce que le thermomètre « voit ». Cela dépend fortement de son type de visée laser. Les plus simples à mettre en œuvre sont ceux dont la visée laser correspond à la surface que le thermomètre voit ou ceux dont il faut se placer à quelques centimètres de la cible.
- La mesure se limite en un seul point de température, qui est en plus moyennée sur la surface vue par le thermomètre. Ainsi, la précision réelle peut différer de la précision annoncée si l'on « vise » mal.
- Aucune image n'est affichée, seule la mesure de température est indiquée à l'écran.



Thermomètre infrarouge à visée laser simple



Thermomètre infrarouge à visée laser rond

## La caméra thermique

Il s'agit d'un appareil équipé d'un microbolomètre, qui est un détecteur comportant une matrice de capteurs.

Sous l'effet du rayonnement infrarouge, les capteurs vont s'échauffer, ce qui va modifier leurs résistances électriques. Ce changement de résistance est ensuite utilisé afin de produire une image sous forme de couleur qui est visualisée sur un écran. Cette image comportant à la fois des données visuelles et en valeurs de température, il est ainsi possible de connaître toutes les températures incluses dans le champ de vision de la caméra. A ceci près qu'un thermomètre infrarouge ne produit pas d'image, on pourrait donc plus schématiquement dire qu'une caméra thermique est équivalente à une multitude de thermomètres infrarouges.

Avantages :

- Affiche une image en couleurs afin de mettre en évidence des différences de température.
- Gain de temps comparé à l'utilisation d'un thermomètre
- Sensibilité thermique excellente : bien meilleure qu'un thermomètre infrarouge
- Plusieurs réglages sont présents permettant d'affiner ce que l'on voit et mesure

Inconvénients :

- Souvent onéreux si l'on cherche une visualisation avec la meilleure résolution possible.
- Difficile à prendre en main au début si l'on a aucune connaissance dans le domaine thermique. Certains réglages essentiels sont en effet à effectuer pour que l'image visualisée corresponde à quelque chose de métrologiquement valable. Ainsi, une formation peut parfois s'avérer nécessaire.
- Non précise : Très sensible en visualisation infrarouge, une caméra thermique permet de voir de très faibles variations de température mais n'est pas précise lorsqu'il s'agit de mesurer une température.



La caméra voit bien mais mesure mal, le thermomètre infrarouge mesure bien mais ne voit rien, alors pourquoi ne pas combiner les deux technologies ?

C'est ce que certains fabricants ont décidé de faire. Il existe donc désormais des thermomètres comportant une visualisation type caméra thermique. Ces appareils sont très pratiques, mais ont souvent des fonctions très limitées. Par exemple, sur ce genre d'appareil, la partie « caméra thermique » n'est utilisée que pour sa partie visualisation, il sera donc parfaitement impossible de venir récupérer les différents points de température que comporte habituellement un cliché pris par une caméra infrarouge.

L'idée ici est de venir effectuer la mesure en « un point » comme le fait un thermomètre infrarouge standard et d'ajouter une image type caméra thermique à l'écran de l'appareil. Certains ont donc les deux capteurs (le capteur du thermomètre infrarouge et le microbolomètre de la caméra), d'autres vont utiliser uniquement le microbolomètre mais avec une limite de mesure en un point (souvent le point central à l'écran). Certains rares modèles vont réellement combiner les deux et ainsi récupérer les données de température avec l'image infrarouge, c'est le cas du Flir MR277.

## Plage de mesure et émissivité ?

### Plage de mesure

C'est la plage de limite d'utilisation d'un appareil de mesure. Au-delà de ces valeurs limites, un appareil de mesure ne pourra pas mesurer. Pour une caméra thermique, un thermomètre infrarouge, ou un mix des deux, la plage de température que pourra mesurer l'appareil est toujours large : Souvent à partir de -20°C ou -10°C en température négative, et assez variée (+100°, +500°C ou encore +1500°C) en température positive. L'idée est de couvrir une large plage d'utilisation avec un seul appareil.

### Emissivité

Comme tous ces appareils « voient » dans l'infrarouge, il faut tenir compte d'un paramètre que l'on appelle l'émissivité. L'émissivité d'un matériau peut être vu comme étant la façon dont est réfléchi ou absorbé le rayonnement infrarouge par le dit matériau. Au même titre que dans le visible, un objet en aluminium brillant exposé au soleil nous éblouira alors qu'un objet noir mat absorbera presque toute la lumière, dans l'infrarouge un objet réfléchira ou absorbera plus ou moins de rayonnements infrarouges. Afin que les appareils « voient » et mesurent correctement, il faut connaître la valeur d'émissivité du matériau visé. Pour cela, les thermomètres et les caméras, à part certains modèles d'entrée de gamme, incluent un réglage de l'émissivité (une valeur comprise entre 0.1 et 1) afin d'apporter une correction dans la mesure. Souvent réglable manuellement, certains appareils incluent, pour plus de facilité, des préséglages selon les matériaux courants (plâtre, béton, fer, etc...).

Vous allez me dire que c'est très intéressant tout ça, mais quel rapport avec la mesure de température du corps humain ?

Et bien, nous y venons. Si tout ce qui a été dit est valable pour les divers matériaux (inox, aluminium, plâtre, carrelage, béton, etc...) que l'on trouve un peu partout (bâtiment, industrie, laboratoire, etc...), c'est bien entendu valable également pour les objets vivants (végétaux, animaux, humains, etc...).

En ce qui concerne les humains, nous avons tous à peu près la même réflexion/absorption au niveau infrarouge, l'émissivité sera donc ici fixe d'une valeur comprise entre 0.97 et 0.99. Notre température interne quant à elle n'est pas très élevée et plutôt constante, en tout cas elle varie sur une plage de température très restreinte (même en cas de fièvre). Ainsi, puisque la plage de température est petite, si l'on souhaite mesurer notre température, il faut que l'appareil de mesure soit très précis.

## Quid de la précision de mesure ?

La température du corps humain est en temps normal de 37.5°C à l'intérieur du corps, moins à l'extérieur (souvent autour de 33-35°C disons).

En imaginant que le thermomètre qu'on utiliserait pour la mesure de température interne du corps à une précision de  $\pm 2^\circ\text{C}$ , lors de la prise de mesure, si le thermomètre affiche 37°C, étant donné l'écart possible de  $2^\circ\text{C}$ , cela signifierait que la température réelle serait comprise entre 35 et 39°C (37-2°C, et 37+2°C). Nous ne serions donc pas capables de dire quelle est la température exacte du patient.

La précision de mesure, en métrologie, n'est qu'une partie de ce qu'on appelle l'incertitude de mesure.

Tous les appareils de mesure ont une incertitude de mesure plus ou moins importante. Cela dépend des technologies utilisées, de la qualité de fabrication, de la méthode d'étalonnage, des conditions d'étalonnage et de mesure, etc...et assez logiquement de la plage d'utilisation (ou plage de mesure) de l'appareil.

Les plages de mesure des thermomètres et des caméras infrarouges sont assez larges. Du coup, il est très difficile d'obtenir de bonnes précisions de mesure avec des plages de mesures aussi grandes.

Afin d'améliorer la précision de mesure, il est possible de soit diminuer la plage de mesure et d'étalonner uniquement sur cette plage de mesure, soit d'utiliser de meilleurs matériaux et méthodes de fabrication. Cette seconde méthode est trop onéreuse et souvent impossible, tandis que la 1<sup>ère</sup> est parfaitement réalisable à moindre coût et sans trop d'effort.

Les thermomètres infrarouges et les caméras thermiques ont d'ordinaire des précisions de mesure plutôt assez médiocres :

- Au mieux autour de  $\pm 0.75 / 1^\circ\text{C}$  pour les thermomètres infrarouges
- Au mieux autour de  $\pm 1.5 / 2^\circ\text{C}$  pour les caméras thermiques.

Les thermomètres de contact peuvent avoir des précisions similaires, mais en règle générale ceux utilisés en médecine (et donc pour le corps humain) ont une précision souvent meilleure que  $\pm 0.1^\circ\text{C}$ .

Comment obtenir alors des précisions égales, ou en tout cas s'en rapprochant, aux thermomètres de contact médicaux ?

Tout simplement en concevant des thermomètres et caméras dont la plage de mesure aura été réduite et calibrée correctement en conséquence.

En faisant cela, il est alors possible d'obtenir des précisions de l'ordre de  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  à  $\pm 0.2^\circ\text{C}$ . Il est également possible d'intégrer un mode de détection spécifique dans l'appareil afin d'obtenir les fonctions désirées et d'améliorer la précision. C'est ce que l'on retrouve sur certaines caméras thermiques du fabricant Flir par exemple. Malheureusement, ce mode de détection ne sera potentiellement pas aussi précis qu'une caméra thermique ou un thermomètre infrarouge conçu spécifiquement pour le besoin de mesure de la température corporelle, il faudra être plus vigilant au moment de la mise en œuvre afin de se rapprocher d'une précision de mesure de  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  au mieux.

Quelles différences avec les modèles classiques ?

La plage de mesure est adaptée à l'utilisation : Selon le modèle, aux alentours de  $+30$  à  $+45^\circ\text{C}$ .

La précision de mesure est adaptée à la plage de mesure et donc à l'utilisation.

Des fonctions très utiles sont incluses : mesure de la température maximale en permanence, alarme avec seuil de dépassement réglable...

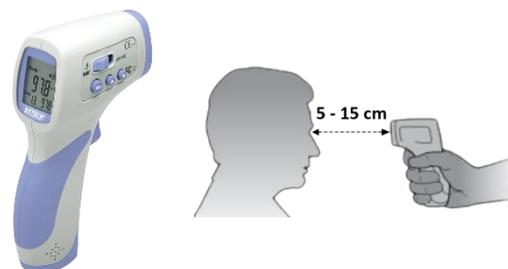
Des éléments gênants sont retirés : La visée laser présente sur les thermomètres et caméras est ici retirée afin de ne pas mettre le laser dans l'œil et ainsi ne pas brûler la rétine.

## Thermomètre ou caméra infrarouge ?

Selon le besoin, les deux types peuvent convenir.

Le thermomètre infrarouge sera réservé à une prise de température unique, tandis que la caméra thermique peut servir à observer une zone plus large.

Le thermomètre infrarouge spécifique pour le corps humain nécessitera d'être à seulement quelques centimètres de la personne dont on souhaite connaître la température. En effet avec ce type de thermomètre, il faut viser le coin de l'œil afin d'avoir une mesure la plus proche du corps interne, et pour cela il faut placer le thermomètre infrarouge très proche de l'œil (environ 5 à 15 cm en général) pour ne pas faire d'erreur de mesure.



La caméra thermique spécifique pour le corps humain pourra être placée à une distance plus élevée de la cible, selon le modèle à partir de 1 mètre. Contrairement au thermomètre, on pourra voir à l'écran de la caméra une zone plus large (en général on fait afficher la tête de la personne à contrôler et un peu autour). Une fonction de détection de la température maximale étant présente, la caméra sera capable de mesurer systématiquement le point le plus chaud de la tête de la personne à contrôler. Cela permet de faire moins d'erreur comparativement au thermomètre infrarouge d'autant plus qu'une caméra thermique possède une sensibilité thermique très bonne (souvent meilleure que 0.05-0.07°C). Des fonctions d'alarmes visuelles et sonores réglables viennent compléter la bonne détection. Enfin, certaines caméras, réservées aux sociétés de sécurité, gouvernementales, etc... permettent même de détecter les températures les plus élevées parmi des groupes d'individus.

La caméra thermique avec mode de détection sera très intéressante pour effectuer une détection rapide. Elle aura à peu près le même usage qu'une caméra thermique spécifique, à savoir contrôler un individu à la fois, mais son manque potentiel de précision nécessitera un contrôle supplémentaire à l'aide d'un thermomètre médical lorsqu'il sera détecté une personne présentant sur la caméra une température dépassant le seuil d'alarme programmé. Bien entendu, afin de s'assurer des mesures il est toujours préférable d'effectuer un second contrôle avec du matériel plus précis, mais un appareil conçu spécifiquement pour un besoin donnera toujours des résultats plus viables qu'un appareil sur lequel on ajouterait une fonction.



La caméra thermique apparaît donc ici comme étant le meilleur moyen de contrôler rapidement la température corporelle.

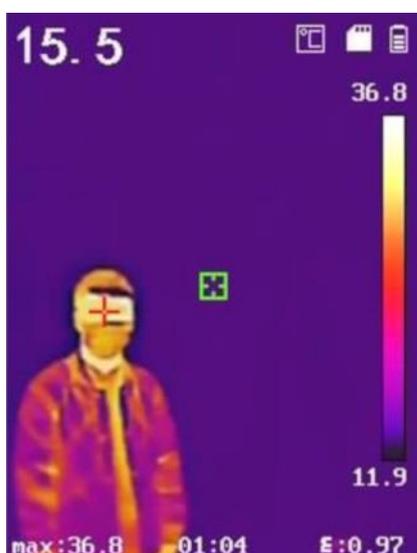
Ce qui en fera l'atout idéal lors des besoins de détections de fièvre.

## Comment effectuer la mesure ?

Selon l'appareil utilisé, le mode opératoire peut légèrement changer mais globalement il se résume à :

- Configurer l'appareil dans le bon mode de mesure
- Programmer les alarmes (ici un réglage de seuil d'alarme haute à environ 37°C nous semble correct)
- Régler l'émissivité entre 0.97 et 0.99 (0.98 sera idéal).
- Si possible, mettre l'appareil sur un trépied.
- Viser la tête de la personne à contrôler, plus précisément le coin d'un des 2 yeux.
- Pour le thermomètre infrarouge il suffit de l'approcher à environ 5-15cm du coin de l'œil.
- Pour les caméras, faire en sorte d'afficher à l'écran la tête en entier, avec le moins d'élément extérieur possible (sauf pour les caméras de détection en groupes d'individus).
- La mesure de la température maximale lue à l'écran doit correspondre au coin d'un des yeux de l'individu en cours de contrôle. Si ce n'est pas le cas, on risque de faire une mauvaise détection.

Pour tout complément d'information, notamment pour savoir comment effectuer tous les réglages de votre appareil, il faudra vous référer à son manuel d'utilisation. Il existe aussi parfois des notes d'applications, des tutoriels, etc...qui pourront aider.



Exemple de bonne détection :  
La valeur max est mesurée sur le coin d'un œil



Exemple de mauvaise détection :  
L'individu porte des lunettes, ce qui fait que le point max. se retrouve sur le front

## Et Testoon dans tout ça ?

Chez Testoon, nous proposons plusieurs modèles de caméras thermiques et de thermomètres infrarouges. A l'heure actuelle, pour les besoins de détection d'élévation de température (fièvre, etc...) d'un individu, les modèles suivants peuvent convenir :

### Caméras thermiques :



**Testoon ThermoMalin-TC**



**ThermoMalin-TC-2**



**Flir E53, E75, E85, E95**



**Flir T1020, T530, T540, T840, T860**



**Flir A320**

### Thermomètres infrarouges :



**Exttech IR200**

Tous les autres modèles de thermomètres infrarouges et de caméras infrarouges proposés sur notre site marchand ne peuvent pas convenir aux besoins de mesure de température de corps humain ou de détection de fièvre...leurs plages de mesure et précision, distances de mesure, etc...ne sont pas adaptées à ce besoin très spécifique. Il n'est pas exclu que d'autres modèles viennent compléter notre offre actuelle pour la détection de fièvre, certains fabricants travaillent d'ailleurs dessus. Nous ne manquerons pas de les ajouter à ce guide lorsque ces appareils sortiront.