



COMPRENDRE

ET UTILISER LA

TECHNOLOGIE INFRAROUGE



SOMMAIRE

INTRODUCTION	P2
1. QUELLES APPLICATIONS POUR QUELLES LONGUEURS D'ONDES	P3
NIR	P3
SWIR	P5
MWIR	P6
LWIR	P8
2.QUELLES APPLICATIONS POUR QUELS TYPES DE DETECTEURS	P9
LES DETECTEURS REFROIDIS	P9
LES DETECTEURS NON REFROIDIS	P10

* CE PDF EST INTERACTIF, VOUS POUVEZ CLIQUER DIRECTEMENT SUR LA PAGE QUI VOUS INTERERSSSE
POUR REVENIR SUR LE SOMMAIRE CLIQUER SUR: 



INTRODUCTION

La technologie infrarouge est un vaste sujet car elle regroupe un grand nombre d'aspects techniques qui permettent de servir une multitude d'applications.

Ce qu'il faut retenir de fondamental, c'est que la vision infrarouge répond au principe d'émission de lumière dans une bande spectrale définie qui se situe au-delà du spectre de la lumière visible.

Tout ce qui se trouve dans cette longueur d'onde infrarouge rayonne de l'énergie, qui peut être capturée et identifiée visuellement grâce à un dispositif d'imagerie thermique qui fonctionne dans cette bande d'ondes.

Il s'agit ici du fonctionnement de base de l'infrarouge.

Partant de là, les industriels et autres secteurs d'activité comme la Défense ou l'aéronautique notamment, ont imaginé et développé des applications toujours plus utiles et plus évoluées, qui répondent aux nouveaux usages de monde actuel.

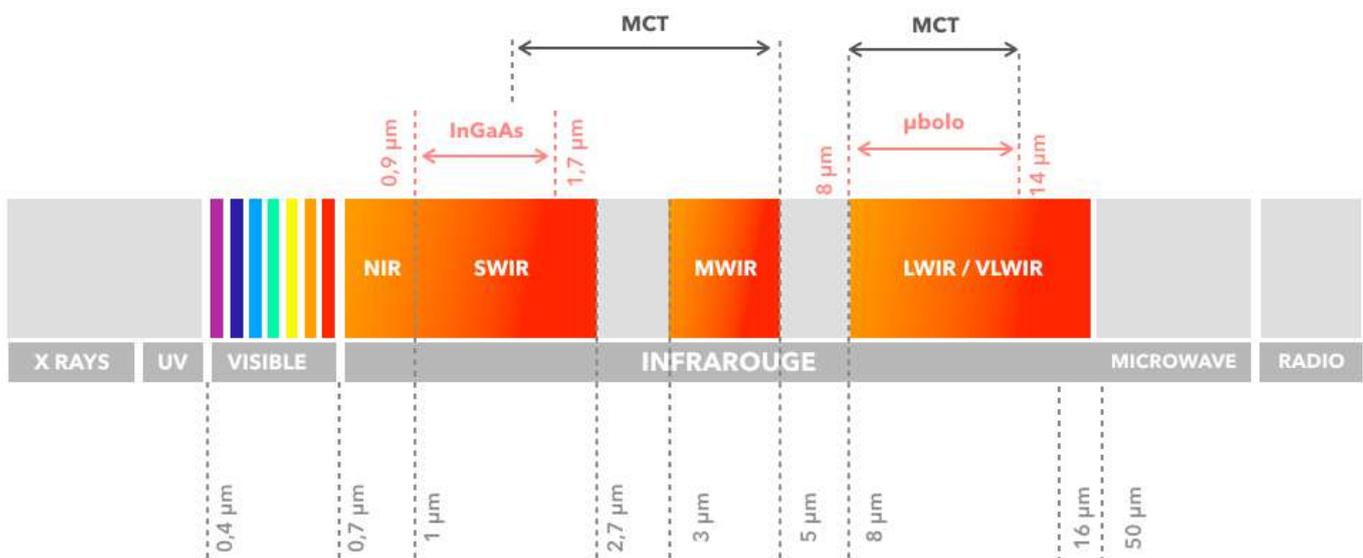
Nous revenons ici sur les principaux avantages de la technologie infrarouge et sur les applications que chaque longueur d'onde dans le spectre infrarouge peut servir.



I- QUELLES APPLICATIONS POUR QUELLES LONGUEURS D'ONDES

Le spectre électromagnétique est constitué de différentes longueurs d'ondes qui ont chacune leurs spécificités et qui correspondent ainsi chacune à des applications différentes et bien identifiées.

Voyons en détails ces longueurs d'ondes et quelles sont les applications dans lesquelles elles sont le plus utilisées.



MCT: Mercury Cadmium Telluride / **InGaAs:** Indium Gallium Arsenide / **μbolo:** Microbolometer

NIR: Near Infrared / **SWIR-MWIR:** Short or Medium Wave Infrared / **LWIR-VLWIR:** Long or Very Long Wave Infrared

- **NIR (Near infrared)** qui correspond aux longueurs d'onde les plus proches du visible, se situant entre 0,78 à 2,5 μm.

La spectroscopie NIR est principalement utilisée pour l'analyse compositionnelle, fonctionnelle et sensorielle des ingrédients, produits intermédiaires et produits finis. Elle est ainsi déployée dans les secteurs de l'alimentation humaine et animale et de l'agriculture.

Elle peut aussi être utile dans l'analyse des produits laitiers, pharmaceutiques et chimiques. En effet, ces produits sont soumis à des cadences de production de plus en plus fortes tout en nécessitant des contrôles qualité de plus en plus exigeants.

C'est pourquoi, dans ces cas là, la spectroscopie NIR est particulièrement efficace, notamment car elle est non intrusive et permet d'obtenir des résultats très rapidement.



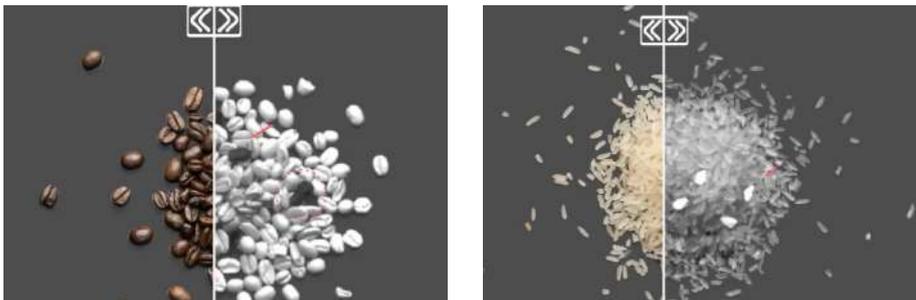
La vision NIR peut être utilisée pour l'analyse quantitative (détermination des concentrations de substances), l'analyse qualitative (identification des matières premières, produits intermédiaires et finis) et le contrôle de procédé :

Dans l'industrie pharmaceutique :

la technologie NIR permet de détecter l'humidité dans la composition de médicaments, et de garantir le bon dosage des produits pharmaceutiques (ex : tablettes, capsules, etc.),

Dans l'industrie agroalimentaire:

elle permet de détecter l'humidité dans les aliments et leur teneur en protéines, graisses, amidon, les acides gras libres, l'éthanol, la densité, les matières solides, les acides organiques, le profil glucidique et d'autres constituants importants.



Dans l'industrie chimique :

elle permet l'analyse des hydrocarbures présentes dans l'huile, le pétrole, ou encore dans les eaux usées. On peut également s'en servir dans l'analyse de la structure des polymères. Grâce à son processus non destructif, la technologie NIR est utilisée dans l'agriculture pour s'assurer que les produits ne contiennent pas de défaut.

De plus, la méthode fonctionne également en présence de substances parasites, comme les récipients en verre ou en plastique.

Le NIR est aussi utilisé en surveillance sur des cameras fixes équipées de leds qui procurent un gain en consommation électrique.

L'illumination infrarouge avec leds est aussi appelée infrarouge actif.

Il permet de surveiller des zones de nuit et de détecter d'éventuelles présences humaines ou animales intempestives.

La surveillance d'installation industrielles est également possibles grâce au repérages de zones de chaleur ou de fuites de gaz.



• **SWIR (Short wave infrared)** : il s'agit de l'infrarouge court, défini comme le spectre lumineux se situant dans la gamme de longueur d'onde 1 - 2,7 μm . Le SWIR est principalement une lumière réfléchissante, similaire à la lumière du visible, qui se situe à la frontière entre imagerie visible et imagerie thermique.

Ainsi, cette bande lumineuse permet à la fois de voir plus loin que le visible en terme de contraste et de résolution et de révéler des éléments invisibles à l'œil nu grâce à sa proximité avec l'infrarouge.

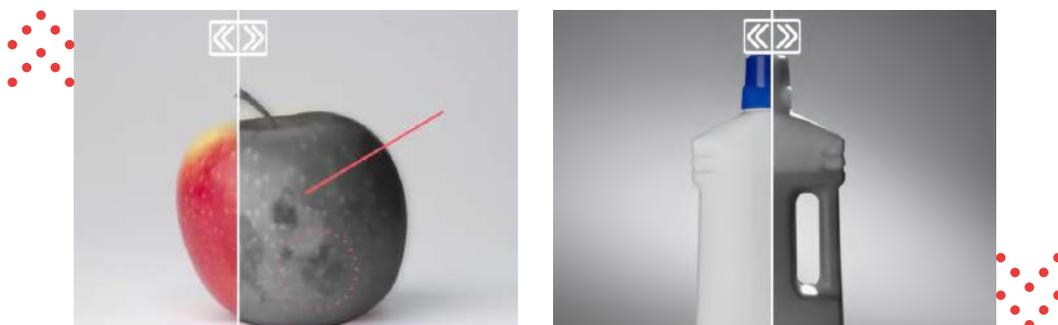
La technologie SWIR permet de concevoir des composants optiques qui garantissent un excellent éclairage en extérieur ou de nuit, dans des conditions parfois difficiles pour le visible comme la pluie ou le brouillard.

Un autre avantage de la technologie SWIR sur le visible est qu'elle permet de distinguer plus clairement des couleurs qui apparaîtraient presque identiques dans le visible.

Ainsi, de nombreuses applications dans les domaines de la vision et de l'automatisation industrielle ou encore de l'imagerie scientifique et l'analyse chimique, utilisent le SWIR car ses propriétés non invasives et proches du visible permettent notamment :

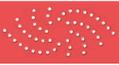
Une analyse précise des matériaux, utile dans l'inspection de matières organiques sur les chaînes de production de produits pharmaceutiques ou alimentaires, ou encore dans l'observation et l'optimisation des cultures agricoles.

Exemple : repérage de défauts non détectables avec l'imagerie visible, comme des fruits abîmés sur une chaîne de tri alimentaire,



Un contrôle qualité pointu utile dans le recyclage par exemple, la détection de contrefaçons ou encore de déficiences de matériel. Exemple : détection des niveaux de remplissage de flacons opaques, ou des contenants de gélules de médicaments.

Une visibilité optimale à travers la fumée, le brouillard et la poussière.



• **MWIR (Medium wave infrared)** : il s'agit de l'infrarouge moyen, défini comme le spectre lumineux se situant dans la gamme de longueur d'onde 3 - 5 μm . C'est dans cette partie de la bande spectrale que l'image thermique commence à se former grâce aux gradients thermiques présents dans la scène observée.

La technologie MWIR est idéalement utilisée dans un environnement plutôt chaud et souvent utilisée dans la détection de points chauds (flamme, engins chaud...) rayonnant à des températures supérieures à la température ambiante ($T = 300 \text{ K}$).

Par ailleurs, elle n'est pas affectée par l'humidité, ce qui permet son utilisation dans des applications de surveillance maritime ou côtière, par temps de brouillard notamment. Elle ne sera cependant pas efficace par temps de pluie.

Enfin, la détection MWIR nécessite l'utilisation de technologies à refroidissement cryogénique telles que HgCdTe (MCT) - un composé semiconducteur II-V

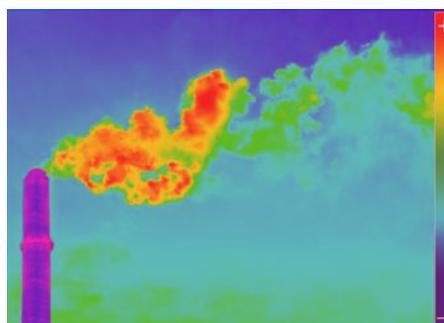


La technologie MWIR sert particulièrement les applications de détection de gaz invisibles à l'œil humain, tels que le méthane, le propane, l'éthanol, l'hexafluorure de soufre et plus encore.

Embarquée sur des drones, la technologie MWIR permet d'assurer la surveillance et la maintenance de machines et d'infrastructures qui contiennent des polluants et des gaz toxiques.

Egalement utilisée dans des laboratoires de recherche scientifiques, elle permet aux ingénieurs et chercheurs de détecter d'éventuelles fuites de gaz.

Elle peut également être utilisée pour mesurer un panache de dioxyde de soufre lors d'une éruption volcanique.





Ou encore servir à mesurer la qualité de l'air ambiant lié aux perturbations anthropiques et à l'étude des phénomènes de pollution (pollutions urbaines et industrielles, la pollution de fond dans la troposphère libre ou encore les feux de biomasse engendrés par des feux de cheminées ouvertes, les feux agricoles et les feux de jardins). Elle permet de surveiller la concentration des gaz à effet de serre, tels que le dioxyde de carbone ou le méthane.

Enfin, on la retrouve aussi dans des applications de défense, pour la détection de gaz de combat et d'explosifs, d'agents chimiques ou encore de gaz neurotoxiques, dans des contextes d'attaques sur des zones de guerre ou sur des espaces publics visant des civils.

La technologie MWIR est également utilisée dans les applications de recherche en spectroscopie et en microscopie.





• **LWIR (Long wave infrared)** : il s'agit de l'infrarouge long, défini comme le spectre lumineux se situant dans la gamme de longueur d'onde 7 - 14 μm . Elle est la forme de technologie infrarouge la plus utilisée car elle offre une excellente visibilité de la plupart des objets terrestres étant donné que le maximum de luminance spectrale pour les corps à température ambiante est atteint dans la gamme LWIR.

La technologie LWIR est plutôt réservée aux applications qui demandent une grande sensibilité et une haute performance car elle réagit très bien dans un contexte de détection à travers la fumée ou les aérosols. Cela lui permet également d'être efficace pour les installations anti-incendie. De plus, un détecteur équipé de la technologie LWIR ne sera pas sensible aux radiations

solaires, il est ainsi capable de fournir des images de jour et de nuit semblables : il n'y a aucune variation de l'image qu'il fasse jour ou non.

On retrouve également cette technologie dans certains secteurs industriels, et notamment dans la surveillance de températures de matériaux sur les lignes de production dans les secteurs de la fabrication de verre, de la métallurgie, l'automobile ou encore le moulage de plastiques.

La technologie LWIR permet également l'inspection résidentielle grâce à la visualisation d'une mauvaise isolation, des dommages causés par l'eau ou de composants électroniques endommagés.





II- QUELLES APPLICATIONS POUR QUELS TYPES DE DÉTECTEURS?

En infrarouge, on distingue deux types de détecteurs, les refroidis et les non refroidis. Chacun présente des qualités particulières qui en font le détecteur le mieux adapté à des applications spécifiques.

Les détecteurs refroidis : ces détecteurs sont maintenus à une température extrêmement basse par cryogénie. Ce dispositif abaisse la température du capteur aux températures cryogéniques et permet de réduire le bruit induit thermiquement à un niveau inférieur à celui du signal émis par la scène.

Leur principal avantage est qu'ils disposent d'une résolution et d'une sensibilité incroyablement élevées, offrant ainsi une très bonne qualité d'image. Ils peuvent fournir des images dans la bande infrarouge à longueur d'onde moyenne (MWIR) et à grande longueur d'onde (LWIR).

Plus le contraste thermique est élevé, plus il est facile de détecter des objets sur un fond qui n'est pas nécessairement beaucoup plus froid ou plus chaud que l'objet.

En revanche, ils sont plus coûteux que les capteurs non refroidis, nécessitent une maintenance plus régulière et sont plus encombrants.

Les détecteurs refroidis présentent des vitesses de capture très importantes ce qui est idéal dans le cadre de la R&D industrielle. En effet, pour figer des mouvements rapides et obtenir des mesures exactes, qui nécessitent que la prise d'image soit précise même à grande vitesse, les détecteurs IR refroidis sont plus puissants et plus performants.

Les détecteurs refroidis présentent des capacités d'agrandissement supérieures à celles des détecteurs non refroidis, car ils captent les longueurs d'onde infrarouges plus courtes. Ils sont ainsi mieux adaptés pour la définition précises de résolutions spatiales.

Dotés d'une plus grande sensibilité, ils permettent d'améliorer les capacités d'agrandissement.

Détecteur refroidis





Les détecteurs non refroidis, ou microbolomètres : ces détecteurs ne nécessitent pas de système de refroidissement. Ils reposent sur la technologie microbolomètre.

Les changements de température dans une scène entraînent des modifications de la température du bolomètre qui sont converties en signaux électriques, puis en image. Les capteurs non refroidis sont conçus pour fonctionner dans le spectre infrarouge à grande longueur d'onde (LWIR), où les températures terrestres émettent la plus grande partie de leur énergie infrarouge.

Les systèmes équipés de détecteurs non refroidis présentent l'avantage d'être moins coûteux, mais aussi de disposer d'une durée de vie plus longue, de requérir moins de maintenance et d'être plus compactes.

Ils sont particulièrement bien adaptés pour les applications militaires d'intervention au sol, comme l'équipement de lunettes thermiques pour détecter des sources de chaleur et de présence, de lunettes de visée ou encore de jumelles.

Embarqués sur des drones, ils peuvent également faciliter les opérations de surveillance d'infrastructures industrielles

Le marché des loisirs, comme la chasse ou l'observation de la nature, utilise aussi les détecteurs non refroidis pour équiper leurs systèmes de vision (jumelles, viseurs thermique). Ils permettent ainsi aux amateurs de nature d'observer la faune et de profiter des paysages, tout en assurant leur sécurité même la nuit ou dans des conditions de faible visibilité.





Le smartbuilding, ou le fait d'équiper un bâtiment par des systèmes intelligents, a également de plus en plus recours aux détecteurs non refroidis, notamment pour des applications de comptage de personnes, d'optimisation de la gestion d'énergie et d'amélioration des conditions de travail des employés.

En effet, les détecteurs infrarouge permettent le suivi des données d'occupation pour une utilisation optimale de l'espace, l'analyse des données en temps réel pour des factures énergétiques réduites. Ils sont également capables de prévenir les incendies en identifiant et détectant d'éventuelles zones de surchauffe ou encore de détecter des intrusions.

Enfin, dans le secteur de l'automobile, les détecteurs infrarouge non refroidis participent au développement des recherches sur les systèmes avancés d'aide à la conduite (ADAS) et les véhicules autonomes favorisant la détection de présence ou d'obstacles sur la route, de jour comme de nuit, dans toutes les conditions météorologiques.

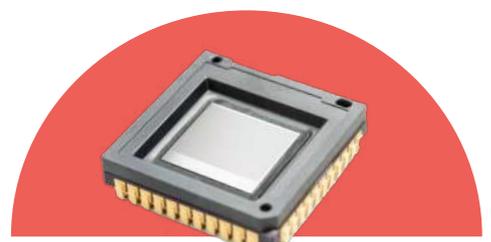
Ils sont également utilisés pour améliorer les conditions de transport des usagers de la route en ajustant le chauffage à l'intérieur d'un véhicule, en réglant la ventilation ou la climatisation.... Ces caractéristiques améliorent le confort des occupants, augmentent la sensibilisation du conducteur et améliorent la surveillance du système.

La technologie infrarouge se décline pour de nombreuses applications. C'est pourquoi, il est important de bien la comprendre afin de bien l'utiliser, en fonction de vos besoins et des opportunités de développement industriel que vous pouvez détecter.

Promise à un avenir dynamique et florissant, la technologie infrarouge est toujours largement intégrée à de nouvelles applications, notamment dans les domaines innovants que sont le marché du Machine Vision, du Smart-building ou encore du NewSpace.

Pour en savoir plus sur ces différents marchés émergents, n'hésitez pas à consulter régulièrement le blog de LYNRED [<https://www.lynred.com/fr/blog>], sur lequel nous traitons de tous ces sujets, à la fois innovants et porteurs de sens et d'opportunités de développement économique.

Détecteur non refroidis





«COMPRENDRE ET UTILISER LA TECHNOLOGIE INFRAROUGE» LIVRE BLANC 2020

