



Utilisation de caméras thermiques pour l'analyse de l'isolation

Pourquoi utiliser une caméra thermique ?

Une **caméra thermique** est un outil utile pour repérer les zones de **perte de chaleur** dans les bâtiments. En capturant des **images infrarouges**, elle met en évidence les différences de température à la surface des murs, des fenêtres ou des toitures. Ces informations permettent d'**identifier les points faibles de l'isolation**, comme les ponts thermiques, les infiltrations d'air ou les matériaux dégradés, qui sont souvent invisibles à l'œil nu.

Comment fonctionne une caméra thermique ?

Les **caméras thermiques** détectent le **rayonnement infrarouge** émis par les objets en fonction de leur température. Elles traduisent ce rayonnement en une **image en fausses couleurs**, où chaque teinte correspond à une plage de température donnée : **Rouge / Jaune** : indiquent des zones plus chaudes, souvent associées à des pertes de chaleur - **Bleu / Violet** : signalent des zones plus froides, pouvant révéler des infiltrations d'air ou une isolation insuffisante.

Les élèves peuvent analyser ces images pour **interpréter les variations thermiques** observées et **identifier les zones nécessitant des améliorations**.

Étapes pour une utilisation efficace d'une caméra thermique

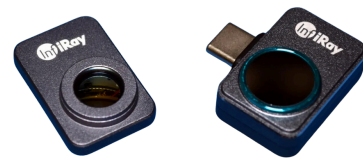
- **Préparation** : Vérifiez que la caméra thermique est bien calibrée. Choisissez un moment où la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur est marquée, comme un matin froid d'hiver ou un après-midi chaud d'été.
- **Capture d'images** : Scannez les murs, les fenêtres, les portes et les toits. Maintenez la caméra de manière stable et conservez une distance constante par rapport aux surfaces observées.
- Évitez de diriger la caméra directement vers des sources de chaleur (radiateurs, appareils électroniques), car cela peut perturber les relevés.
- **Analyse des images** : Repérez les zones rouges ou jaunes sur les murs extérieurs, souvent associées à des pertes de chaleur. Identifiez les zones bleues à proximité des fenêtres ou des portes, qui peuvent indiquer des infiltrations d'air.
- **Documentation des observations** : Notez, pour chaque image, le lieu, les conditions environnementales (température extérieure, météo) et les remarques pertinentes. Si des améliorations ont été apportées, comparez les images avant et après pour observer les changements.



Conseils et précautions - Les conditions météorologiques influencent fortement la qualité des relevés. Il est préférable d'éviter de capturer des images en plein soleil ou par vent fort, car ces facteurs peuvent fausser les mesures. Lors de la prise de vue, il est recommandé de garder la caméra perpendiculaire à la surface observée afin de limiter les distorsions. À l'intérieur, il convient de réduire les sources de lumière chaude susceptibles d'interférer avec les relevés infrarouges. Concernant la précision des températures affichées, il faut garder à l'esprit qu'une caméra thermique est surtout conçue pour détecter les différences de température (points chauds ou froids), mais qu'elle ne fournit pas une mesure absolue fiable. Plusieurs facteurs peuvent influencer la précision : le réglage de l'émissivité (le coefficient d'émission doit correspondre à la nature de la surface mesurée), la distance entre l'objet et la caméra, la température ambiante et la différence thermique entre l'environnement et l'appareil lui-même, la qualité de l'objectif utilisé, ainsi que la plage de mesure sélectionnée (large plage ou haute résolution).

Choisir la bonne caméra thermique

Le choix d'une caméra thermique pour cette activité dépend des ressources disponibles pour l'enseignant et l'établissement scolaire. Les caméras thermiques présentent une grande diversité en termes de coût, de fonctionnalités et de portabilité. Il est recommandé aux enseignants d'explorer les solutions locales, telles que l'emprunt d'appareils auprès des collectivités territoriales, d'organisations environnementales ou d'universités. Dans de nombreuses villes, des programmes de prêt d'équipements d'imagerie thermique existent, permettant ainsi de limiter les dépenses tout en accédant à des outils performants.

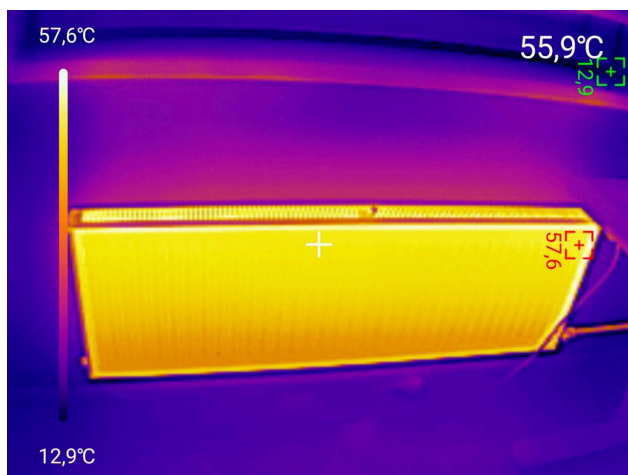


Pour les écoles à la recherche d'options à la fois abordables et accessibles, les caméras thermiques compatibles avec les smartphones, comme l'**Infiray P2 Pro**, constituent une solution pratique. Ces dispositifs compacts se connectent directement à un smartphone Android et permettent de transformer celui-ci en outil d'imagerie thermique. Leur utilisation est simple et leur format portable les rend adaptés aux contextes éducatifs. Bien qu'ils ne disposent pas des fonctionnalités avancées des caméras thermiques autonomes, ces appareils répondent efficacement aux besoins d'activités pédagogiques où la facilité d'utilisation et la mobilité sont des critères importants.

Visualisation des données thermiques : exemples d'images

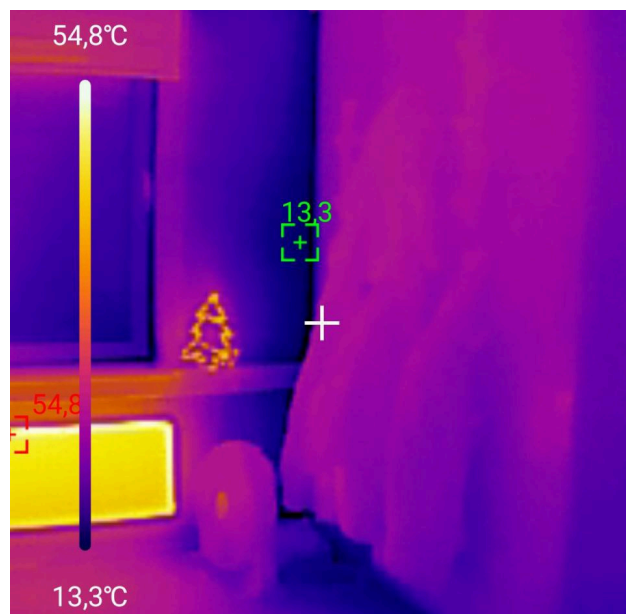
Vous trouverez ci-dessous des exemples d'images thermiques réelles. Elles illustrent des situations fréquentes : ponts thermiques, infiltrations d'air ou pertes de chaleur au niveau des murs et des fenêtres.

Radiateur et mur d'enceinte



- **Description** : Cette image montre un radiateur agissant comme une source de chaleur localisée, avec des températures supérieures à 55°C, tandis que le mur environnant reste nettement plus froid. Elle met en évidence une concentration thermique importante, pouvant révéler des inefficacités dans la répartition de la chaleur au sein de la pièce.
- **Point clé** : Ce type d'image permet d'évaluer si l'isolation autour du radiateur est suffisante ou si des pertes de chaleur ont lieu à travers les murs adjacents.

Perte de chaleur par les fenêtres



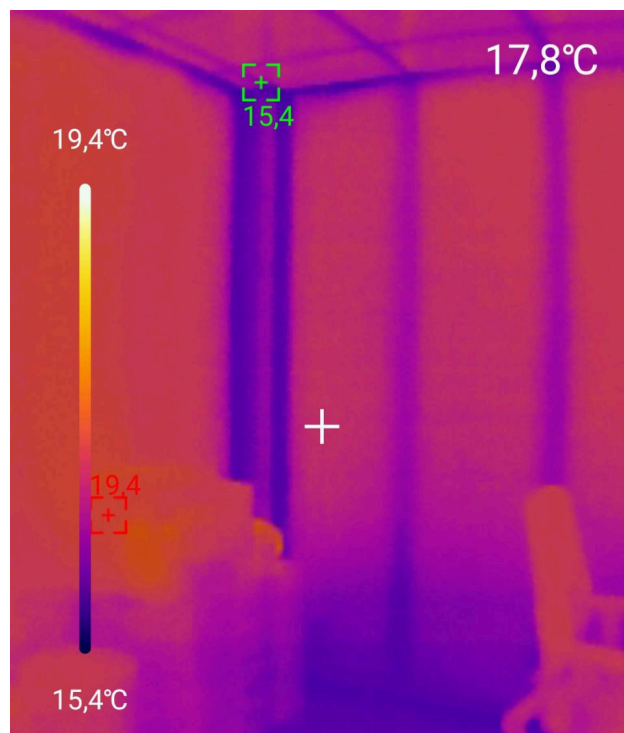
- **Description** : L'image thermique d'une fenêtre met en évidence des écarts de température significatifs. Les zones claires, dépassant 54 °C, signalent une perte de chaleur notable au niveau du cadre de la fenêtre et de l'angle du mur.
- **Point clé** : Cette observation rappelle l'intérêt d'un bon calfeutrage et de fenêtres à double vitrage pour limiter les déperditions thermiques.

Cage d'escalier avec ponts thermiques



- **Description :** Sur cette image thermique de la cage d'escalier, des ponts thermiques apparaissent clairement près du plafond et des encadrements de porte, avec des températures allant de 22 °C à 11 °C. Ces variations indiquent une isolation insuffisante au niveau des jonctions structurelles. L'ensemble de la cage d'escalier présente une température basse, ce qui en fait probablement une zone de perte de chaleur importante.
- **Point clé :** Repérer les ponts thermiques permet de cibler les interventions d'isolation pour renforcer l'efficacité énergétique du bâtiment.

Points froids dans une pièce



- **Description :** Cette image thermique d'une pièce révèle des zones froides, autour de 15 °C, le long des angles du plafond, et des zones plus chaudes, proches de 19 °C, à proximité du mobilier. Cette répartition suggère un chauffage inégal, possiblement lié à une isolation partielle ou inefficace.
- **Point clé :** L'analyse de ces variations permet d'identifier les endroits où une isolation complémentaire ou une ventilation mieux répartie pourrait être envisagée.

Guide pratique : Utilisation de l'Infiray P2 Pro pour l'analyse thermique

L'**Infiray P2 Pro** est une caméra thermique compacte conçue pour les smartphones Android. Son interface simple et sa portabilité en font un outil adapté aux activités pédagogiques portant sur l'isolation thermique et l'efficacité énergétique. Vous trouverez ci-dessous un guide détaillé pour en faire un usage efficace dans le cadre d'analyses thermiques.



Premiers pas avec l'Infiray P2 Pro. Avant toute activité d'imagerie thermique, il est important de vérifier que l'Infiray P2 Pro est compatible avec l'appareil que vous souhaitez utiliser. Cette caméra se connecte via un port **USB-C**, il faut donc s'assurer que le smartphone dispose bien de ce type de connecteur et fonctionne sous **Android**.

Commencez par télécharger l'application **Infiray** depuis le Google Play Store. Cette application permet d'accéder à l'ensemble des fonctionnalités d'imagerie thermique de la caméra. Une fois l'application installée, connectez l'**Infiray**

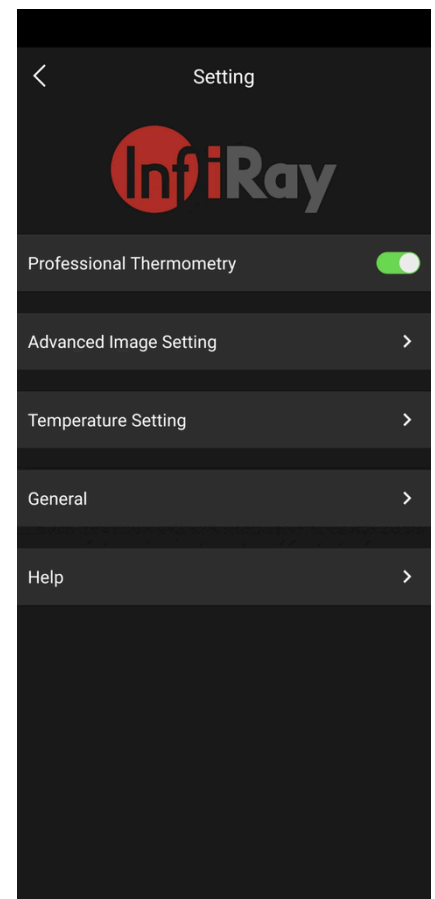
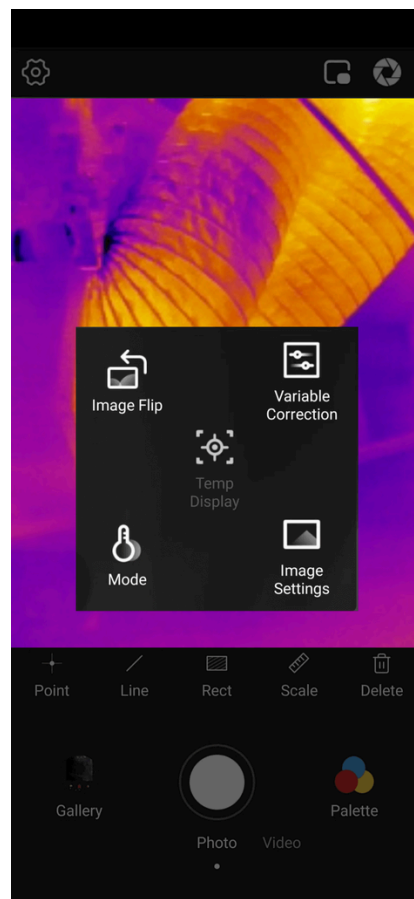
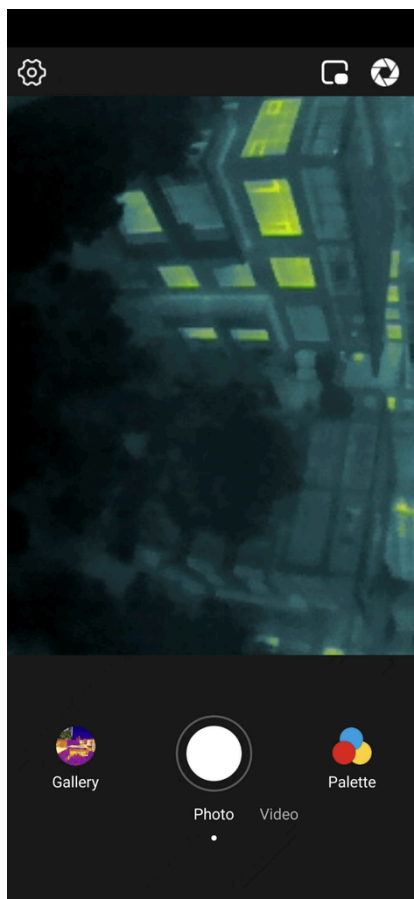
P2 Pro au port **USB-C** du smartphone. Ouvrez l'application pour activer la caméra, puis suivez les instructions à l'écran afin de finaliser la configuration.

À cette étape, il est recommandé d'effectuer un **calibrage** de la caméra, car la précision des relevés de température dépend d'un ajustement correct.

Configuration de la caméra pour l'analyse de l'isolation. L'imagerie thermique requiert une configuration précise pour mettre en évidence les écarts de température de manière fiable. Une fois la caméra activée, il est nécessaire de l'adapter à l'environnement analysé.

- **Étalonnage :** L'application guide l'utilisateur dans cette première étape, qui permet d'aligner les capteurs de la caméra sur les conditions ambiantes afin d'assurer des relevés cohérents.
- **Plage de température :** Celle-ci doit être ajustée selon le contexte. Pour un environnement intérieur, une plage allant de -10 °C à 40 °C est généralement appropriée. Pour une analyse extérieure, notamment en période hivernale ou estivale, une plage plus large peut s'avérer nécessaire.
- **Palette de couleurs :** Le choix de la palette influe sur la lisibilité de l'image thermique. Une palette comme « Ironbow » est souvent utilisée car elle met en évidence les zones chaudes en rouge vif et les zones froides en bleu, facilitant ainsi l'identification des écarts thermiques.

Ces paramètres peuvent être ajustés au cours de l'analyse, notamment si les conditions évoluent.



Réalisation d'inspections thermiques. Une fois la configuration terminée, l'**InfiRay P2 Pro** peut être utilisé pour inspecter différentes zones d'un bâtiment afin d'identifier d'éventuelles pertes de chaleur.

Commencez par observer les **murs** et les **fenêtres**. Recherchez la présence de points chauds — souvent représentés en rouge ou jaune selon la palette choisie — sur les murs, qui peuvent signaler une fuite de chaleur. Autour des fenêtres, les zones plus froides peuvent révéler des courants d'air ou une isolation insuffisante.

Poursuivez l'analyse en vous concentrant sur les **toits** et les **portes**, qui sont également des points fréquents de déperdition thermique. Portez une attention particulière aux jonctions entre matériaux, comme les cadres de porte ou

les joints de toiture, où des **ponts thermiques** peuvent apparaître.

L'application permet de sélectionner un point précis sur l'image pour obtenir la **température correspondante**. Cette fonction est utile pour mesurer les écarts thermiques sur une même surface et documenter les schémas de transfert de chaleur observés.

Documenter les observations. L'imagerie thermique est d'autant plus pertinente que les données collectées sont bien structurées. Après avoir capturé les images, il est essentiel de les documenter avec rigueur pour permettre une analyse ultérieure efficace.

- **Annotation des images** : Pour chaque image thermique, notez précisément l'emplacement, les conditions environnementales (telles que la température extérieure ou la vitesse du vent) ainsi que les observations réalisées au moment de la prise de vue.
- **Comparaison des conditions** : Il est utile de capturer des images d'un même endroit dans des contextes différents — par exemple, avant et après une intervention d'isolation — afin de visualiser l'évolution des performances thermiques.

L'application Infiray offre des fonctionnalités pour organiser et classer les données de manière systématique, ce qui permet de conserver une trace claire de chaque relevé sans perdre d'informations importantes.

Analyse des résultats. Après l'inspection, il est important d'analyser les données collectées afin d'en tirer des conclusions pertinentes. Commencez par repérer les **schémas de perte de chaleur** récurrents dans certaines zones du bâtiment, comme les fenêtres ou les murs mal isolés. Identifiez les points où les écarts de température sont les plus marqués. Comparez ensuite ces observations aux **données issues d'expériences en laboratoire**, menées lors de phases antérieures sur l'isolation. Cette mise en relation permet d'évaluer dans quelle mesure les comportements thermiques observés confirment les performances attendues de certains matériaux. Enfin, sur la base de cette analyse, proposez des **mesures concrètes** pour améliorer l'isolation : calfeutrage des interstices, ajout de matériaux isolants, remplacement de fenêtres par des modèles plus performants sur le plan énergétique.

Intégration de la caméra thermique dans l'activité

Les caméras thermiques offrent une approche à la fois visuelle et scientifiquement rigoureuse pour explorer les principes du transfert de chaleur et de l'isolation. Leur utilisation dans le cadre de l'activité permet de traduire des notions théoriques en observations concrètes, facilitant ainsi une meilleure compréhension de l'efficacité énergétique et des enjeux de durabilité.

Vous trouverez ci-dessous des pistes précises pour intégrer l'imagerie thermique de manière pertinente dans le déroulement de l'activité :

Exploration et démonstration guidées. Commencez par une démonstration en classe de la caméra thermique afin de familiariser les élèves avec son fonctionnement dans un environnement contrôlé. Par exemple, illustrez les différences de température entre une tasse d'eau chaude et une surface froide.

Comparez des surfaces composées de matériaux différents (métal, bois, mousse) pour mettre en évidence les variations de conductivité thermique. Cette introduction concrète aide les élèves à relier l'imagerie thermique aux concepts scientifiques fondamentaux.

Collecte de données structurées

- *Analyse en intérieur* : Organisez les élèves en petits groupes pour analyser différentes zones du bâtiment scolaire, comme les murs, les fenêtres et les portes. Attribuez des rôles spécifiques (opérateur de caméra, preneur de notes, analyste de données) afin d'assurer la participation active de tous.
- *Analyse en extérieur* : Étendez l'activité à l'extérieur. Les élèves peuvent comparer les émissions thermiques entre des murs exposés au soleil ou à l'ombre, ou encore observer les effets du vent et de la lumière sur la température

des surfaces.

Analyse comparative

- *Scénarios avant/après* : Demandez aux élèves de documenter un même emplacement avant et après une intervention (ajout d'un isolant, calfeutrage d'une fenêtre, etc.). La comparaison des images thermiques permet de visualiser l'impact concret des actions entreprises.
- *Comparaison des matériaux* : Réalisez des expériences contrôlées pour comparer les performances de différents matériaux isolants testés en laboratoire avec les observations faites sur le terrain. Les élèves peuvent, par exemple, évaluer un mur de l'établissement face à un mur isolé expérimentalement.

Intégration avec d'autres outils. Associez l'imagerie thermique à des capteurs de température et d'humidité. Cela permet aux élèves de croiser les images thermiques avec des données chiffrées, offrant ainsi une analyse plus complète et précise des variations thermiques.

Encourager la pensée critique. Organisez des discussions en groupe où les élèves interprètent leurs résultats et réfléchissent à leur signification. Posez des questions telles que :

- *Pourquoi certaines zones montrent-elles davantage de perte de chaleur ?*
- *Quels éléments extérieurs peuvent influencer les résultats (météo, matériaux, orientation) ?*
- *Quelles interventions seraient les plus efficaces et pourquoi ?*

Invitez les élèves à discuter des limites de l'imagerie thermique, notamment sa dépendance aux conditions environnementales ou les difficultés d'interprétation en l'absence de contexte.

Mobiliser les élèves grâce à la technologie

- *Gamification* : Transformez l'activité en défi : par exemple, « Identifier la plus grande perte de chaleur » ou « Concevoir la meilleure solution d'isolation ». Valorisez la créativité et le raisonnement scientifique.
- *Exploitation des outils numériques* : Si l'application associée à la caméra thermique le permet, encouragez l'utilisation des fonctions de superposition ou d'annotation en direct pour enrichir les images ou vidéos produites et renforcer la clarté de leurs analyses.

En intégrant l'imagerie thermique dans l'activité, les élèves développent à la fois des compétences techniques et une compréhension concrète de l'application des sciences à des problématiques réelles. L'activité devient plus dynamique, collaborative et ancrée dans les enjeux contemporains tels que le développement durable et la transition énergétique.