



Guide d'aide à l'achat relatif aux caméras thermiques et thermomètres infrarouges

*Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
Section matériels, équipements et TIC de sécurité civile*



REMERCIEMENTS

- ▲ Lieutenant-colonel Bertrand DOUVILLE (SDIS 78) ;
- ▲ Commandant Frédéric MAGGIANI (SDIS 13) ;
- ▲ Commandant Jérémy PIERLOT (SDIS 77) ;
- ▲ Capitaine Ronan PHILIP (SDIS 76) ;
- ▲ Monsieur Christophe CHMARA (MSA Gallet) ;
- ▲ Monsieur Jean-Christophe DÉTIS (JCM Distribution) ;
- ▲ Monsieur Yannick LANERET (Groupe Leader) ;
- ▲ Monsieur Pierre MEYER (Scott Safety) ;
- ▲ Madame Marie-Laure STEIN (Dräger) ;

Pour leur participation à la réalisation de ce document.

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements	2
Table des matières	3
Table des illustrations	5
Avant-propos	6
I. Présentation : définitions et expression du besoin (fonctions principales) liées aux caméras thermiques et thermomètres infrarouges	7
A. Les caméras thermiques (notions théoriques et techniques).....	7
1. Présentation.....	7
2. Principe de fonctionnement	7
3. Utilisations possibles des caméras thermiques	10
4. Options possibles	11
B. Les thermomètres infrarouges (notions théoriques et techniques)	12
1. Présentation.....	12
2. Principe de fonctionnement	12
3. Utilisations possibles des thermomètres infrarouges	14
C. Expression du besoin : fonctions principales.....	15
1. Le cas de la caméra thermique.....	15
2. Le cas du thermomètre infrarouge	16
II. Analyse du besoin en caméra thermique et thermomètre infrarouge pour les sapeurs-pompiers.....	17
A. Notions réglementaires et normatives	17
B. Définition du besoin liée à la sécurité.....	17
C. Définition du besoin liée à l'utilisation	17
D. Définition du besoin liée à l'ergonomie et à l'emploi	18
1. Capteur.....	18
2. Lentille	18
3. Écran de visualisation	18
4. Alimentation électrique.....	18
5. Autres	19
E. Définition du besoin liée à la gestion des données	19
F. Définition du besoin liée aux accessoires.....	20
G. Définition du besoin liée à l'entretien, la maintenance et le renouvellement	20
H. Définition du besoin liée à l'aspect documentaire	20
I. Définition du besoin liée à la formation.....	21

J. Définition du besoin liée aux coûts.....	21
K. Définition du besoin liée à l'environnement.....	21
L. Définition du besoin liée à un achat socialement responsable.....	21
III. Réponses aux questions, annexes documentaires et informatives.....	22
A. Notions réglementaires et normatives.....	22
B. Définition du besoin liée à la sécurité.....	23
C. Définition du besoin liée à l'utilisation.....	27
D. Définition du besoin liée à l'ergonomie et à l'emploi.....	33
1. Capteur.....	33
2. Lentille.....	35
3. Écran de visualisation.....	36
4. Alimentation électrique.....	38
5. Autres.....	40
E. Définition du besoin liée à la gestion des données.....	42
F. Définition du besoin liée aux accessoires.....	44
G. Définition du besoin liée à l'entretien, la maintenance et le renouvellement.....	45
H. Définition du besoin liée à l'aspect documentaire.....	48
I. Définition du besoin liée à la formation.....	49
J. Définition du besoin liée aux coûts.....	50
K. Définition du besoin liée à l'environnement.....	51
L. Définition du besoin liée à un achat socialement responsable.....	52
IV. Exemple d'analyse du besoin.....	54
A. Le contexte.....	54
B. L'intérêt de l'utilisation.....	55
C. Les matériels actuels.....	57
D. Les enjeux.....	57
E. Les attributs du besoin.....	58
F. Le résumé du besoin.....	59
G. Le diagramme Pieuvre.....	59
H. Les fonctions de définitions du besoin.....	61
I. Le tableau des propositions de spécifications techniques (CCTP).....	65

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Schéma de principe d'un microbolomètre	8
Figure 2 : Schéma de principe d'une caméra thermique.....	9
Figure 3 : Schéma de principe d'un thermomètre infrarouge	13
Figure 4 : Schéma d'utilisation du thermomètre infrarouge.....	13
Figure 5 : Rapport distance/surface.....	14
Figure 6 : Diagramme "bête à corne" de la caméra thermique	15
Figure 7 : Diagramme "bête à corne" du thermomètre infrarouge.....	16
Figure 8 : Diagramme "pieuvre" de la caméra thermique.....	60

AVANT-PROPOS

L'objet de ce guide est d'aider l'acheteur public à élaborer un cahier des clauses techniques particulières (CCTP) adapté à ses besoins en matière de caméras thermiques et de thermomètres infrarouges.

La caméra thermique est un appareil permettant de visualiser sous forme d'image les températures de surface d'un environnement. Quant aux thermomètres infrarouges, ils indiquent la température de surface d'un objet en particulier. Cependant, ces deux outils présentent une gamme très large de modèles sur le marché, avec des différences plus ou moins importantes. Dans ces conditions, il est impératif de faire le lien entre les capacités de ces appareils et le besoin ressenti, en cohérence avec la mission du sapeur-pompier en intervention. Il apparaît alors souhaitable de définir précisément les fonctions auxquelles les appareils devront répondre, avant de s'attacher à la rédaction du CCTP. Ce guide offre au lecteur un exemple de définition fonctionnelle des deux produits. Elle précède la spécification technique du besoin.

Dans un souci de simplicité et de compréhension, le document est divisé en quatre parties.

La première propose un aperçu des caractéristiques techniques des caméras thermiques et des thermomètres infrarouges, et de leurs principes de fonctionnement.

La deuxième partie permet une définition précise du besoin, par une succession de questions. Les réponses apportées à celles-ci peuvent faciliter l'expression des attentes des utilisateurs.

La troisième partie est une annexe documentaire et informative. Elle développe des exemples de réponses aux questions posées dans la deuxième partie du guide. Il faut toutefois en faire une utilisation prudente. Celles-ci sont susceptibles d'évoluer au fil du temps. Ces réponses doivent être considérées comme des conseils pratiques qui éclairent l'acheteur dans ses choix d'acquisition.

Enfin la quatrième partie du guide est un exemple d'analyse du besoin particulier en caméra thermique. Son objectif est d'illustrer l'ensemble de la méthode présentée tout au long du guide, en rappelant la nécessité, l'utilité et les grandes étapes de l'analyse fonctionnelle.

I. PRÉSENTATION : DÉFINITIONS ET EXPRESSION DU BESOIN (FONCTIONS PRINCIPALES) LIÉES AUX CAMÉRAS THERMIQUES ET THERMOMÈTRES INFRAROUGES

Avant d'effectuer une quelconque analyse du besoin, il est important de présenter les appareils et les applications possibles qu'ils proposent ; c'est le rôle de cette première partie.

A. LES CAMÉRAS THERMIQUES (NOTIONS THÉORIQUES ET TECHNIQUES)

1. PRÉSENTATION

Une caméra thermique est un appareil qui enregistre les différents rayonnements infrarouges (ondes de chaleur) émis par un corps vivant ou matériel. Ceux-ci varient en fonction de la température : plus elle est élevée et plus ces rayonnements sont puissants.

Suite à l'analyse de l'intensité de ces rayonnements, la caméra indique **la température de surface du corps ou de l'ensemble de corps visés, même à travers l'obscurité la plus complète et la fumée**. Les différences de températures relatives entre les objets et leur environnement **permettent de visualiser les lieux**.

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les rayonnements infrarouges qui appartiennent au spectre électromagnétique sont invisibles. Leur source principale est la chaleur. Ils n'échappent cependant pas aux caméras thermiques qui fonctionnent de la manière suivante :

Une caméra thermique **capte au travers d'un milieu transmetteur (par exemple l'atmosphère) les rayonnements émis par une scène thermique** par l'intermédiaire d'un détecteur infrarouge souvent doté d'un microbolomètre.

Un bolomètre est un détecteur permettant de mesurer la quantité d'énergie reçue d'une source de rayonnement électromagnétique, par conversion de l'énergie de ce rayonnement en énergie électrique.

Le microbolomètre est lui, un bolomètre spécial utilisé comme détecteur dans une caméra thermique. Cette minuscule résistance en oxyde de vanadium ou en silicium amorphe présente un coefficient de température élevé, sur une large surface de silicium possédant une faible capacité thermique et dotée d'une bonne isolation thermique. Lorsque le rayonnement infrarouge situé dans une certaine bande de longueur d'onde atteint l'oxyde de vanadium, cela modifie la résistance électrique de ce dernier. Toute variation de température dans la scène observée provoque une variation de la température du détecteur. Cette variation est convertie en un signal électrique, qui permet lui-même de composer l'image.

L'image ainsi obtenue s'appelle « thermogramme ». Les capteurs des caméras thermiques sont composés de milliers de pixels mesurant l'énergie thermique, qu'ils convertissent en image.

La gamme des longueurs d'ondes des rayonnements infrarouges utilisée par les caméras thermiques est souvent comprise entre 2 et 15 μm .

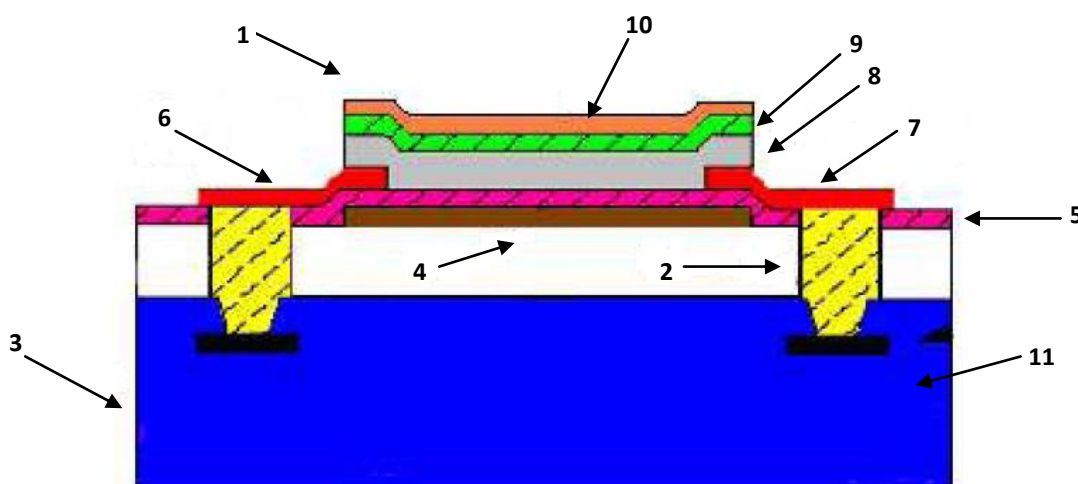


Figure 1 : Schéma de principe d'un microbolomètre

Composition d'un microbolomètre : le corps du détecteur (1) est soutenu par des piliers de conduite (2) au-dessus du microcircuit associé (3). Le corps est lui composé d'un réflecteur mince (4), sur lequel est déposée une couche d'isolation (5). Les électrodes (6 et 7) permettent elles d'établir le contact électrique avec la couche semi-conductrice (8). Un deuxième isolateur (9) ainsi qu'une très fine plaque de titane (10) sont posés sur la couche semi-conductrice. Les piliers (2) font contact avec le microcircuit (3) par des garnitures en métal (11).

Caractéristiques des composants du microbolomètre : la fine couche métallique permet de disperser l'intensité lumineuse de façon homogène sur tout le semi-conducteur. Les deux isolants permettent quant à eux l'isolation thermique du corps. Le semi-conducteur augmente la conductivité électrique. Quant au réflecteur, il réfléchit les rayons infrarouges et empêche ainsi ces rayons de transmettre de l'énergie sous forme de chaleur aux composants électroniques de l'appareil.



Une caméra thermique ne permet pas de voir derrière une paroi ou un obstacle. Elle reproduit tout simplement la température emmagasinée par un corps, ou montre le flux thermique d'une paroi en raison d'un foyer se trouvant à l'arrière.

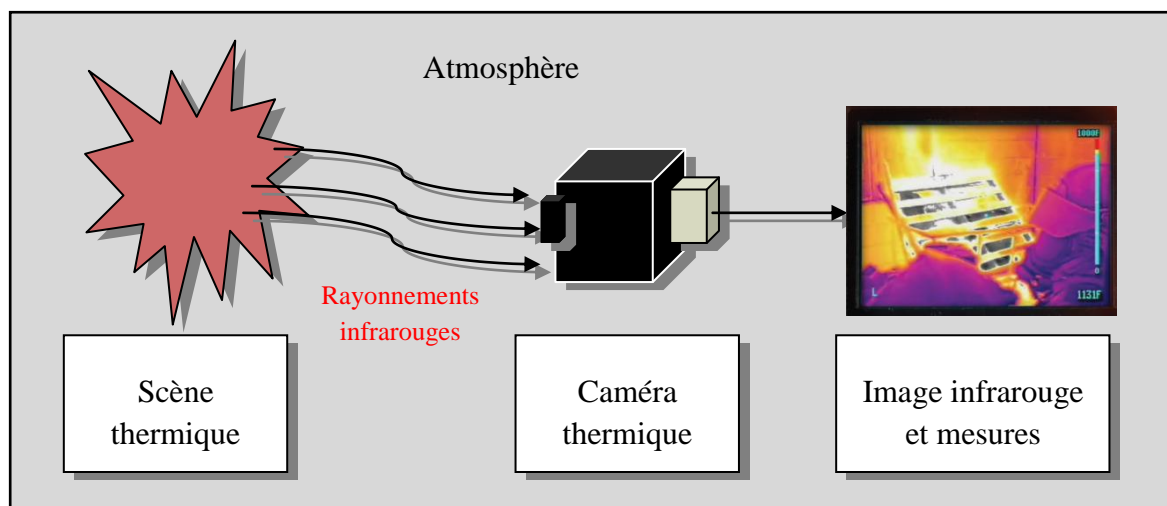


Figure 2 : Schéma de principe d'une caméra thermique

La technique utilisée par la caméra thermique est instantanée, puisque les mesures peuvent être réalisées à cadence élevée. **Elle est également globale**, la caméra fournissant une image thermique de l'ensemble d'une pièce par exemple. Enfin, **cette technique peut aussi être qualifiée de discrète**, l'appareil observant à distance (pas de contact avec le corps) et de manière passive (il reçoit le rayonnement). Il n'est pas intrusif et ne modifie pas la mesure par son interaction avec l'environnement. La caméra thermique offre de nombreux avantages : précision des mesures, simplicité d'utilisation (portable) et mesures non destructrices (milieu étudié non perturbé).

Afin d'appréhender au mieux le fonctionnement d'une caméra thermique et choisir celle qui correspond à son besoin, il est intéressant de connaître les paramètres suivants :

- **Résolution du capteur** : nombre de pixels du capteur ;
- **Gamme spectrale** : sections de la bande du spectre électromagnétique détectées par l'appareil (μm) ;
- **Plage de température mesurable** : ensemble des températures détectées par l'appareil. Elle s'étend de la température minimale de détection à la température maximale. La plupart des appareils sont capables de mesurer des températures négatives ;
- **Résolution thermique** : écart minimum entre deux températures que le capteur est capable de détecter, c'est la précision de mesure de l'appareil ;
- **Modes de sensibilité** : les caméras présentent souvent plusieurs modes de sensibilité en fonction de l'intensité des rayonnements infrarouges reçus, le basculement d'un mode à l'autre est automatique dans un grand nombre de cas ;
- **Fréquence de rafraîchissement** : exprimée en hertz (Hz), elle exprime le nombre de fois où le faisceau d'électrons balaie verticalement la totalité de l'écran pour revenir au début de l'image suivante ; c'est le nombre d'images par seconde. Par exemple, une fréquence de 30 Hz correspond à 30 images par seconde ;

- **Champ de vision de la lentille** : portion de l'espace vu par l'œil à travers la caméra, dans cet espace il est capable de détecter des lumières, des couleurs et des formes. Ce champ comprend un plan horizontal et un plan vertical, exprimés en degrés ;
- **Distance de focalisation** : distance (exprimée en mm ou cm) entre l'objet mesuré et la caméra à laquelle l'image sera nette et la mesure correcte ;
- **Luminosité de l'écran** : intensité lumineuse émise (en cd/m^2) ;
- **Saturation de l'image** : lorsque la température maximale de détection de la caméra est dépassée pour l'ensemble des matériaux présents à l'écran, l'image est saturée, dans ce cas on ne voit plus distinctement les contrastes et la caméra devient peu efficace.

3. UTILISATIONS POSSIBLES DES CAMÉRAS THERMIQUES

Il existe actuellement un panel très large de caméras thermiques spécialement conçues pour satisfaire les besoins et les exigences des sapeurs-pompiers en intervention. Elles sont **robustes, ergonomiques, adaptées aux circonstances d'intervention** et peuvent être utilisées en milieu urbain et en milieu naturel (feux de forêt), pour une multitude d'opérations.

Les caméras thermiques permettent aux sapeurs-pompiers de réaliser les actions suivantes :

- **Repérer des victimes** en atmosphère enfumée, sombre (feux d'appartements, de parkings souterrains, d'usines, de forêts, etc.) ;
- **Se déplacer plus aisément** dans un environnement envahi par la fumée ou très obscur, en offrant davantage de repères ;
- **Rechercher le foyer d'un incendie ou même un feu couvant** ;
- **Rechercher rapidement un itinéraire de repli, de secours** ;
- **Identifier des éléments dangereux lors d'incendies**, comme des bouteilles de gaz, des réservoirs de carburant, etc. ;
- **Localiser des points de ventilation** ;
- **Repérer des points chauds résiduels** après l'extinction d'un incendie (feu de cheminée, etc.), en particulier en milieu forestier ;
- **Rechercher les origines d'un incendie**, notamment lorsque la caméra permet d'enregistrer des données numériques ;
- **Évaluer le nombre de passagers d'un véhicule accidenté** en visualisant les sièges chauffés par la ou (les) personne(s), sous réserve de l'utilisation de la caméra thermique dans un délai très court ;
- **Retrouver des victimes éjectées** à la suite d'un accident de la circulation (en particulier la nuit ou lorsque les lieux sont difficiles d'accès) ;
- **Localiser des victimes en sauvetage déblaiement**, lorsqu'elles sont situées dans un local accessible par une petite ouverture ;

- **Surveiller un circuit électrique en surchauffe, un silo** (le guide de l'état de l'art sur les silos rédigé par le ministère de l'environnement précise, qu'en cas d'auto-échauffement de ceux-ci, une caméra thermique ou des sondes de température mobiles doivent être utilisées), etc. ;
- **Localiser une fuite d'eau, une tache d'hydrocarbure sur la chaussée suite à un accident** (en particulier la nuit), etc. ;
- **Identifier le niveau de liquide dans une cuve** (dépotage de wagons ou de citernes, transport de matière dangereuse, etc.) ;
- **Délimiter une pollution** non miscible à la surface de l'eau ;
- **Aider les formateurs** à mieux visualiser et corriger les gestes des stagiaires lors notamment des formations au port de l'appareil respiratoire isolant en milieu hostile, ou encore pour montrer l'efficacité des impulsions d'eau pour refroidir les couches de fumées ;
- ...

4. OPTIONS POSSIBLES

Les caméras thermiques peuvent présenter de nombreuses options. Celles-ci ont un coût et peuvent avoir dans certains cas un impact plus ou moins fort sur la facilité d'utilisation. **Leur pertinence dépend de l'utilisation attendue de la caméra.** Parmi ces options, on trouve une multitude de systèmes de rangement (sacoches, valises, etc.) mais également de maintien (poignée démontable, sangle, longe rétractable avec mousqueton, etc.). Concernant l'alimentation de l'appareil, il existe différents types de chargeurs. On trouve également de nombreuses options en ce qui concerne la capture de données numériques. Il est aussi possible d'apporter des personnalisations à l'appareil.

B. LES THERMOMÈTRES INFRAROUGES (NOTIONS THÉORIQUES ET TECHNIQUES)

1. PRÉSENTATION

Un thermomètre infrarouge est un outil permettant d'inspecter et de vérifier la température de surface de n'importe quel corps. Il présente, comme la caméra thermique, l'avantage d'utiliser une technologie non intrusive (« sans contact »). Le sapeur-pompier peut ainsi mesurer en toute sécurité, avec une grande précision, **les températures de surfaces d'objets brûlants, dangereux ou difficiles d'accès**. Un tel thermomètre ne permet pas de rechercher des points chauds lors d'un incendie mais bien de surveiller l'évolution de la température d'une surface.

Avec ce type d'outil, l'utilisateur **peut uniquement réaliser des relevés ponctuels**. Pour **des grandes étendues, il devra utiliser une caméra thermique**. Le temps de réponse de l'appareil est quasi-instantané. Il présente une grande gamme de températures mesurables (négatives et positives). Il est souvent proposé dans un boîtier pratique et solide.

2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un thermomètre infrarouge **mesure la température de surface d'un objet**. Il possède une lentille optique qui capte l'énergie émise, réfléchi et transmise par l'objet. Cette énergie est alors collectée et concentrée vers un détecteur. Ensuite, l'électronique de l'appareil traduit cette information reçue en une température, affichée sur l'écran.

La différence avec un thermomètre classique à contact est qu'il ne mesure pas directement la température mais le rayonnement thermique émis. C'est ensuite, en connaissant la quantité d'énergie émise par un objet, et son émissivité que la température de surface peut être déterminée.

Pour connaître l'émissivité d'un objet, il faut tout d'abord connaître la nature de celui-ci (bois, métal, plastique, etc.). Toutefois les thermomètres sont généralement pré-réglés à une émissivité de 0,95 qui correspond à celle de nombreuses matières et surfaces organiques. Un tableau de correspondance émissivité/nature du corps est incorporé dans la troisième partie du présent guide.

Pour une mesure correcte, **la surface de l'objet à mesurer doit être plus grande que le diamètre indiqué sur l'appareil**, un diamètre qui est lui-même lié à la distance à laquelle on mesure. C'est ainsi que plus l'objet est petit et plus la distance avec le thermomètre infrarouge doit être faible.

Il est à noter qu'il existe des appareils à simple visée laser et d'autres à double visée, ce deuxième type permettant d'être plus précis sur la surface de l'objet que l'on souhaite mesurer.

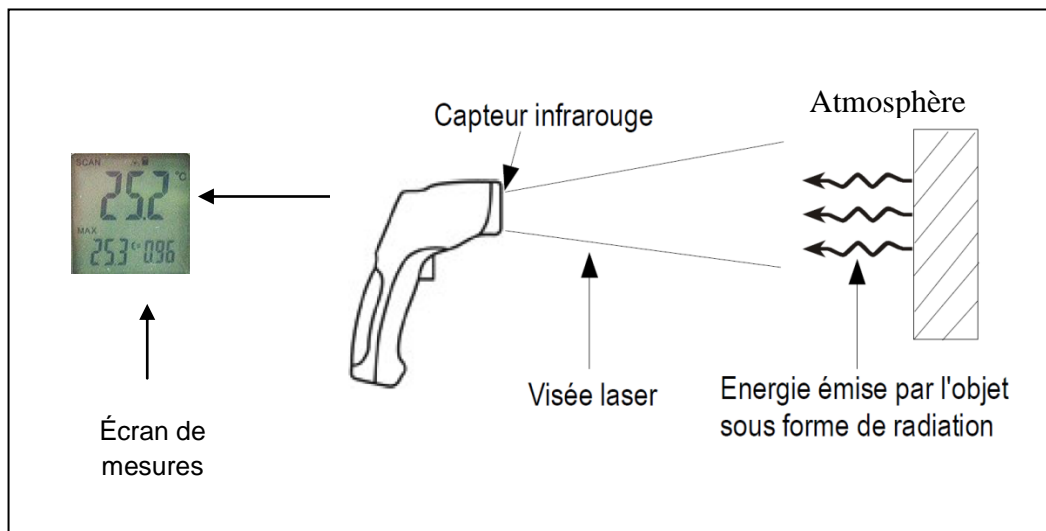


Figure 3 : Schéma de principe d'un thermomètre infrarouge

Le thermomètre fait une moyenne des températures de surface au niveau du laser. Pour avoir une donnée cohérente, il faut donc que la surface couverte par le laser soit plus petite que la surface totale de l'objet pointé. Le schéma ci-dessous illustre parfaitement ce propos.

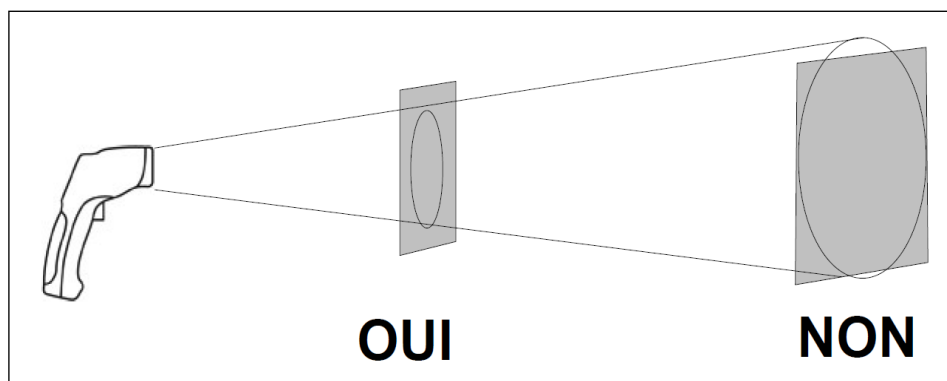


Figure 4 : Schéma d'utilisation du thermomètre infrarouge

Pour bien utiliser un thermomètre infrarouge, il convient de connaître le rapport entre la distance thermomètre/objet et la surface de l'objet : voici l'exemple d'un appareil de rapport 30/1 :

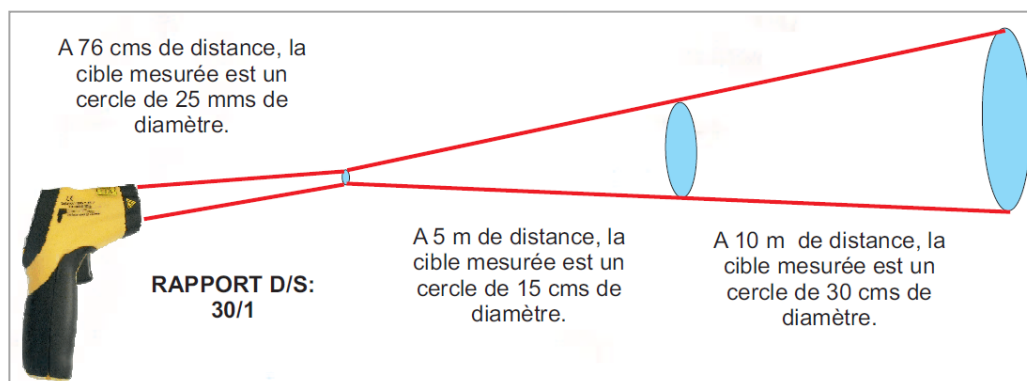


Figure 5 : Rapport distance/surface

Cette dernière illustration montre bien que plus l'objet est grand et plus sa distance avec le thermomètre doit être importante.



Un thermomètre infrarouge peut parfois être appelé à tort thermomètre laser lorsqu'il est équipé d'un laser pour viser. Dans ce cas, le laser indique seulement la surface mesurée, facilitant une prise de mesures correcte.

3. UTILISATIONS POSSIBLES DES THERMOMÈTRES INFRAROUGES

Les thermomètres infrarouges permettent aux sapeurs-pompiers d'avoir une donnée chiffrée en toute sécurité lors des actions suivantes :

- **Surveiller l'évolution de la température d'une surface chaude** (points chauds résiduels après l'extinction d'un incendie en milieu urbain ou naturel, etc.) ;
- **Préciser des anomalies de température** décelées par la caméra thermique ;
- **Surveiller un circuit électrique en surchauffe, un silo, etc.** ;
- **Connaître la température d'une substance chimique** ;
- ...

C. EXPRESSION DU BESOIN : FONCTIONS PRINCIPALES

Il est intéressant dans cette partie relative à l'expression du besoin, de faire la différence entre les besoins des sapeurs-pompiers vis-à-vis des caméras thermiques et ceux relatifs aux thermomètres infrarouges. La fonction et l'utilisation de ces deux types d'appareils sont distinctes. Cela explique notre choix de différencier l'expression du besoin.

1. LE CAS DE LA CAMÉRA THERMIQUE

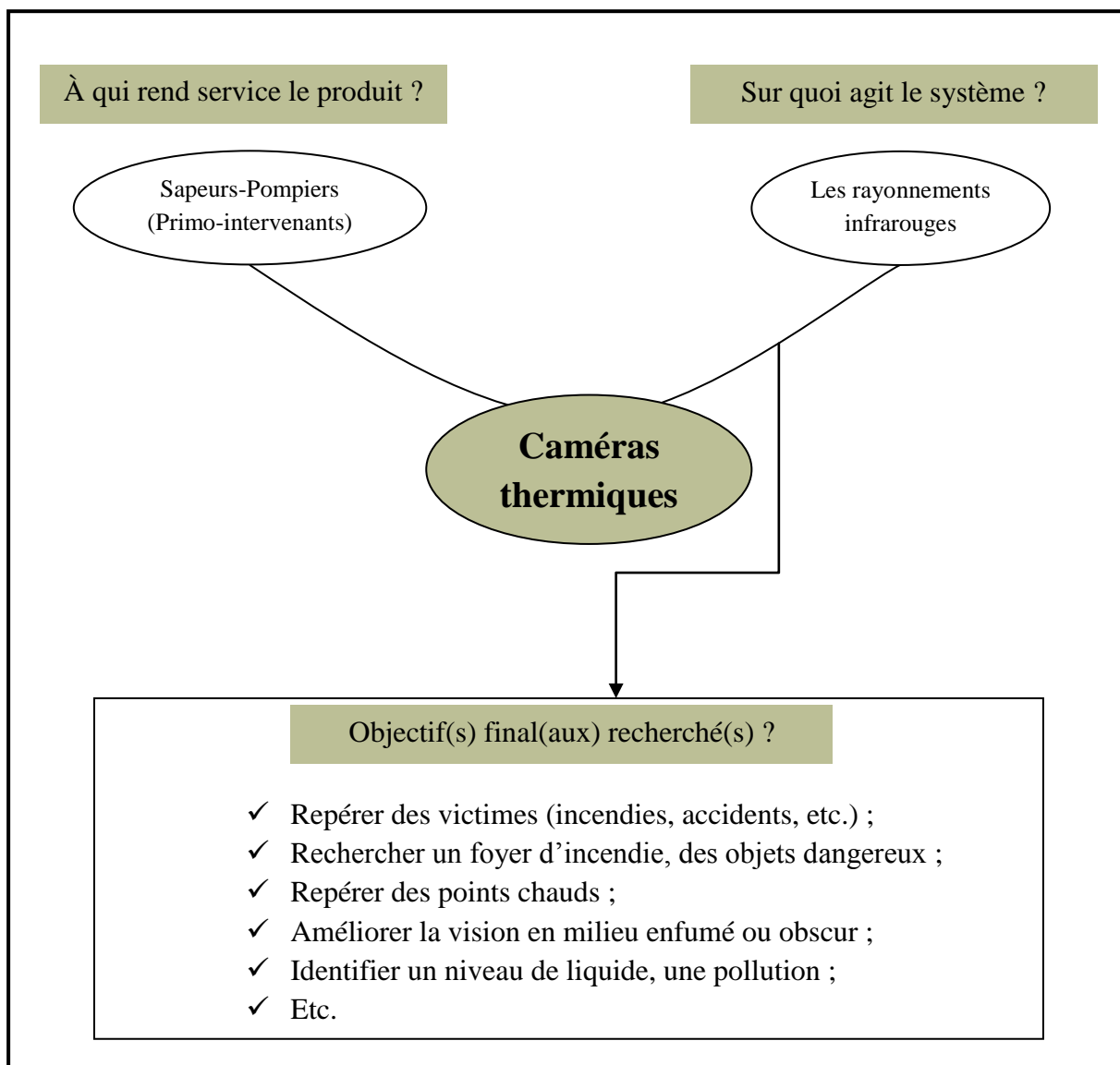


Figure 6 : Diagramme "bête à corne" de la caméra thermique

2. LE CAS DU THERMOMÈTRE INFRAROUGE

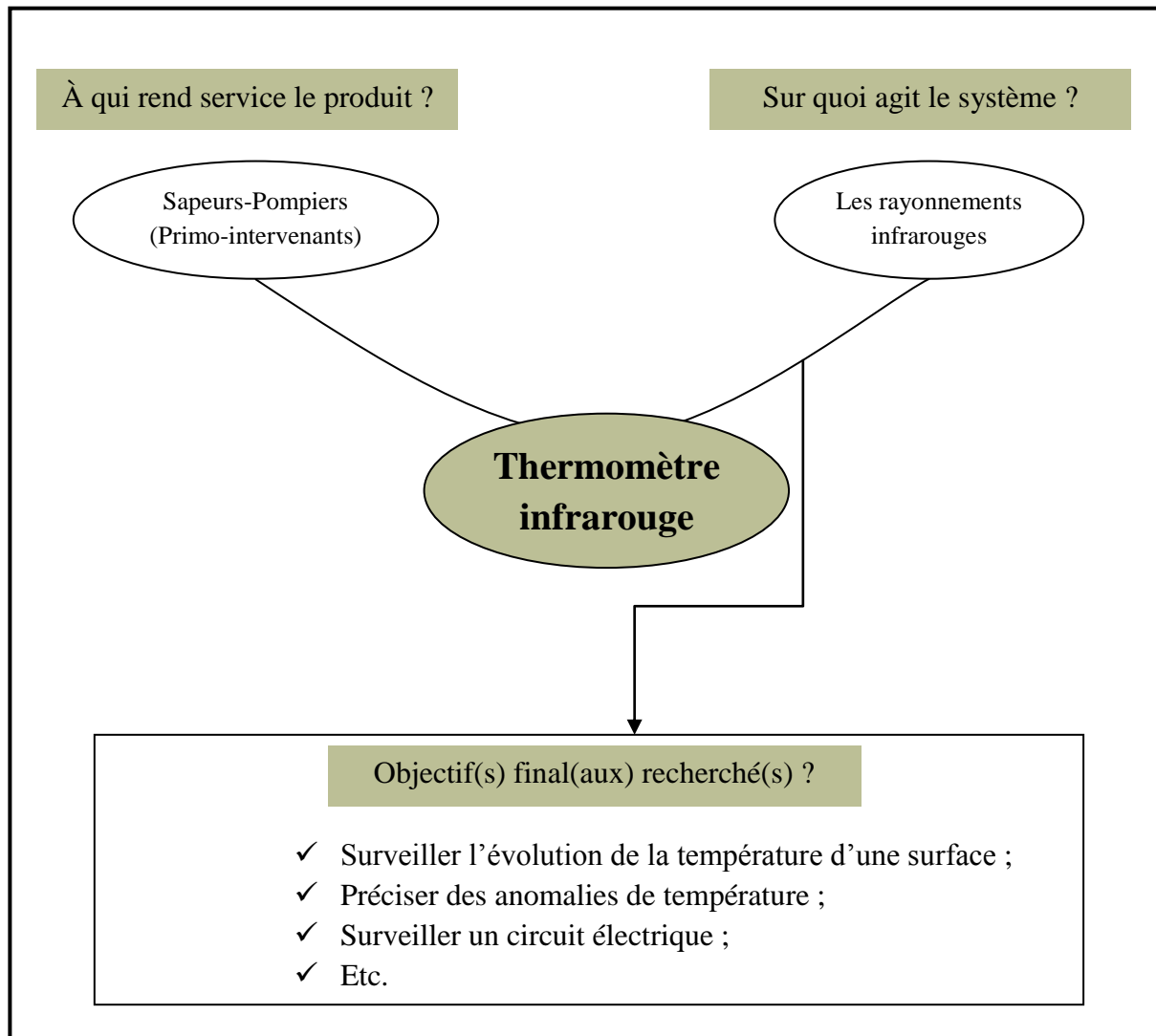


Figure 7 : Diagramme "bête à corne" du thermomètre infrarouge

II. ANALYSE DU BESOIN EN CAMÉRA THERMIQUE ET THERMOMÈTRE INFRAROUGE POUR LES SAPEURS-POMPIERS

L'étude du besoin est indispensable à la rédaction d'un CCTP. La qualité du résultat final dépend du travail réalisé lors de cette étape. Il convient d'y consacrer le temps nécessaire.

Il paraît également important de réaliser l'étude du besoin et l'analyse fonctionnelle de l'appareil en équipe pluridisciplinaire (fabricants, distributeurs, utilisateurs...), pour répondre au mieux aux attentes de chaque partie.

A. NOTIONS RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

- Quelles sont les normes et les certifications exigées en matière de caméras thermiques et de thermomètres infrarouges ?

B. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA SÉCURITÉ

- Quelles sont les précautions et les protections particulières à prévoir lors de l'emploi de l'appareil ?
- Quel niveau de résistance thermique est exigé ?
- La présence d'avertissements (sonores, visuels...) en cas de dépassement des températures limites est-elle demandée afin de protéger les composants électroniques de la caméra ?
- Quel niveau de protection IP est exigé concernant les poussières et les liquides ?
- Quel niveau de résistance mécanique est exigé ?
- Quelles sont les conséquences possibles du produit sur la santé humaine (substance dangereuse...) ?

C. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'UTILISATION

- Pour quels types de missions ces appareils sont-ils concernés ? Quelles sont leurs finalités d'achat ?
- Quelle est la destination d'emploi de l'appareil ?
- Quels sont les utilisateurs de ces appareils ?
- Quel est le parc actuel d'appareils au sein du SDIS ? Quel(s) type(s) d'appareils ?
- Tous les centres de secours doivent-ils être équipés ? Existe-t-il des secteurs prioritaires pour leur implantation ?
- Dans quels environnements doivent pouvoir évoluer ces appareils ?
- Sur quels types de surfaces doivent pouvoir agir ces appareils ?
- Quelles peuvent être les restrictions d'emploi de l'appareil (température, humidité, luminosité, gaz...) ?

- ▲ Quelle gamme de température ambiante pour l'utilisation des appareils (température mini et maxi) ?
- ▲ Quelle est la durée de fonctionnement pour une température donnée ?
- ▲ Quel stockage est prévu ?
- ▲ Les SDIS peuvent-ils demander des échantillons pour réaliser des essais et des tests comparatifs ? Si oui, quels types de tests ?

D. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ERGONOMIE ET À L'EMPLOI

1. CAPTEUR

- ▲ Quelle doit être la résolution en pixels pour le capteur ?
- ▲ Quelle gamme spectrale est exigée (μm) ?
- ▲ Quelle doit être la plage de température de surface mesurable (température mini et maxi) ?
- ▲ Quelle résolution thermique est souhaitable ?
- ▲ Quels sont les modes de sensibilité souhaités (haute, basse...) ? Le basculement d'un mode à un autre doit-il être automatique en fonction du niveau de température ?
- ▲ Quelle doit être la fréquence de rafraîchissement (cadence de prise de vue) ?

2. LENTILLE

- ▲ Quelle distance de focalisation est souhaitée ?
- ▲ Quel est le champ de vision horizontal et vertical ($^\circ$) voulu ?
- ▲ Une protection de la lentille est-elle exigée ?

3. ÉCRAN DE VISUALISATION

- ▲ Quelle résolution de l'image est demandée ?
- ▲ Quelle taille de l'écran est demandée ?
- ▲ Quelle facilité de lecture est exigée (taille des caractères, qualité des informations écrites...) ?
- ▲ Quelles sont les informations devant impérativement apparaître sur l'écran ?
- ▲ Quelle luminosité de l'écran est attendue lors des interventions (rétro éclairage) ?
- ▲ L'écran doit-il être en noir et blanc ou utiliser une palette de couleurs ?
- ▲ Comment éviter une saturation de l'image lors de certains relevés de mesures ?
- ▲ L'écran doit-il être doté d'une protection ?

4. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

- ▲ Quelle doit être l'autonomie (h) de la batterie lorsque la caméra thermique est en fonctionnement et sans accessoires ? Avec accessoires ?
- ▲ Quel temps de charge acceptable pour les batteries ?
- ▲ Doit-on prévoir des batteries de réserve ? Si oui, combien ?

- ▲ Quel doit être le temps de démarrage maximum de la caméra ?
- ▲ Quel type de source électrique pour la caméra thermique ?
- ▲ Quelles batteries ou piles ?
- ▲ Quel type de chargeur est désiré ? Quel type de support ? Quelles caractéristiques du chargeur ?
- ▲ Quelle tension d'entrée pour le chargeur est exigée ?
- ▲ Quel doit être le nombre de cycles de recharge des batteries (durée de vie totale des batteries) ?

5. AUTRES

- ▲ Existe-t-il un encombrement maximal pour l'appareil et ses accessoires (batterie, chargeur...) ?
- ▲ Quelle doit être la masse maximale de la caméra avec batterie et sans accessoires ? Avec accessoires ?
- ▲ Quelle facilité d'emploi est exigée (nombre, taille, forme, couleur des boutons...) ?
- ▲ Quel système de maintien de la caméra est voulu ?
- ▲ Quel niveau de robustesse peut-on demander à la caméra ? Quelles caractéristiques souhaitées pour les matériaux, joints et courroies ? Une protection de l'objectif est-elle demandée ?
- ▲ Quel système de transport et de rangement est exigé pour ces appareils ?

E. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA GESTION DES DONNÉES

- ▲ La possibilité de raccordement de l'appareil avec un ordinateur est-elle exigée ? Par l'intermédiaire de quel(s) élément(s) ?
- ▲ L'appareil doit-il posséder son propre logiciel ?
- ▲ Qui peut avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ? Pour y faire quoi ?
- ▲ Quelle évolutivité de l'appareil est exigée (mise à jour du logiciel, ajout de fonctions et/ou d'accessoires, etc.) ?
- ▲ La caméra devra-t-elle pouvoir prendre, enregistrer et stocker des données numériques ?
- ▲ L'appareil doit-il présenter une mémoire interne ?
- ▲ Quelle doit être la capacité de cette mémoire ?
- ▲ Quel type de sortie vidéo est demandé ?
- ▲ Est-il intéressant d'utiliser un système de transmission de données numériques à distance par onde hertzienne avec récepteur ?

F. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE AUX ACCESSOIRES

- ▲ Quels accessoires doivent être fournis dans l'offre de base ?
- ▲ Une liste des accessoires peut-elle être demandée ?
- ▲ Quels autres accessoires semblent utiles pour rendre l'appareil plus ergonomique et facile d'utilisation ?
- ▲ À quels critères de résistance doivent répondre les accessoires utiles au transport du matériel ?
- ▲ Quel système de rangement de la caméra/du thermomètre et de leurs accessoires est demandé ?

G. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ENTRETIEN, LA MAINTENANCE ET LE RENOUELEMENT

- ▲ Quelles sont les procédures de maintenance, de suivi et de traçabilité des appareils exigibles ?
- ▲ Quelle solution adoptée en cas de panne ou de maintenance préventive ?
- ▲ Quelle durée moyenne de réparation exigée ?
- ▲ Quelles opérations d'entretien, de maintenance et de réparation peuvent être effectuées par les sapeurs-pompiers et leurs agents de maintenance ?
- ▲ Quels sont les matériels nécessaires aux sapeurs-pompiers pour effectuer les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation ?
- ▲ Quel délai de livraison acceptable pour les appareils et leurs accessoires ?
- ▲ Quelle qualité et réactivité du service après-vente du fabricant sont désirées ?
- ▲ Quelle est la durée de garantie attendue ? Une extension de garantie est-elle demandée ?
- ▲ Quelles sont les garanties du fournisseur ?
- ▲ À quelle périodicité est-il nécessaire de renouveler les caméras et les thermomètres ? Quel doit être le délai de ce renouvellement ? Quels sont les secteurs prioritaires ?

H. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ASPECT DOCUMENTAIRE

- ▲ Quelle notice d'utilisation est attendue ?
- ▲ Quels documents doit-on exiger des fournisseurs ?
- ▲ Quels documents peut-on demander aux fournisseurs ?

I. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA FORMATION

- ▲ Une information des sapeurs-pompiers par l'industriel à l'utilisation et à l'entretien des appareils est-elle demandée ?
- ▲ Quelle formation est exigée (programme, durée, public visé, nombre de participants à chaque session, nombre de séances...) ?
- ▲ Quels matériels doivent être fournis par le fabricant aux sapeurs-pompiers afin de former ces différents agents ?
- ▲ Exige-t-on la délivrance d'une attestation d'aptitude aux participants en fin de formation ?

J. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE AUX COÛTS

- ▲ Quel est le coût global de possession de l'appareil ?
- ▲ Quel est le coût d'acquisition d'une caméra thermique ? D'un thermomètre infrarouge ?
- ▲ Quel est le coût prévisible de remplacement d'une batterie ?
- ▲ Quelle est la durée d'amortissement, prescrite ou conseillée ?
- ▲ Quel est le coût de renouvellement des appareils ?
- ▲ Quel est le coût des accessoires ?
- ▲ Quel est le coût des principales pièces détachées ?
- ▲ Quel est le coût d'usage annuel prévisible ?
- ▲ Quel est le coût d'usage prévisible sur 10 ans ?
- ▲ Quel est le coût d'entretien du matériel ?
- ▲ Quel est le coût de formation désiré ?

K. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ENVIRONNEMENT

- ▲ Quelle est la politique de l'entreprise en matière de réduction de l'impact du produit sur l'environnement ?
- ▲ Quelle est la politique de l'entreprise quant à la gestion des appareils en fin de vie ?
- ▲ Quelles sont les actions mises en œuvre concernant le recyclage des appareils et de leurs piles et accumulateurs ?

L. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À UN ACHAT SOCIALEMENT RESPONSABLE

- ▲ L'appareil est-il construit en France ?
- ▲ L'appareil est-il assemblé en France ?
- ▲ Si l'appareil est importé, l'entreprise s'est-elle engagée ou bénéficie-t-elle d'une charte sociale (pas d'exploitation des enfants, etc.) ?
- ▲ Quel est le retour financier et économique de l'achat pour la collectivité ?

III. RÉPONSES AUX QUESTIONS, ANNEXES DOCUMENTAIRES ET INFORMATIVES

Cette partie a pour rôle de donner des exemples de réponses à l'ensemble des questions posées précédemment concernant l'analyse du besoin.

Il est important de se souvenir que ces exemples ne sont pas des réponses figées. Ils doivent être compris comme des conseils techniques émanant d'études menées par la Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises en collaboration avec des industriels et des sapeurs-pompiers. Ils sont susceptibles d'évoluer dans le temps, notamment les références normatives, réglementaires et technologiques.

A. NOTIONS REGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Quelles sont les normes et les certifications exigées en matière de caméras thermiques et de thermomètres infrarouges ?

Actuellement les caméras thermiques et les thermomètres infrarouges ne font l'objet d'aucune norme française ou européenne obligatoires. Cependant les fabricants peuvent faire référence à certaines d'entre elles, notamment en ce qui concerne les séries de tests subis par les appareils. On peut ainsi retrouver les législations et les normes suivantes :

- ✓ Directive 89/336/CEE du 3 mai 1989, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la compatibilité électromagnétique ;
- ✓ Directive 98/37/CE du 22 juin 1998, concernant le rapprochement des législations des États membres relatives à la garantie du plus haut niveau de sécurité possible ;
- ✓ NF EN 50081-1 : 1992, émissions électromagnétiques ;
- ✓ NF EN 60721-3-2 classe 2M3 : 1997, résistance aux chocs et aux vibrations ;
- ✓ NF EN 50082-1 : 1998, susceptibilités électromagnétiques : exigences relatives à l'immunité contre les perturbations électromagnétiques pour les appareils électriques et électroniques ;
- ✓ NF EN 60950-1 : 2006, sécurité à l'emploi de l'équipement technologique ;
- ✓ NF EN 61000-6-2 : 2006, compatibilité électromagnétique, norme générique – immunité pour les environnements industriels ;
- ✓ NF EN 61000-6-4 : 2006, compatibilité électromagnétique, norme générique – émission pour les environnements industriels ;
- ✓ NF EN 60825-1 : 2007, sécurité des produits laser : classification et exigences des équipements.

Certains fabricants peuvent également faire référence aux normes NFPA (National Fire Protection Association), notamment la NFPA 1801 qui est une norme sur les imageurs thermiques pour le service des incendies. Elle spécifie la conception minimale, la performance, les essais et les exigences de certification pour les nouvelles caméras thermiques utilisées par les sapeurs-pompiers lors d'opérations d'urgence, afin de déterminer où se trouvent les victimes, le feu et les voies de propagation du feu. Son but est d'établir des exigences minimales pour les imageurs thermiques à destination des services d'incendie.

B. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA SÉCURITÉ

🔴 Quelles sont les précautions et les protections particulières à prévoir lors de l'emploi de l'appareil ?

- Le verre ne laisse pas pénétrer les rayons infrarouges, il est donc **impossible de mesurer la température d'un objet derrière une vitre avec une caméra thermique et un thermomètre infrarouge**. L'eau ne laisse également pas pénétrer les rayons infrarouges, par exemple l'utilisation de la caméra thermique embarquée par hélicoptère, pour la recherche de personnes n'est pas pertinente lorsqu'il est pleut. Toutefois ce n'est pas parce que la lentille est mouillée (vapeurs, eau d'une lance) que la caméra est inefficace. Dans ce cas il suffit de nettoyer rapidement la lentille avec son gant pour en retrouver toute l'efficacité.
- **Attention à l'effet miroir** : l'appareil est **susceptible de visualiser le reflet de points chauds sur des glaces, des miroirs, des fenêtres, des surfaces polies, plastifiées** (par exemple le reflet d'un spot lumineux sur un sol) **ou peintes**, dans ce cas les informations transmises par l'outil sont erronées et risquent d'induire le sapeur-pompier en erreur et de le mettre en danger.
- **À ce jour, la très grande majorité des caméras thermiques ne sont pas antidéflagrantes**. Il en est souvent de même pour les thermomètres infrarouges. Ces appareils ne peuvent être engagés dans des ambiances explosives. Dans tous les cas, la mise sous tension et le changement de batterie doivent s'effectuer en dehors de la zone à risques.
- Lors de l'utilisation de la caméra thermique ou du thermomètre infrarouge, **il ne faut jamais regarder directement dans le laser** s'il existe (risque de dommage irréversible pour les yeux) et faire attention aux surfaces réfléchissantes. De plus, il est strictement interdit de viser des personnes lorsque le laser est activé.
- Ces appareils **doivent être utilisés par du personnel formé à leur emploi**. Il est fortement recommandé de ne pas les exposer à des températures trop élevées pendant longtemps, cela risquant de fausser les mesures et de mettre par conséquent les sapeurs-pompiers en danger.
- Les matériaux brillants possèdent une faible émissivité risquant de fournir des données fausses. Il convient donc de **connaître au préalable ces matériaux et l'ordre de grandeur de leur émissivité**.
- **Il ne faut pas viser le soleil** avec la caméra, cela risquant de la détériorer.

🔺 **Quel niveau de résistance thermique est exigé ?**

Le choix de ce niveau de résistance thermique va dépendre de l'emploi futur de l'appareil. Par exemple, une caméra destinée à la recherche de victimes suite à un accident n'aura pas besoin d'une résistance thermique aussi importante que celle utilisée pour des reconnaissances lors d'incendies.

Cependant, il est préférable d'opter pour une caméra capable d'évoluer à haute température, les conditions d'intervention ne pouvant être connues préalablement.

🔺 **La présence d'avertissements (sonores, visuels...) en cas de dépassement des températures limites est-elle demandée afin de protéger les composants électroniques de la caméra ?**

- Pour les caméras thermiques : certaines possèdent des avertissements en cas de dépassement de la température maximale d'utilisation, afin de protéger ses composants électroniques de la chaleur excessive et d'éviter une panne soudaine qui mettrait l'utilisateur en danger. Ces avertissements peuvent être visuels et/ou sonores.

L'avertisseur ne prévient pas le sapeur-pompier du danger qu'il court, mais du risque potentiel que pourrait subir sa caméra qui est en train de « surchauffer », s'il continue à s'en servir dans cette température ambiante. Attention car si le sapeur-pompier mal informé compte sur sa caméra pour l'avertir lorsque la chaleur ambiante est trop élevée pour lui, il sera vraiment en danger !

- Pour les thermomètres infrarouges : un signal sonore et visuel peut parfois être présent et se déclencher en cas de dépassement d'un seuil de température prédéfini. Il n'est pas là pour prévenir l'utilisateur des risques subis par son matériel, mais pour l'alerter d'un niveau de température suspect dans son diagnostic.

🔺 **Quel niveau de protection IP est exigé concernant les poussières et les liquides ?**

Cet indice de protection IP caractérise le niveau d'étanchéité des produits après que ceux-ci aient subi des tests. Le premier chiffre de cet indice correspond au niveau de protection contre les corps solides et le second chiffre au niveau de protection contre les liquides.

Voici à titre d'illustration le tableau des indices de protection IP, il convient de s'y référer lors du choix d'une caméra thermique :

1 ^{er} chiffre IP	Protection contre les corps solides Description	2 ^{ème} chiffre IP	Protection contre les corps liquides Description
0	Aucune protection	0	Aucune protection
1	Protection contre les corps solides supérieurs à 50 mm (ex. : contact involontaire de la main)	1	Protection contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2	Protection contre les corps solides supérieurs à 12,5 mm (ex. : doigts)	2	Protection contre les chutes d'eau avec jusqu'à 15° de la verticale
3	Protection contre les corps solides supérieurs à 2,5 mm (ex. : outils, vis)	3	Protection contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale
4	Protection contre les corps solides supérieurs à 1 mm (ex. : tournevis, fils)	4	Protection contre les projections d'eau de toutes directions
5	Protection contre les dépôts de poussière	5	Protection contre les jets d'eau de toutes directions à la lance
6	Protection totale contre la pénétration de la poussière (étanchéité)	6	Protection contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer
		7	Protection contre les effets de l'immersion temporaire à faible profondeur
		8	Protection contre les effets de l'immersion prolongée dans des conditions spécifiées

D'une manière générale, l'indice de protection des caméras thermiques est **IP 67**.

Il est particulièrement élevé puisque ces appareils doivent faire face à des conditions difficiles. En effet lors des interventions, les caméras thermiques devront être capables de fonctionner dans des fumées chargées en particules et au contact de lances à incendie notamment. L'indice IP des thermomètres infrarouges est souvent inférieur à IP 67.

À titre d'exemple, voici pour certains indices de protection, les conditions d'essai subies par les appareils électroniques :

IP 64	Conditions d'essai : arrosage avec un tube oscillant ou une pomme d'arrosoir, pression de l'eau 1 bar, débit 10 l/min \pm 5 %, durée 5 minutes.
IP 65	Conditions d'essai : Jet d'eau de Ø 6,3, débit 12,5 l/min \pm 5 %, distance 3 m, durée 3 minutes.
IP 67	Conditions d'essai : Profondeur d'immersion 1 m d'eau, durée 30 minutes.
IP 68	Conditions d'essai : Profondeur d'immersion 5 m d'eau, durée = 1 mois.

L'ensemble des éléments assurant la résistance de la caméra représente souvent près de la moitié de son prix. Cela est particulièrement vrai, pour les caméras à destination des premiers intervenants (binôme d'attaque lors d'incendie, etc.).

Quel niveau de résistance mécanique est exigé ?

Les caméras thermiques comme les thermomètres infrarouges seront soumis à des contraintes d'emploi, notamment à des risques de chute. Il est ainsi préférable de faire le choix d'appareils robustes. C'est pourquoi, les caméras thermiques sont souvent soumises à un test de chute. Ce test est souvent le suivant : chute de 2 mètres sur une surface béton.

Hors intervention, ces appareils peuvent également subir des chocs, en particulier s'ils sont présents en permanence dans un engin de secours. Il faudra donc prévoir un système de rangement et de transport résistant aux chocs (rigide).

Quelles sont les conséquences possibles du produit sur la santé humaine (substance dangereuse...) ?

Les substances utilisées par les caméras thermiques (silicium amorphe, oxyde de vanadium, etc.) peuvent avoir des impacts sur la santé bien qu'ils soient faibles. Cependant si les appareils sont utilisés selon les règles de sécurité prescrites, il n'y a pas de danger particulier. Il en est de même pour certains produits présents dans les batteries. Il est impératif de lire et de comprendre toutes les instructions et avertissements contenus dans le manuel d'utilisation, avant de mettre en marche l'appareil pour la première fois. Il est fortement conseillé de ne pas « bricoler l'appareil » s'il ne fonctionne plus, mais bien de l'envoyer au fournisseur pour réparation.

C. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'UTILISATION

▲ Pour quels types de missions ces appareils sont-ils concernés ? Quelles sont leurs finalités d'achat ?

Les caméras thermiques, en fonction des modèles, sont plus ou moins bien adaptées à un type d'emploi opérationnel. Il convient ainsi d'adapter le choix de l'outil, en fonction des missions qui seront les siennes à l'avenir.

Il convient de définir ici les missions que devront remplir les caméras thermiques et les thermomètres infrarouges après acquisition. Celles-ci doivent être en adéquation avec le plan d'équipement du SDIS.

Rappel des utilisations possibles des caméras thermiques :

- Recherche de victimes en atmosphère enfumée, sombre (feux d'appartements, de parkings souterrains, d'usines, de forêts, etc.) ;
- Reconnaissance approfondie dans un environnement envahi par la fumée et très obscur, en offrant davantage de repères ;
- Recherche du foyer d'un incendie, d'un feu couvant ;
- Recherche rapide d'un itinéraire de repli, de secours ;
- Identification d'éléments dangereux lors d'incendies, comme des bouteilles de gaz, des réservoirs de carburant, etc. ;
- Localisation des points de ventilation ;
- Recherche de points chauds résiduels après l'extinction d'un incendie (feu de cheminée, etc.) et même en milieu forestier ;
- Recherche des origines d'un incendie, à la condition notamment que la caméra permette d'enregistrer des données numériques ;
- Évaluation du nombre de passagers d'un véhicule accidenté par visualisation des sièges chauffés par la ou (les) personne(s), sous réserve de l'utilisation de la caméra thermique dans un délai très court ;
- Recherche de victimes éjectées à la suite d'un accident de la circulation (en particulier la nuit ou lorsque les lieux sont difficiles d'accès, etc.) ;
- Localisation de victimes en sauvetage déblaiement, lorsqu'elles sont situées dans un local accessible par une petite ouverture ;
- Surveillance d'un circuit électrique en surchauffe, d'un silo, etc. ;
- Localisation d'une fuite d'eau, d'une tache d'hydrocarbure sur la chaussée suite à un accident (en particulier la nuit), etc. ;
- Identification d'un niveau de liquide dans une cuve (dépotage de wagons ou de citernes, transport de matière dangereuse, etc.) ;
- Délimitation d'une pollution non miscible à la surface de l'eau ;
- Aide aux formateurs à mieux visualiser et corriger les gestes des stagiaires, lors notamment des formations au port de l'appareil respiratoire isolant en milieu hostile, ou encore pour montrer l'efficacité des impulsions d'eau pour refroidir les couches de fumées ;

Concernant les thermomètres infrarouges, ils sont en mesure de remplir les missions suivantes :

- Surveillance de l'évolution de la température d'une surface chaude (points chauds résiduels après l'extinction d'un incendie en milieu urbain ou naturel, etc.) ;
- Précision des anomalies de température décelées par la caméra thermique ;
- Surveillance d'un circuit électrique en surchauffe, d'un silo, etc. ;
- Connaissance de la température d'une substance chimique ;
- ...

Quelle est la destination d'emploi de l'appareil ?

De par leur grande polyvalence opérationnelle, ces appareils peuvent être présents dans un grand nombre de véhicules de sapeurs-pompiers.

- Véhicules de lutte contre l'incendie : Fourgon Pompe Tonne (FPT), Camion Citerne feux de Forêts (CCF)...
- Véhicules de commandement : Véhicule Chef de Groupe (VL CdG)...
- Véhicules d'interventions diverses : Véhicule Tout Usage (VTU), Camions d'Interventions Diverses (CID)...
- Moyens aériens : Échelle Pivotante Automatique (EPA), Échelle Pivotante Semi Automatique (EPSA), Bras Élévateur Articulé (BEA)....
- Véhicule/Fourgon de Secours Routier (VSR/FSR)
- Véhicules d'intervention en tunnel : Camion équipé d'essieux « rail-route », Janus 4000...
- Équipes spécialisées : Cellule Mobile d'Interventions Chimiques (CMIC), Cellule Sauvetage Déblaiement, Cellule Dépollution, Groupe de Reconnaissance et d'Intervention en Milieu Périlleux...
- Hélicoptères, drones, avions...
- ...

Une caméra thermique doit être adaptée aux missions propres à chaque type de véhicules.

Il est à noter que les caméras utilisées dans les moyens aériens (EPA...) sont généralement des appareils fixes. Concernant les thermomètres infrarouges, on les trouve souvent dans les véhicules des CMIC.

Quels sont les utilisateurs de ces appareils ?

Il faut réfléchir sur le type d'intervenants susceptibles d'utiliser ces appareils : **primo-intervenants** (binôme d'attaque, équipier secours routier...) **ou pour expertise** (chef d'agrès, chef de groupe...). En fonction de cela, les choix vont différer, pour ce qui concerne notamment la facilité d'utilisation de l'outil.

Il convient de faire une différenciation importante en ce qui concerne le type d'utilisateur : les primo-intervenants que sont notamment les binômes d'un engin pompe ont besoin de ces outils pour rechercher des victimes, progresser en milieu difficile... Dans ce cas, les appareils ergonomiques, robustes et simples sont conseillés. Par contre, si l'appareil utilisé par un chef de groupe [...] est destiné à la recherche de points chauds, suite à un incendie, il convient d'opter pour des modèles qui offrent des mesures précises et où la résistance ou encore l'ergonomie ne sont pas recherchées dans un premier temps. On passe d'une utilisation en réaction immédiate où le temps est souvent compté à une utilisation « post-accidentelle ».

Lors du choix de l'appareil, il convient également de tenir compte du niveau de formations et du domaine de compétences du futur utilisateur : par exemple un chef d'agrès d'un engin pompe et un équipier de la CMIC n'ont pas besoin du même type de caméras, leurs missions étant très différentes.

Quel est le parc actuel d'appareils au sein du SDIS ? Quel(s) type(s) d'appareil(s) ?

Connaître le parc d'appareils (caméras thermiques et thermomètres infrarouges) au sein du SDIS est important. En effet, cela permet d'assurer une compatibilité entre les différentes générations d'appareils. Cette compatibilité permet également aux sapeurs-pompiers de ne pas découvrir de nouvelles techniques d'utilisation à chaque nouvelle acquisition. Il s'agit d'assurer une continuité de fonctionnement.

Il ne faut cependant pas oublier que des innovations apparaissent en permanence. Elles peuvent parfois renforcer la sécurité lors d'interventions.

Tous les centres de secours doivent-ils être équipés ? Existe-t-il des secteurs prioritaires pour leur implantation ?

Pour répondre à cette question, il convient de se référer aux objectifs de couverture opérationnelle définis par le SDACR. Il est ainsi mis en place un plan d'équipement départemental qui arrête l'armement et le renouvellement dans les centres de secours en fonction des risques courants et particuliers, de l'amortissement et de l'implantation de ces CIS. Un plan d'équipement est souvent adopté pour plusieurs années.

Il peut ressortir de ce SDACR, des secteurs prioritaires pour les acquisitions, c'est le cas notamment des secteurs à forte densité de population (habitations, IGH, ERP...), des parkings souterrains, des axes à très grande circulation, des industries à risque...

🔴 Dans quels environnements doivent pouvoir évoluer ces appareils ?

De par leur grande polyvalence, les caméras thermiques sont susceptibles d'évoluer dans de nombreux types d'environnement.

- Atmosphère enfumée ;
- Environnement à haute température ;
- Obscurité partielle ou totale ;
- Ambiance humide (sans être pluvieuse) ;
- Environnement avec produits chimiques, corrosifs (CMIC, etc.) ;
- Etc.

Il faut repérer dans quelles ambiances les appareils sont destinés à évoluer. À partir de ce constat, il faudra choisir des caméras adaptées aux conditions d'utilisation. Il est à noter que certaines caméras sont capables d'évoluer dans des situations les plus extrêmes, en ayant par exemple la capacité de flotter, en résistant à l'écrasement suite au passage d'un véhicule, etc.

🔴 Sur quels types de surfaces doivent pouvoir agir ces appareils ?

Avant d'utiliser pour la première fois ces appareils, il est impératif de connaître leurs limites : surfaces d'utilisation, etc.

Bien que l'ensemble des surfaces ne possèdent pas la même émissivité, les appareils sont souvent réglés sur 0,95 correspondant à celle de multiples matériaux. Pour les autres qui ont un degré d'émissivité différent, il convient de faire une utilisation prudente des appareils, ceux-ci risquant d'induire le sapeur-pompier en erreur, par la transmission de mesures erronées. L'émissivité est la grandeur permettant de connaître la part de flux réémise après absorption, c'est donc une mesure de la capacité d'un corps à absorber et à réémettre l'énergie rayonnée.

Il convient donc de connaître au préalable ces matériaux et l'ordre de grandeur de leur émissivité présenté dans le tableau suivant :

Corps	Degré d'émissivité	Corps	Degré d'émissivité	Corps	Degré d'émissivité
Alu oxydé	0.30	Saleté	0.94	Papier	0.95
Amiante	0.95	Nourriture surgelée	0.90	Plastique opaque	0.95
Asphalte	0.70	Nourriture chaude	0.93	Caoutchouc	0.95
Basalte	0.50	Verre (plaque)	0.85	Sable	0.90
Laiton oxydé	0.90	Glace	0.98	Peau	0.98
Brique	0.90	Fer oxydé	0.70	Neige	0.90
Carbone	0.85	Plomb	0.50	Acier Oxydé	0.80
Céramique	0.95	Calcaire	0.98	Textiles	0.94
Béton	0.95	Huile	0.94	Eau	0.93
Cuir	0.75 à 0.80	Terre	0.92 à 0.96	Mortier	0.89 à 0.91
Cuivre oxydé	0.90	Peinture	0.93	Bois naturel	0.94

La valeur de l'émissivité peut être réglée par l'appareil, toutefois cela n'est pas très pratique en conditions d'intervention et risque de perturber le sapeur-pompier en situation d'urgence.

Quelles peuvent être les restrictions d'emploi de l'appareil (température, humidité, luminosité, gaz...) ?

Afin de connaître les différentes restrictions d'emploi de l'appareil (caméra et thermomètre), il est impératif de consulter le manuel d'utilisation ainsi que les fiches techniques correspondantes. En effet, les différents appareils ne sont pas sensibles aux mêmes facteurs environnementaux.

Quelle gamme de température ambiante pour l'utilisation des appareils (température mini et maxi) ?

La gamme de température ambiante correspond aux températures de fonctionnement normal de l'appareil. Un non-respect de celles-ci est susceptible d'entraîner une surchauffe des circuits internes. Puis lorsque cela dure dans le temps, des dommages irréversibles pour l'appareil et des relevés erronés sont susceptibles de se produire, et de mettre par conséquent les sapeurs-pompiers en danger.

Il est à noter qu'une utilisation au-delà des températures extrêmes recommandées peut entraîner une invalidation de la garantie fabricant.

Il est important de préciser que les écrans des caméras thermiques destinés aux sapeurs-pompiers ne se colorisent pas par rapport à la température ambiante mais bien en fonction du niveau de température mesuré.

La température ambiante minimale pour l'utilisation de ces appareils doit également être prise en compte enfin d'éviter de possibles erreurs de mesure.

On doit aussi tenir compte de la température de stockage. En effet, une caméra qui reste dans un véhicule par grand froid peut présenter lors de son utilisation une diminution de sa qualité de restitution et une mauvaise image. Certains appareils peuvent être équipés d'une sonde de mesure de la température ambiante, cependant ces systèmes trouvent rapidement des limites.

Quelle est la durée de fonctionnement pour une température donnée ?

En fonction de la température ambiante, les caméras sont parfois conçues pour fonctionner pendant des durées données. Par exemple, il peut être recommandé pour certains de ces appareils un fonctionnement de 20 min à 90 °C, de 12 min à 150 °C ou encore de 5 min à 260 °C. Il est impératif de consulter la notice d'utilisation pour évaluer les données du constructeur à ce sujet.

Quel stockage est prévu ?

Le lieu de stockage de ces appareils est important à prendre en considération avant l'acte d'achat.

Le choix de ce lieu peut dépendre de plusieurs paramètres. Tout d'abord du nombre d'appareils présents au sein du centre de secours. Par exemple, s'il n'y en a qu'un seul, il peut se trouver dans les locaux de la caserne et être pris lors d'un départ en intervention, pour lequel il est susceptible d'être utile. Dans ce cas les caméras devront être polyvalentes pour répondre aux différentes interventions (incendie, interventions diverses, etc.). Pour les centres de secours dotés de plusieurs appareils, ils peuvent être disposés de manière permanente dans certains engins de secours.

Il convient également de prendre en compte l'ergonomie de la caméra et de ses options en fonction du lieu de stockage. Par exemple, ce n'est pas la même chose si la caméra est stockée dans les locaux de la caserne ou dans un véhicule d'intervention. Dans le premier cas, la place ne manque pas, il est ainsi possible de choisir une caméra thermique assez imposante, avec de multiples accessoires. Au contraire dans le deuxième cas, la place est souvent comptée, il faudra alors investir dans un chargeur de caméra universel pour véhicule et parfois même dans une trousse (ou valise) de caméra thermique pour véhicule particulièrement robuste.

Ces différentes recommandations sont également applicables pour le stockage des thermomètres infrarouges.

Concernant le stockage des appareils, certaines conditions doivent être respectées pour obtenir une durée de vie optimale de l'outil : température, humidité, etc.

Les SDIS peuvent-ils demander des échantillons d'appareils pour réaliser des essais et des tests comparatifs ? Si oui, quels types de tests ?

Conformément à l'article 49 du Code des Marchés Publics, des échantillons d'appareils avec leurs accessoires peuvent être demandés par le SDIS aux différents fournisseurs afin de pouvoir les tester en conditions d'intervention.

Ces échantillons pourront être remis en l'état aux soumissionnaires lors de la fin des tests.

Il est important de réaliser ces tests selon les conditions réelles d'intervention. En effet les appareils doivent être testés pour les applications qui seront les siennes à l'avenir. Il est à noter que l'étude de l'ergonomie est un paramètre essentiel dans le choix d'une caméra, tout comme les résistances (thermique, mécanique, étanchéité, etc.), les performances, etc.

Voici une **série non exhaustive de tests intéressants à mettre en œuvre**. Ils doivent permettre d'appréhender les capacités des appareils, ainsi que leurs différences respectives :

- Utiliser les caméras dans une maison avec feu réel (feu de palettes et/ou feu de paille). Cela permet :
 - D'appréhender les contrastes pour mieux se guider ;
 - De mettre en évidence le contraste et la définition, lors de la recherche de victimes près du feu ;
 - D'observer la colorisation de l'écran sur les zones chaudes et les dégradés de températures ;
 - D'observer le changement de mode de fonctionnement (haute/basse sensibilité) ;
 - D'observer la netteté et la saturation éventuelle (faire des mouvements de balayage) ;
 - D'évaluer l'importance du phénomène de requalification (gel de l'image) en passant d'une zone chaude à une zone moins chaude ;
 - D'appréhender la résistance à la chaleur et à l'eau ;
 - ...
- Utiliser les caméras en plein air :
 - Lisibilité de l'image ;
 - Précision des éléments.
- Évaluer le niveau de remplissage d'une cuve ou d'un bidon.
- ...

D. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ERGONOMIE ET À L'EMPLOI

1. CAPTEUR

Quelle doit être la résolution en pixels pour le capteur ?

Nombreux sont les niveaux de résolution des capteurs, le choix est par conséquent difficile. Il faut simplement retenir que plus la résolution est élevée, meilleure est la qualité d'image :

- Pour des utilisations en phase réflexe, il n'est pas nécessaire d'avoir une haute résolution,
- à contrario pour une utilisation en phase d'expertise, suite notamment à un incendie, une résolution plus élevée peut s'avérer utile.

Pour les caméras de sapeurs-pompiers, la résolution 160/120 pixels semble être un bon compromis pour réaliser de nombreux types de missions. C'est à la fois la plus abordable sans toutefois sacrifier le niveau des fonctionnalités.

On constate que la tendance actuelle va plutôt dans le sens du développement de caméras à basse résolution, l'ergonomie étant souvent privilégiée.

Couramment, on retrouve les résolutions suivantes : 120x120 ; 160x120 et 320x240.

● Quelle gamme spectrale est exigée (μm) ?

La gamme spectrale s'étendant d'environ 7 à 14 μm du spectre électromagnétique semble être la plus intéressante, au vu d'une utilisation par les sapeurs-pompiers.

● Quelle doit être la plage de température de surface mesurable (température mini et maxi) ?



La plage de température mesurable n'est pas à confondre avec la gamme de température ambiante qui mesure les températures pour lesquelles l'appareil peut fonctionner en toute sécurité dans son environnement.

Pour bien choisir la gamme de température de son appareil, il faut se demander quelle est la finalité de celui-ci (utilisation lors de l'attaque des feux, recherche de points chauds suite à un incendie, etc.). Le choix de cette gamme de température est très important afin de garantir la fiabilité de l'appareil et surtout la sécurité des sapeurs-pompiers.

La majorité des caméras thermiques et des thermomètres infrarouges présentent une plage de mesure qui s'échelonne de 0 °C à + 600 °C. Il n'est pas toujours nécessaire d'avoir une gamme de température extrêmement importante avec des températures dépassant par exemple le millier de degrés. À 600 °C, l'environnement est déjà à risque. Il faut donc réagir.

Les caméras sont souvent équipées d'un pointeur au niveau de l'écran. C'est en ce point, couvrant une surface de plus en plus grande lorsque la distance entre l'appareil et l'objet augmente, que l'outil mesure la température indiquée sur l'écran. Il s'agit de la température moyenne de la surface couverte par le pointeur.

● Quelle résolution thermique est souhaitable ?

Elle correspond à la précision de mesure de l'appareil. Cette résolution est souvent comprise entre 0,24 °C et 0,035 °C. Elle est différente lorsque l'on se trouve en mode haute sensibilité ou basse sensibilité.

Dans certains cas, lorsque l'on utilise par exemple la caméra en phase d'attaque, la résolution ne doit pas nécessairement être très précise, l'important étant souvent de voir la différence entre un foyer de plusieurs centaines de degrés et la température d'un corps humain.

Toutefois une résolution élevée (proche de 0,035 °C) pourra être pertinente dans des ambiances très homogènes en température, comme les parkings souterrains ou encore les tunnels. Elle permettra ainsi de voir des détails environnants et assurera une sécurité aux sapeurs-pompiers, en leur évitant de rater une marche par exemple.

▲ Quels sont les modes de sensibilité souhaités (haute, basse...) ? Le basculement d'un mode à un autre doit-il être automatique en fonction du niveau de température ?

De nombreuses caméras thermiques présentent plusieurs modes de sensibilité. C'est-à-dire que l'appareil est capable de proposer une image thermique optimisée pour une gamme de température étendue. Par exemple, si à 150 °C on est en mode haute sensibilité et que l'ensemble de la pièce est au-dessus de cette température, notre image va être saturée. On va alors pouvoir basculer dans le mode basse sensibilité, afin d'éviter cette saturation et percevoir correctement les contrastes. Le basculement d'un mode à l'autre se fait souvent de manière automatique, lors d'un certain pourcentage de saturation. Il permet ainsi d'avoir une qualité d'image optimale quelle que soit la température.

Ces différents modes de sensibilité sont très intéressants ; toutefois il faut les nuancer car ils sont susceptibles de complexifier l'utilisation de l'appareil est donc de perturber le sapeur-pompier lors d'intervention, puisqu'il doit faire beaucoup de choses dans un bref laps de temps.

▲ Quelle doit être la fréquence de rafraîchissement (cadence de prise de vue) ?

Plus cette fréquence sera élevée et plus l'image sera fluide lors du balayage. Il est toutefois important de noter qu'une fréquence de rafraîchissement minimale de 30 Hertz, c'est-à-dire une cadence de 30 images par seconde semble intéressante pour une utilisation par les sapeurs-pompiers. Il s'agit actuellement du niveau habituel de rafraîchissement des caméras.

2. LENTILLE

▲ Quelle distance de focalisation est souhaitée?

La distance de focalisation correspond à la plage de distance où l'image est correctement visible à travers la caméra. Elle s'étend souvent de 1m à l'infini.

▲ Quel est le champ de vision horizontal et vertical (°) voulu ?

L'angle de vision est un élément fondamental car il reflète les possibilités et les capacités de la caméra.

En ce qui concerne une utilisation pour les sapeurs-pompiers, un champ de vision (hors zoom) horizontal minimal de 45 à 50° semble intéressant. Il permet de voir l'ensemble d'une pièce tout en distinguant parfaitement les objets présents dans celle-ci. Le champ vertical est lui souvent compris entre 30 et 40°.

Une protection de la lentille est-elle exigée ?

Cette protection semble impérative, les appareils étant souvent soumis à des chocs et utilisés dans des conditions environnementales difficiles. Toutefois la pertinence de cette protection additionnelle est liée à la conception de la caméra. En effet de part leur forme, certains modèles assurent naturellement une protection de cette lentille.

3. ÉCRAN DE VISUALISATION

Quelle résolution de l'image est demandée ?

La résolution de l'image est importante. En effet, plus elle sera élevée et plus la définition de l'image sera meilleure. Elle doit être en adéquation avec les conditions d'intervention sans toutefois sélectionner impérativement une très haute résolution, cela risquant de ralentir la caméra.

Cette résolution de l'image ou de l'écran ne doit pas être confondue avec la résolution du capteur thermique.

Quelle taille de l'écran est demandée ?

La taille de l'écran doit être adaptée aux besoins de son utilisateur. Il convient donc de trouver un compromis pour le sapeur-pompier : cet écran doit lui permettre d'avoir une bonne vue de son environnement de travail, sans avoir un impact négatif sur l'ergonomie (augmentation du poids de l'appareil, etc.). Choisir un écran capable d'être vu par plusieurs utilisateurs (par exemple un binôme) en même temps semble intéressant. Il faut veiller à ce que l'écran ne déforme pas les proportions des objets visés.

Quelle facilité de lecture est exigée (taille des caractères, qualité des informations écrites...) ?

Les informations présentes au niveau de l'écran doivent être peu nombreuses et faciles à interpréter, afin d'éviter des erreurs d'interprétation et une saturation de l'écran.

Une bonne facilité de lecture est primordiale, elle doit être cohérente avec les conditions opérationnelles qui sont parfois difficiles : obscurité, fumées, présence de buée, fatigue, masque de l'ARI, etc. Voilà autant de facteurs susceptibles de réduire la qualité et le champ de vision du sapeur-pompier.

Toutefois si l'appareil intègre une lecture de la température, son affichage digital au niveau de l'écran semble tout à fait intéressant pour rendre son utilisation pratique.

▲ Quelles sont les informations devant impérativement apparaître sur l'écran ?

Certains modèles de caméras thermiques proposent un large choix d'informations pouvant figurer sur l'écran, par exemple : niveau de charge de la batterie, indicateur de fin d'autonomie, date, heure, etc. Cependant il faut rester vigilant sur le fait que la caméra doit être simple d'utilisation. Il convient donc de choisir des inscriptions utiles, sans superflu pour qu'elle reste un outil opérationnel en toutes circonstances.

▲ Quelle luminosité de l'écran est attendue lors des interventions (rétro éclairage) ?

Afin d'avoir une bonne visibilité, il semble qu'utiliser un écran avec un rétro éclairage par LED blanche est tout à fait approprié. Ce rétro éclairage doit permettre une lecture facile de l'écran dans l'obscurité, la fumée, sans toutefois éblouir l'utilisateur.

▲ L'écran doit-il être en noir et blanc ou utiliser une palette de couleurs ?

Le choix d'utiliser ou non de la couleur est fonction de l'utilisateur. S'il opte pour un écran avec de la couleur, il repérera rapidement les points chauds notamment, mais ces couleurs peuvent parfois être source d'erreur pour le sapeur-pompier qui risque de s'embrouiller lors d'une intervention. Pour la plupart des missions, le noir et le blanc semblent tout à fait suffisants. Il convient donc de choisir un mode d'affichage le mieux adapté aux interventions recensées.

Une couleur ne correspond pas forcément à une température donnée. Par exemple la couleur rouge ne correspond jamais à la même température, elle représente simplement les points les plus chauds dans le champ de vision de la caméra. Il est donc impératif de connaître la signification de chaque couleur avant la première utilisation de l'appareil.

▲ Comment éviter une saturation de l'image lors de certains relevés de mesures ?

Une image est saturée lorsqu'on n'est plus en mesure de distinguer les contrastes. Cela se produit quand on se trouve dans une atmosphère trop chaude où la température est supérieure en tout point, à la température limite de détection de la caméra. Pour éviter une telle saturation, il est intéressant d'utiliser un dispositif anti-saturation de l'image en ayant recours à plusieurs modes de sensibilité. Néanmoins, attention au risque de confusion pour le sapeur-pompier. La saturation peut également être évitée par le choix d'une plage de température dynamique adaptée aux conditions d'intervention de la caméra. Par exemple, un

capteur ayant une plage comprise entre -20 °C et 800 °C sera saturé s'il enregistre des températures au-delà de 800 °C ...

L'écran doit-il être doté d'une protection ?

Au même titre que pour la lentille, une protection de l'écran semble impérative, les appareils étant souvent soumis à des chocs et utilisés dans des conditions environnementales difficiles. Cette protection est parfois proposée à titre d'accessoire.

4. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

Quelle doit être l'autonomie (h) de la batterie lorsque la caméra thermique est en fonctionnement et sans accessoires ? Avec accessoires ?

L'autonomie doit être cohérente avec un emploi opérationnel. La durée d'une intervention n'étant pas connue, il serait judicieux d'avoir des batteries de rechange **chargées**, en permanence.

L'idéal est de posséder une batterie avec une longue autonomie sans que cela modifie l'ergonomie de l'appareil (augmentation du poids, etc.) ; le changement de batterie doit être le moins fréquent possible. Il est toutefois important de préciser que plus l'autonomie de la batterie est élevée et plus son temps de rechargement est élevé. Il est donc judicieux de faire le rapport entre autonomie et temps de charge, en tenant compte des missions opérationnelles de l'appareil.

Lors de l'achat de l'appareil, il est impératif, si des accessoires sont également prévus, qu'ils ne réduisent pas son autonomie. Certains accessoires, comme des enregistreurs de vidéos sont parfois dotés d'une alimentation électrique indépendante.

La présence d'indicateur de batterie, d'indicateur d'âge de la batterie, de LED de fin d'autonomie peuvent s'avérer utiles.

Il est à noter que certaines caméras sont dotées d'un mode de veille permettant d'économiser la batterie, une simple pression sur un bouton la réactive rapidement.

Quel temps de charge acceptable pour les batteries ?

Pour répondre au mieux à l'emploi opérationnel, le temps de charge doit être le plus court possible.

Doit-on prévoir des batteries de réserve ? Si oui, combien ?

Pour déterminer le nombre de batteries à acheter de manière raisonnable, il faut définir l'emploi futur de la caméra. Il paraît toutefois obligatoire de posséder au minimum, une **batterie de rechange**.

Quel doit être le temps de démarrage maximum de la caméra ?

Ce temps de démarrage maximum est important à prendre en compte, si les caméras sont affectées dans les véhicules de secours arrivant en premier sur les théâtres d'opération, elles doivent être rapidement opérationnelles. Ce temps de démarrage est très souvent voisin de 4 à 5 secondes ce qui permet d'être réactif. Lorsque l'urgence est dans la seconde, un mode veille est intéressant car il permet une mise en œuvre opérationnelle très rapide de la caméra. D'autres modèles privilégient un démarrage plus rapide, dans ce cas le mode veille n'est pas utile.

Il est fortement recommandé d'allumer la caméra avant d'arriver dans le périmètre d'intervention.

Quel type de source électrique pour la caméra thermique ?

Il est quasi-impératif de choisir une batterie rechargeable pour les caméras thermiques.

Les thermomètres infrarouges utilisent principalement des piles alcalines de 9V, des piles rechargeables peuvent aussi être utilisées.

Quelles batteries ou piles ?

Les batteries doivent être en capacité de supporter les mêmes températures maximales que la caméra et être changées facilement par l'opérateur. Il est fortement conseillé de remplacer les batteries hors zone d'intervention.

Il est à noter que les batteries lithium ne sont pas toujours très résistantes aux hautes températures. Elles doivent être bien protégées par la coque de la caméra.

Les batteries ou piles, au même titre que l'ensemble de la caméra doivent être les plus ergonomiques possibles, il est donc souhaitable d'en choisir des petites et légères sans que cela en diminue leurs performances. Le poids et le volume de ces batteries ou piles doivent être intégrés au poids et à l'encombrement de l'appareil dans sa globalité. Même si ce n'est pas toujours le cas, l'autonomie de la batterie est liée au poids/volume de celle-ci. Il faut donc trouver un compromis entre ergonomie et autonomie.

Quel type de chargeur est désiré ? Quel type de support ? Quelles caractéristiques du chargeur ?

Pour une utilisation optimale de l'appareil, il convient de prévoir un chargeur universel pour véhicule qui peut également être le support permanent de la caméra. Un rechargement sur secteur doit être possible. Enfin, il est parfois possible de recharger les batteries grâce à un chargeur branché à l'allume cigarette d'un véhicule.

Certains chargeurs permettent la charge simultanée de la caméra et d'une batterie de rechange.

Si l'on opte pour un chargeur véhicule, il est intéressant de choisir un système qui intègre le transformateur au chargeur afin de gagner de la place et de ne pas surcharger et fragiliser les prises.

Quelle tension d'entrée pour le chargeur est exigée ?

La tension du chargeur doit tenir compte de la source de chargement. En ce qui concerne les batteries des caméras thermiques, il est préférable de choisir de les recharger sur le secteur, il faut donc une tension de 230 Volts.

Quel doit être le nombre de cycles de recharge des batteries (durée de vie totale des batteries) ?

Le nombre de cycles indique combien de fois une batterie peut être rechargée, il est souvent proche de 500. Il permet de connaître au fil du temps et des utilisations, à quelle période une batterie devra être changée définitivement et ainsi anticiper de possibles indisponibilités. Pour se rapprocher du nombre de cycles préalablement indiqué pour la batterie, il est impératif de respecter les bonnes pratiques relatives au rechargement (respect des temps de charge, etc.).

5. AUTRES

Existe-t-il un encombrement maximal pour l'appareil et ses accessoires (batterie, chargeur...) ?

Pour un sapeur-pompier, la meilleure ergonomie possible de l'appareil doit être recherchée tout en garantissant un bon niveau de performance.

On recherchera une caméra facilement utilisable dans toutes les circonstances d'intervention. Cependant, il est important d'avoir à l'esprit que l'appareil le plus petit n'est pas forcément le plus ergonomique. Par exemple une caméra de petite dimension peut être relativement lourde. Il est également important de prendre en compte le futur lieu de stockage de la caméra avant de choisir les dimensions maximales, la place étant comptée dans certains véhicules !

Quelle doit être la masse maximale de la caméra avec batterie et sans accessoires ? Avec accessoires ?

La caméra thermique comme le thermomètre infrarouge sont des appareils portatifs, ils doivent avoir une masse assez faible pour pouvoir travailler aisément dans des milieux hostiles, parfois longtemps et tout cela avec des gants. Le poids constitue ainsi un élément certain.

Actuellement la masse d'une caméra thermique avec sa batterie se situe dans la fourchette suivante : 650g à 2.2kg. Cependant elle peut être plus importante s'il s'avère nécessaire d'y rajouter des accessoires, par exemple une poignée. C'est donc bien le niveau d'équipement de l'appareil avec accessoires qu'il est intéressant de prendre en compte.

Concernant le thermomètre infrarouge, une masse raisonnable et adaptée aux missions des sapeurs-pompiers est comprise entre 150g et 250g (avec pile(s)). Cette masse peut augmenter si on ajoute une housse de protection.

Quelle facilité d'emploi est exigée (nombre, taille, forme, couleur des boutons...)?

Les caméras thermiques, comme les thermomètres infrarouges sont des outils de « terrain », ils doivent ainsi pouvoir être utilisés aisément sur intervention, avec les contraintes que cela entraîne. C'est ainsi que ces outils doivent pouvoir être manipulés avec l'ensemble de la tenue d'intervention, une vision diminuée (port de l'ARI...) et une lance à incendie.

C'est lors d'une phase de test en amont de l'achat des appareils que le futur utilisateur jugera l'ergonomie globale.

Un nombre de boutons restreint sur la caméra semble intéressant afin de rendre l'appareil simple d'utilisation et peu fragile ; certains modèles en utilisant qu'un. Ils seront d'autant plus pratiques que leur taille sera importante. Il est conseillé de choisir des appareils équipés de boutons de couleurs vives.

Quel système de maintien de la caméra est voulu ?

Ce système doit être le plus ergonomique possible. La liberté de mouvement ne doit pas être restreinte par l'appareil, il ne doit pas entraver l'action du sapeur-pompier.

Une utilisation de la caméra avec une seule main semble la plus adaptée aux sapeurs-pompiers (tenue, équilibre, accès aux boutons). On peut retrouver un système de poignée (démontable/amovible/poignée à plusieurs positions), de courroies latérales, de bandoulières, de mousquetons, etc. Pouvoir accrocher la caméra à son ceinturon, à son dossard d'ARI ou autour de son cou semblent être de bonnes solutions.

Un système de maintien ergonomique permet de transmettre très facilement l'appareil entre différents sapeurs-pompiers lors d'intervention.

🔴 **Quel niveau de robustesse peut-on demander à la caméra ? Quelles caractéristiques souhaitées pour les matériaux, joints et courroies ? Une protection de l'objectif est-elle demandée ?**

Une caméra à destination des sapeurs-pompiers doit être la plus robuste possible. Sa coque, comme ses systèmes de maintien, ses accessoires doivent être capables de résister aux chocs, à des hautes températures, à la fumée, aux projections d'eau ou encore à des produits chimiques. La caméra ne doit en aucun cas être susceptible de propager la flamme. Demander des tests selon la NFPA 1801 peut être une garantie.

🔴 **Quel système de transport et de rangement est exigé pour ces appareils ?**

Ce système doit permettre le transport et le rangement des appareils ainsi que de leurs batteries et accessoires. Il doit être le plus pratique possible. On retrouve notamment des valises de transport résistantes aux chocs et étanches.

On peut recommander un respect de 10 G pour le système de fixation dans le véhicule.

E. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA GESTION DES DONNÉES

🔴 **La possibilité de raccordement de l'appareil avec un ordinateur est-elle exigée ? Par l'intermédiaire de quel(s) élément(s) ?**

Cette possibilité peut selon les cas, présenter un intérêt ou non pour les sapeurs-pompiers. L'intérêt peut se présenter si la caméra est utilisée dans le cadre d'une formation afin de montrer aux stagiaires comment l'utiliser en intervention et quelles sont les consignes de sécurité à respecter. En phase d'expertise, suite notamment à un incendie, ce raccordement permet d'avoir un suivi des données et de favoriser le retour d'expérience (RETEX) par une analyse post-intervention. Il permet également la transmission de données numériques effectuées lors d'une intervention.

Le fait de pouvoir raccorder l'appareil à un ordinateur permet son identification, sa personnalisation et le suivi de son historique.

🔴 **L'appareil doit-il posséder son propre logiciel ?**

Si un raccordement de l'appareil avec un ordinateur est exigé, il est impératif que l'appareil possède son propre logiciel. Il permettra en plus du traitement de données numériques, de régler les paramètres techniques de la caméra. Il est souhaitable d'opter pour un logiciel simple d'utilisation.

On peut retrouver dans celui-ci, les fiches techniques de l'appareil, la liste des accessoires disponibles ou encore le manuel d'utilisation.

Certaines sociétés optent pour un périphérique utilisable avec tous les ordinateurs (un logiciel propriétaire n'étant pas nécessaire), en utilisant par exemple un câble USB.

🔴 Qui peut avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil ? Pour y faire quoi ?

Généralement, au vu de ses compétences, un utilisateur lambda ne doit pas avoir accès au logiciel de gestion de l'appareil, l'accès doit y être réglementé.

Un agent de maintenance du SDIS peut lui, renseigner les opérations de maintenance réalisées, l'entretien ou encore le remettre à jour. Chaque modification apportée au logiciel et ayant un impact sur la caméra doit être notifiée à l'ensemble de ces utilisateurs.

🔴 Quelle évolutivité de l'appareil est exigée (mise à jour du logiciel, ajout de fonctions et/ou d'accessoires, etc.) ?

Ces appareils ayant une durée de vie particulièrement longue, une mise à jour du logiciel peut être possible. Cette opération sera faite par le fabricant.

🔴 La caméra devra-t-elle pouvoir prendre, enregistrer et stocker des données numériques ?

La quasi-totalité des caméras proposent à titre accessoire, ou inclus directement, la possibilité de prendre des données numériques. Cependant le choix de retenir ou non cette fonction dépend du futur emploi de l'appareil. Par exemple si l'appareil est destiné à l'attaque rapide d'un incendie, il ne semble pas nécessaire de la retenir, la simplicité et la rapidité étant les maîtres mots sur ce type d'opérations. À contrario, des données numériques peuvent être intéressantes, lorsque les caméras sont destinées à des sessions de formation, lorsque notamment les stagiaires travaillent dans un caisson à feu. Elles sont également utiles en phase post-accident et permettent d'enrichir les RETEX. Elles peuvent également permettre d'apporter des preuves en cas de poursuites judiciaires.

🔴 L'appareil doit-il présenter une mémoire interne ?

Si l'on souhaite enregistrer des données numériques, il est préférable qu'elle possède une mémoire interne afin de les consulter rapidement et de faire un point de la situation.

🔴 Quelle doit être la capacité de cette mémoire ?

Au vu de la diversité des modèles de caméras proposés sur le marché, la capacité de cette mémoire varie énormément. Il est judicieux de tenir compte de l'emploi futur de l'appareil.

🔺 Quel type de sortie vidéo est demandé ?

Parmi les différents types de sortie vidéo, on retrouve en particulier PAL, une norme européenne et NTSC, une norme américaine.

🔺 Est-il intéressant d'utiliser un système de transmission de données numériques à distance par onde hertzienne avec récepteur ?

L'utilisation d'un tel système peut s'avérer intéressante dans certains cas. Un équipier d'une CMIC avec un scaphandre se faisant guider à distance dans les gestes à effectuer (fermeture d'une vanne, etc.) peut tout à fait utiliser ce type de système de transmission.

Concernant les interventions courantes des sapeurs-pompier, ce système peut s'avérer non satisfaisant. En effet à ce jour, il en ressort que la transmission de données numériques ne s'effectue pas toujours correctement lorsqu'on évolue dans certains types d'infrastructures.

Ce système présente également un surcoût non négligeable.

F. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE AUX ACCESSOIRES

🔺 Quels accessoires doivent être fournis dans l'offre de base ?

Il convient de choisir des accessoires vraiment utiles lors des utilisations et de ne pas opter pour des « gadgets » superflus qui risquent de compliquer l'utilisation de l'appareil.

Le choix des options n'est pas une étape facile, celles-ci étant très nombreuses.

S'agissant du zoom par exemple, celui-ci peut être très pratique dans certaines circonstances. Cependant, il est susceptible de conduire à une erreur de jugement en milieu hostile où la manipulation de celui-ci est délicate (les zooms des caméras sont numériques, car le zoom optique est incompatible avec la technologie de ces appareils, le zoom numérique grossit simplement l'image au détriment de sa qualité).

🔺 Une liste des accessoires peut-elle être demandée ?

Lors de la procédure d'achat, il est possible de demander la liste des accessoires afin d'estimer les capacités de l'appareil à remplir les missions qui seront les siennes.

🔺 Quels autres accessoires semblent utiles pour rendre l'appareil plus ergonomique et facile d'utilisation ?

Il convient de faire attention à certains accessoires susceptibles d'entraîner des erreurs d'appréciation. Exemple : un capteur de température ambiante a souvent plusieurs secondes de réactivité. Il n'indique donc pas toujours la valeur correcte de température à un instant

donné, et peut conduire les sapeurs-pompiers à évoluer dans un environnement différent de celui analysé, ce qui peut les mettre en danger.

Voici à titre d'exemple, une liste non exhaustive d'accessoires pour les caméras thermiques. Ils sont classés par grandes fonctions :

- Système de maintien : courroies latérales, poignée démontable, sangle de sécurité antichute, longe rétractable, mousqueton avec cordon, etc.
- Système de transport : trousse, sacoche, mallette, etc.
- Alimentation électrique : chargeur universel pour véhicule, chargeur allume cigare, batteries rechargeables, piles rechargeables, etc.
- Gestion des données : enregistrement et transmission de données numériques, câble USB pour liaison avec un ordinateur, CD avec le logiciel d'utilisation et les fiches techniques, etc.
- Indicateurs à l'écran : écran d'accueil personnalisable, affichage de l'heure, de la date, de la température ambiante, etc.
- Autres : zoom, écran d'accueil personnalisable, étiquettes réfléchissantes, alarmes de dépassement d'une température programmée, pare-soleil de caméra, pointeur laser intégré, lampe de poche, etc.

À quels critères de résistance doivent répondre les accessoires utiles au transport du matériel ?

Les accessoires utiles au transport du matériel doit avoir des critères de résistance similaires à l'appareil lui-même (test à la chute...).

Quel système de rangement de la caméra/du thermomètre et de leurs accessoires est demandé ?

Il est judicieux d'opter pour un système de rangement solide et pratique.

Parmi les principaux systèmes de rangement de ces appareils, on retrouve : les mallettes, les trousse, les sacs ou encore les chargeurs pour véhicule qui peuvent également faire office de support permanent.

G. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ENTRETIEN, LA MAINTENANCE ET LE RENOUELEMENT

Quelles sont les procédures de maintenance, de suivi et de traçabilité des appareils exigibles ?

Ces procédures doivent être précisées dans l'article du CCTP concernant les garanties techniques. Il s'agit avec celles-ci d'éviter que des appareils tombent en panne grâce à des actions d'anticipation.

🔴 **Quelle solution adoptée en cas de panne ou de maintenance préventive ?**

Il est intéressant de se demander dans le cas présent, s'il est préférable de disposer d'un prêt d'un appareil en cas de panne ou de maintenance préventive, ou de s'équiper d'appareils de réserve.

Posséder de manière permanente des caméras ou des thermomètres de réserve permet de garantir une couverture opérationnelle 24h/24h, bien que cela présente un surcoût. L'inconvénient est qu'il est indispensable d'entretenir ces appareils de réserve (chargement régulier des batteries, etc.). La deuxième possibilité est d'opter pour des appareils dont les clauses permettent un prêt rapide en cas de panne.

🔴 **Quelle durée moyenne de réparation exigée ?**

Cette durée dépend de plusieurs éléments : distance avec le lieu de réparation, type et ampleur de la réparation à effectuer, etc.

Cependant, il faudra toujours chercher la durée de réparation la plus courte possible, sans que cela en affecte son efficacité.

Le choix d'un service après-vente compétent et réactif joue un rôle primordial dans la diminution de cette durée d'immobilisation.

🔴 **Quelles opérations d'entretien, de maintenance et de réparation peuvent être effectuées par les sapeurs-pompiers et leurs agents de maintenance ?**

Concernant l'entretien, il est recommandé que les sapeurs-pompiers nettoient l'appareil après chaque utilisation et avant de le ranger. Pour cela, il est conseillé d'utiliser un chiffon imbibé d'eau chaude savonneuse. En aucun cas, il ne faudra avoir recours à un quelconque solvant ; en cas de doute, demander conseil au fournisseur.

D'une manière générale, les seules maintenances en interne concernant ces appareils sont le changement de batteries ou d'accessoires (poignée cassée, etc.) et le changement de lentille. Il est fortement recommandé de mettre l'appareil sous tension au moins une fois par mois s'il n'est pas utilisé régulièrement, afin de s'assurer qu'il fonctionne correctement. S'il est présent dans un véhicule d'intervention, il doit être contrôlé lors des vérifications quotidiennes ou hebdomadaires.

Pour toutes autres opérations, il faut renvoyer les appareils aux fournisseurs. Toute tentative de réparation par du personnel non autorisé risque d'entraîner de graves dommages et une invalidation de la garantie.

▲ Quels sont les matériels nécessaires aux sapeurs-pompiers pour effectuer les opérations d'entretien, de maintenance et de réparation ?

Ces opérations étant très restreintes pour les sapeurs-pompiers et notamment leurs agents de maintenance, il n'y a pas besoin de matériels spécifiques, mise à part un chiffon et du savon. La technologie de ces appareils est particulièrement pointue. Ce qui nécessite de grandes connaissances techniques différentes de celles du sapeur-pompier ou des agents de maintenance du SDIS.

▲ Quel délai de livraison acceptable pour les appareils et leurs accessoires ?

Ce délai doit être fonction des capacités du constructeur. Il doit également tenir compte du lieu de fabrication, du lieu d'assemblage et du nombre d'accessoires demandés.

▲ Quelle qualité et réactivité du service après-vente du fabricant sont désirées ?

Lors de l'achat d'un appareil, il est important de choisir un service après-vente (SAV) de qualité. Dans les services assurés par le SAV, on peut retrouver le service de livraison, d'installation, de réparation/dépannage, etc.

Par le caractère opérationnel de ces appareils, le service se doit d'être réactif, efficace et disponible. Il est important de préciser avec lui, les délais habituels de fourniture des différentes pièces, s'il est en capacité de mettre en prêt un matériel équivalent rapidement, etc. Il peut également indiquer l'adresse du ou des ateliers susceptibles d'assurer la maintenance et les entretiens permettant de garantir la longévité des produits (pendant et hors période de garantie). Il précisera le ou les coûts ainsi que le temps d'immobilisation de l'article à réception de celui-ci. Ce SAV peut être assuré par le fabricant ou le distributeur.

▲ Quelle est la durée de garantie attendue ? Une extension de garantie est-elle demandée ?

Il faut s'intéresser à la durée de garantie du capteur qui est la pièce maîtresse de l'appareil. Afin que cette garantie soit applicable, l'appareil doit être utilisé et entretenu dans le strict respect des instructions et/ou recommandations du manuel d'utilisation.

Souvent la garantie des caméras est de 2 ans, bien qu'une extension puisse parfois être demandée.

Les batteries, chargeurs et les accessoires peuvent présenter une durée de garantie différente.

🔺 Quelles sont les garanties du fournisseur ?

Elles peuvent porter sur les pièces, la main d'œuvre, les déplacements mais aussi les retours en usine, etc. Le choix de bonnes garanties est gage de durabilité et de gestion optimale des coûts.

🔺 À quelle périodicité est-il nécessaire de renouveler les caméras et les thermomètres ? Quel doit être le délai de ce renouvellement ? Quels sont les secteurs prioritaires ?

Les réponses à ces questions se trouvent dans le SDACR et le plan d'équipement départemental qui en découle. Les objectifs sont différents selon les SDIS, en fonction des politiques d'acquisition et d'équipement choisies. Ils dépendent aussi des fréquences et des conditions d'utilisation de ces matériels.

Il faut également prendre en compte la durée de vie prévisible de l'appareil, en s'appuyant notamment sur sa durée de garantie, qui doit être inférieure à la durée d'amortissement.

H. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ASPECT DOCUMENTAIRE

🔺 Quelle notice d'utilisation attendue ?

La notice d'utilisation doit être simple, utiliser des illustrations et faire un rappel des consignes de sécurité. Il est impératif que celle-ci soit écrite en français. Elle doit être systématiquement jointe lors de l'achat d'un appareil.

Le constructeur ou le fournisseur doit être en mesure de l'expliquer et de préciser certains points aux acheteurs.

🔺 Quels documents doit-on exiger des fournisseurs ?

Le pouvoir adjudicateur doit exiger de ces fournisseurs dans le cahier des charges, les documents suivants : manuel d'utilisation (mode d'emploi), guide de maintenance (s'il n'est pas inclus dans le manuel précédent), certificat de conformité CE, certificat de garantie...

🔺 Quels documents peut-on demander aux fournisseurs ?

Le pouvoir adjudicateur peut parfois demander aux fournisseurs les documents qui comprennent les éléments suivants : indice de protection IP, niveau de résistance mécanique, résistance à la flamme... La valorisation technique des appareils est un élément important à prendre en compte.

I. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À LA FORMATION

▲ Une information des sapeurs-pompiers par l'industriel à l'utilisation et à l'entretien des appareils est-elle demandée ?

Lors de la rédaction du CCTP, il peut être demandé que l'industriel informe les sapeurs-pompiers à l'utilisation et à un entretien minimum.

En effet le fournisseur est celui qui connaît le mieux le fonctionnement de son appareil. Il est donc le plus compétent pour informer les futurs utilisateurs au sujet de la caméra thermique et du thermomètre infrarouge.

▲ Quelle formation est exigée (programme, durée, public visé, nombre de participants à chaque session, nombre de séances...) ?

Il est indispensable que les futurs utilisateurs de caméras thermiques et de thermomètre infrarouges aient suivi au préalable une formation sur leur utilisation et leurs fonctionnalités.

Il est important de préciser que la formation à l'utilisation en opération relève du SDIS ou de sociétés se revendiquant comme compétentes, en effet les constructeurs ne sont en aucun cas titulaires de compétences opérationnelles et de compétences pour l'interprétation d'imagerie thermique.

Le contenu de la formation, le nombre de stagiaires et de séances doivent être choisis lors d'un dialogue interne au SDIS ou avec des sociétés compétentes en la matière. Dans certains cas ce sont ces sociétés qui préciseront l'ensemble des modalités de la formation. Il apparaît toutefois indispensable d'intégrer un volet théorique puis une application pratique de ces appareils.

Le public visé par ces formations est préférentiellement celui des utilisateurs pompiers et des personnels chargés de la gestion de ces appareils en interne (agents de maintenance du SDIS).

▲ Quels matériels doivent être fournis par le fabricant aux sapeurs-pompiers afin de former ces différents agents ?

Le fabricant peut fournir aux sapeurs-pompiers des appareils pour la formation qu'ils reprendront ou non en fin de session. Il peut également être précisé que le fabricant fournisse tout document (mode d'emploi, CD, DVD, documents power-point, etc.) permettant au groupement formation du SDIS, d'assurer la formation de l'ensemble de son personnel.

🔴 Exige-t-on la délivrance d'une attestation d'aptitude aux participants en fin de formation ?

La délivrance d'une telle attestation en fin de formation peut permettre d'avoir un meilleur suivi du personnel formé et être une preuve en cas de poursuites judiciaires. Elle est à établir par l'entité formatrice.

J. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE AUX COÛTS

🔴 Quel est le coût global de possession de l'appareil ?

La prise en compte du coût global de possession est très intéressante. Cette notion permet d'intégrer la totalité des coûts consécutifs d'un système sur l'ensemble de sa durée de vie. L'objectif principal est de s'affranchir du seul critère « prix d'achat », en partant du principe vérifié, que l'achat le moins cher n'est pas forcément le plus économiquement viable.

Voici une liste des principales composantes du coût global de possession d'une caméra thermique : coût d'acquisition, coût des accessoires, coût des formations, coût d'utilisation, coût d'entretien, de maintenance, de réparation, coût de stockage, coût de fin de vie, etc.

Pour de plus amples informations, consulter le guide de la DGSCGC relatif à la prise en compte du coût global de possession dans les marchés publics.

🔴 Quel est le coût d'acquisition d'une caméra thermique ? D'un thermomètre infrarouge ?

Lors de l'achat de ces outils, le prix ne doit pas être l'unique critère de choix. Par exemple dans ces critères on peut trouver : la prise en compte de la valeur technique de l'outil, de la qualité/ergonomie/performance, du délai de livraison, de la garantie, de la fiabilité, du niveau de sécurité, de la qualité du service après-vente, etc.

🔴 Quel est le coût prévisible de remplacement d'une batterie ?

Le coût des batteries est à privilégier lors de l'acquisition d'un appareil. En effet lors de l'utilisation de la caméra thermique, un des postes de coût les plus importants est le remplacement des batteries.

🔴 Quelle est la durée d'amortissement, prescrite ou conseillée ?

Cette durée est à déterminer avec le constructeur/distributeur de l'appareil. Celle-ci dépend de l'appareil choisi, de ses accessoires et du niveau de qualité du service après-vente.

🔺 **Quel est le coût de renouvellement des appareils ?**

Dépend des objectifs du plan d'équipement départemental.

🔺 **Quel est le coût des accessoires ?**

Pour réduire au maximum ce poste de dépenses, il est recommandé d'opter pour des accessoires vraiment utiles à l'utilisation. Ces coûts doivent être pris en compte dès l'achat du matériel.

🔺 **Quel est le coût des principales pièces détachées ?**

Voir avec le fabricant. Il est conseillé de bien s'intéresser au prix du capteur, qui est la pièce maîtresse de la caméra thermique.

🔺 **Quel est le coût d'usage annuel prévisible ?**

Coût annuel = ensemble des coûts de l'appareil sur sa durée de vie / durée d'amortissement prévue en années.

🔺 **Quel est le coût d'usage prévisible sur 10 ans ?**

Le coût d'usage sur 10 ans doit reprendre le coût global annuel en y intégrant les évolutions de l'amortissement sur chaque année.

🔺 **Quel est le coût d'entretien du matériel ?**

Dépend de l'activité opérationnelle du matériel et de son niveau de qualité. Il est intéressant de l'estimer avant l'achat de l'appareil.

🔺 **Quel est le coût de formation désiré ?**

Voir avec les sociétés compétentes en matière de formation.

K. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À L'ENVIRONNEMENT

🔺 **Quelle est la politique de l'entreprise en matière de réduction de l'impact du produit sur l'environnement ?**

Il est recommandé de procéder avant l'achat à une analyse du cycle de vie du produit.

Il convient de demander au constructeur s'il met en place des actions pour réduire les impacts du produit sur l'environnement.

▲ Quelle est la politique de l'entreprise quant à la gestion des appareils en fin de vie ?

Avant l'acte d'achat, il faut se poser la question du devenir de l'appareil en fin de vie. Il est ainsi recommandé de demander au constructeur ou au distributeur de reprendre l'appareil ainsi que ces piles et/ou accumulateurs, afin de les valoriser, en les recyclant notamment.

▲ Quelles sont les actions mises en œuvre concernant le recyclage des appareils et de leurs piles et accumulateurs ?

En sa qualité de consommateur final, le SDIS est tenu par la loi de ramener les piles ou batteries usagées, en les retournant notamment aux fabricants. Il est interdit de les jeter dans les ordures ménagères.

L. DÉFINITION DU BESOIN LIÉE À UN ACHAT SOCIALEMENT RESPONSABLE

▲ L'appareil est-il construit en France ?

Actuellement aucune caméra thermique utilisée par les sapeurs-pompiers n'est équipée d'un capteur (pièce maîtresse de l'appareil) fabriqué en France. Toutefois la fabrication de certains autres composants peut avoir lieu en France.

▲ L'appareil est-il assemblé en France ?

Il s'agit de se demander si le fabricant a eu recours à de la main d'œuvre française concernant l'assemblage des caméras thermiques et des thermomètres infrarouges.

La circulaire du Premier ministre du 3 décembre 2008 sur l'État exemplaire prévoit explicitement que « les achats publics socialement responsables doivent représenter au minimum 10% des achats courants de l'État et de ses établissements publics d'ici 2012 dans les secteurs comportant au moins 50% de main d'œuvre ».

▲ Si l'appareil est importé, l'entreprise s'est-elle engagée ou bénéficie-t-elle d'une charte sociale (pas d'exploitation des enfants, etc.) ?

Le titulaire du marché est soumis aux obligations résultant des lois et règlements à la protection de la main d'œuvre et aux conditions de travail ainsi que des traités ou accords intermédiaires, notamment pour les travailleurs étrangers et les travailleurs d'aptitudes physiques restreintes. Le titulaire est également tenu de vérifier que la fabrication des produits

achetés n'ait pas requis l'emploi d'une main d'œuvre infantile dans des conditions contraires aux conventions internationalement reconnues.

L'article 5 du code des marchés publics impose aux acheteurs publics de tenir compte de préoccupations de développement durable, en y intégrant notamment des exigences sociales.

L'article 14 de ce même code permet au pouvoir adjudicateur de lui faire effectuer une prestation en y intégrant des heures de travail d'insertion ou toute autre considération sociale.

Quel est le retour financier et économique de l'achat pour la collectivité ?

Ces appareils permettent un retour financier et économique tout à fait intéressant pour la collectivité.

Ce retour sur investissement s'effectue à plusieurs niveaux :

- Gain de temps lors des opérations d'extinction et de recherche de victimes (réduction des durées d'intervention) ;
- Plus grande disponibilité des personnels et de leur matériel ;
- Optimisation des moyens engagés sur intervention ;
- Minimisation des dégâts matériels causés par l'extinction ;
- Pas de gaspillage d'eau et de mousse : l'économie de l'eau étant une priorité pour les maires des communes de France ;
- Plus de destructions de structures suspectes réalisées par prudence en l'absence de tels appareils ;
- Diminution des risques de reprise de feu ;
- Économie de « vies humaines » : particuliers et sapeurs-pompiers.

L'ensemble des avantages de l'utilisation de ces appareils permettent aux collectivités de réaliser des économies, dont les premiers bénéficiaires sont les citoyens.

À l'avenir, les compagnies d'assurance pourraient même prendre en charge les coûts d'investissement de tels appareils pour les sapeurs-pompiers, comme cela se fait dans certains pays, au vu des économies réalisées. En France, certaines entreprises commencent à financer partiellement ou totalement les caméras des centres de secours susceptibles d'intervenir sur leurs installations.

IV. EXEMPLE D'ANALYSE DU BESOIN

La définition d'un besoin particulier doit passer par une analyse fonctionnelle. Celle-ci s'avère indispensable pour la mise en place d'un cahier des charges complet permettant la rédaction d'un CCTP précis et rigoureux.

L'ensemble de cette partie a pour but de détailler les différentes étapes d'une analyse fonctionnelle appliquée au besoin en caméras thermiques pour les sapeurs-pompiers de France.

Note : dans cette partie, nous traitons uniquement des caméras thermiques, le besoin en thermomètre infrarouge n'étant pas étudié.

A. LE CONTEXTE

Les sapeurs-pompiers sont présents dans de nombreux domaines opérationnels, leurs interventions étant très diversifiées. Ils se doivent donc d'avoir un large panel de compétences. À ce titre, **les caméras thermiques peuvent être très utiles, dans un bon nombre de situations rencontrées par les soldats du feu.**

La lutte contre les incendies :

- Localisation de victimes ;
- Recherche du foyer d'incendie ou d'un feu couvant ;
- Facilitation des déplacements en ambiance enfumée, obscure, etc. ;
- Identification d'éléments dangereux (bouteilles de gaz, etc.) ;
- Localisation des points de ventilation ;
- Identification de points chauds résiduels ;
- Surveillance d'un circuit électrique en surchauffe, d'un silo ;
- Recherche des origines d'incendie.

Le secours à personnes :

- Recherche de personnes.

Les accidents de la circulation :

- Évaluation du nombre de passagers d'un véhicule accidenté ;
- Recherche de victimes éjectées.

Les opérations diverses :

- Localisation d'une fuite d'eau ;
- Localisation d'une fuite d'hydrocarbure sur la chaussée.

Les interventions spécialisées :

- Localisation de victimes en sauvetage déblaiement ;

- Identification du niveau de liquide dans une cuve ;
- Recherche et délimitation d'une pollution non miscible à la surface de l'eau.

▲ **Les actions de formations :**

- Aide aux formateurs.

▲ **La sécurité des intervenants :**

- Visualisation rapide d'un itinéraire de repli, de secours.

B. L'INTÉRÊT DE L'UTILISATION

Les caméras thermiques permettent de repousser les limites d'intervention des sapeurs-pompiers, là où les sens et les EPI ont atteints leurs propres limites. Elles assurent en parallèle, une sécurité aux sauveteurs. **Ces appareils associent ainsi rapidité, efficacité et sécurité d'utilisation.**

INCENDIES

Lors des incendies, les conditions d'intervention pour les sapeurs-pompiers peuvent parfois être difficiles : fumées, obscurité, présence d'objets dangereux... Les caméras trouvent ainsi toute leur utilité dans ce type d'interventions car elles permettent de distinguer parfaitement les locaux même en présence de fumées très chargées, d'un environnement à haute température, etc. Ces appareils augmentent les capacités des sapeurs-pompiers à évoluer dans des environnements à risques en leur garantissant une certaine sécurité. Ils permettent notamment aux pompiers d'effectuer des déplacements plus sûrs et plus rapides.

Les caméras amplifient également l'efficacité des sapeurs-pompiers en leur permettant de localiser plus rapidement les victimes dans la fumée, l'obscurité. Les objectifs sont atteints plus vite par une facilité de repérage des foyers d'incendie, des feux couvants, en localisant les points de ventilation. Elles guident les pompiers dans leurs missions, en leur permettant d'utiliser moins d'eau pour l'extinction et de réduire les destructions inhérentes à leurs actions. Elles ont encore un rôle d'anticipation par la surveillance de circuits électriques, de silos, etc.

L'utilité de ces outils ne s'arrête pas aux actions immédiates, car en situation post-incendie, ils permettent le repérage des points chauds résiduels. Ils présentent également un rôle d'expertise au travers de la recherche des origines de l'incendie.

ACCIDENTS DE LA CIRCULATION

Les caméras permettent dans certains cas de chiffrer et de repérer les victimes d'accidents de la circulation. Cela est notamment le cas la nuit ou dans des lieux difficiles d'accès. En visualisant les sièges chauffés par la ou les personnes, on peut estimer leur

nombre, sous réserve d'une utilisation de l'appareil dans un délai très court. On peut également retrouver des victimes éjectées plus rapidement.

OPÉRATIONS DIVERSES

Les caméras thermiques sont en mesure de remplir une multitude d'opérations qualifiées de diverses. Dans de nombreux cas, elles font gagner du temps, par exemple en permettant la localisation rapide d'une fuite d'eau. Ces appareils sont également gage de sécurité en détectant des taches d'hydrocarbure sur la chaussée, en particulier suite à un accident. Cela s'avère particulièrement utile la nuit dans les lieux peu éclairés.

INTERVENTIONS SPÉCIALISÉES

Les caméras thermiques sont très utiles aux équipes spécialisées de sapeurs-pompiers : lutte contre les pollutions, interventions à risque chimique, etc. Dans ces types de missions, les appareils permettent un gain de temps et assurent une sécurité aux pompiers.

Les caméras sont ainsi en mesure de localiser des victimes en sauvetage déblaiement, lors notamment de tremblements de terre. Elles sont aussi utilisables pour l'identification du niveau de liquide dans une cuve à distance, cela évitant d'exposer les sapeurs-pompiers à des produits chimiques potentiellement dangereux. Les cellules de dépollution des SDIS peuvent en être équipées pour la recherche et la délimitation d'une pollution non miscible à la surface de l'eau. Dans ce dernier cas, les appareils ont un rôle d'anticipation en permettant de faire le choix d'une procédure d'intervention avec des moyens adaptés.

SECOURS À PERSONNES

Les caméras détectent rapidement et parfois à longue distance, la présence humaine dans des zones inhabitées. Cela permet ainsi de retrouver une victime avant qu'il ne soit trop tard. Elles présentent l'avantage d'être polyvalentes en s'adaptant à une multitude de supports : véhicules terrestres, hélicoptères, avions, etc.

FORMATION

En plus de leur caractère opérationnel, ces outils sont capables d'apporter une aide non négligeable aux formateurs. Ces caméras peuvent par exemple, par une meilleure visualisation des lieux, aider les formateurs à corriger les gestes des stagiaires. Cela est notamment utile lors des formations au port de l'ARI. Montrer l'efficacité des impulsions d'eau dans le refroidissement des couches de fumées lors d'incendies est une autre utilisation possible.

SÉCURITÉ DES INTERVENANTS

Les caméras permettent d'orienter certains choix opérationnels des sapeurs-pompiers, par une meilleure visibilité des lieux d'intervention et par l'appui de données particulièrement précises. Avoir une visualisation rapide d'un itinéraire de repli, de secours est possible avec ce type d'appareils, cela étant un réel gage de sécurité.

C. LES MATÉRIELS ACTUELS

Les fabricants proposent actuellement une gamme très complète de caméras thermiques à l'usage des sapeurs-pompiers.

On retrouve des caméras à l'usage des premiers intervenants lors d'un sinistre. Les fabricants donnent également la possibilité aux pompiers d'effectuer des opérations de diagnostic et d'analyse.

On retrouve essentiellement deux grands types de matériels :

- Les caméras thermiques pour les primo-intervenants : le but de ces appareils est de répondre de manière rapide et efficace à une situation d'urgence. Leurs qualités doivent être les suivantes : simplicité d'utilisation (bonne ergonomie), solidité, résistance aux hautes températures et étanchéité. Ces caméras se doivent également d'être polyvalentes afin de remplir un panel toujours plus large de missions. Elles sont généralement portatives, ce qui permet une grande liberté d'action pour les pompiers. Mais on peut toutefois retrouver des appareils mobiles, en particulier sur les moyens aériens (EPA, BEA, etc.).
- Les caméras pour le diagnostic et l'expertise : elles sont utilisées en situation post-incendie, elles permettent de repérer des points chauds résiduels ou encore de rechercher les causes d'un incendie. Ces caméras présentent souvent plus de fonctionnalités que celles des primo-intervenants mais avec des niveaux de résistance moins élevés.

D. LES ENJEUX

Face au nombre toujours plus croissant d'appareils différents sur le marché, il n'est pas toujours facile pour les SDIS de bien définir et préciser ses besoins en la matière.

L'enjeu réside dans le fait que ces appareils doivent être en mesure d'augmenter les capacités d'intervention des sapeurs-pompiers tout en leur garantissant un haut niveau de sécurité. Il convient de choisir un modèle adapté à sa mission et à ses futurs utilisateurs.

Les caméras thermiques étant des outils techniques, il est indispensable de les maîtriser parfaitement avant de les utiliser en intervention. Dans certains cas leur utilisation étant susceptible d'être à risque.

De nombreuses autres exigences sont à prendre en compte, comme les lieux de stockage ou encore le choix des accessoires.

E. LES ATTRIBUTS DU BESOIN

Cette section permet de définir le besoin en quelques mots, par la recherche de ce qui le caractérise.

➤ Pourquoi le besoin existe-t-il ?

- ▲ Améliorer la recherche de personnes en environnement enfumé, obscur, etc.
- ▲ Aider à la lutte contre l'incendie ;
- ▲ Aider à la recherche de victimes d'accidents de la circulation ;
- ▲ Protéger les personnes, les biens et l'environnement ;
- ▲ Assurer la sécurité des sapeurs-pompiers ;
- ▲ Aider à la surveillance d'installations à risques ;
- ▲ Améliorer la formation des sapeurs-pompiers ;
- ▲ ...

➤ Quels facteurs peuvent faire évoluer le besoin ?

- ▲ Évolution des technologies disponibles ;
- ▲ Évolutions normatives ;
- ▲ Intégration de la caméra dans un EPI (casque...) ;
- ▲ Appareil devenant un EPI ;
- ▲ Réduction des prix d'acquisition de ces appareils ;
- ▲ Nouvelles méthodes pour les reconnaissances, l'attaque du feu, etc.
- ▲ ...

➤ Quels facteurs peuvent faire disparaître le besoin ?

- ▲ Développement d'une nouvelle technologie avec des capacités supérieures à l'imagerie thermique ;
- ▲ ...

F. LE RÉSUMÉ DU BESOIN

Le questionnement du besoin met en lumière cinq dominantes.

Tout d'abord il s'agit d'un besoin de **sécurité** pour les sapeurs-pompiers lors des interventions, en améliorant leur vision dans des environnements encombrés facilitant leur déplacement, en identifiant des éléments dangereux lors d'incendies, comme par exemple des produits chimiques.

Il apparaît également un besoin de **simplicité** dans la mise en œuvre de la caméra thermique et dans l'interprétation de ces données. Il s'agit de posséder un appareil très ergonomique, facilement utilisable avec l'ensemble des EPI du pompier et qui ne donne pas de missions supplémentaires à réaliser. À ce besoin de simplicité se couple celui de la **rapidité** dans la mise en œuvre de l'appareil, en permettant notamment de retrouver dans les plus brefs délais des victimes d'incendie, ou éjectées suite à un accident de la circulation, etc.

Un besoin de **polyvalence** est mis en évidence. Ces appareils se doivent être en mesure de répondre à un grand nombre d'interventions plus diversifiées les unes que les autres.

Enfin les caméras doivent répondre à un besoin d'**informations** pour permettre aux intervenants de mettre en œuvre les conduites nécessaires, en un minimum de temps et dans des conditions optimales de sécurité.

G. LE DIAGRAMME PIEUVRE

Cet outil d'analyse fonctionnelle identifie les fonctions d'un système, recherche les fonctions attendues et leurs relations. Tout cela s'effectue de manière synthétique par l'intermédiaire d'un schéma.

Les caméras thermiques par leur grande polyvalence sont en contact avec un certain nombre d'éléments de leur environnement (milieu extérieur). Les caméras thermiques, objet de notre étude, sont placées au centre du diagramme « pieuvre » en étant entourées des différents éléments du milieu extérieur. Ensuite il s'agit de décrire les relations existantes entre l'objet de l'étude avec ou entre les éléments du milieu extérieur. Une ligne rouge reliant deux éléments du milieu extérieur par l'intermédiaire des caméras thermiques définit une fonction principale qui représente un but à atteindre pour l'objet. Une flèche reliant ces caméras thermiques au milieu extérieur représente une fonction contrainte, qui est une exigence de conception.

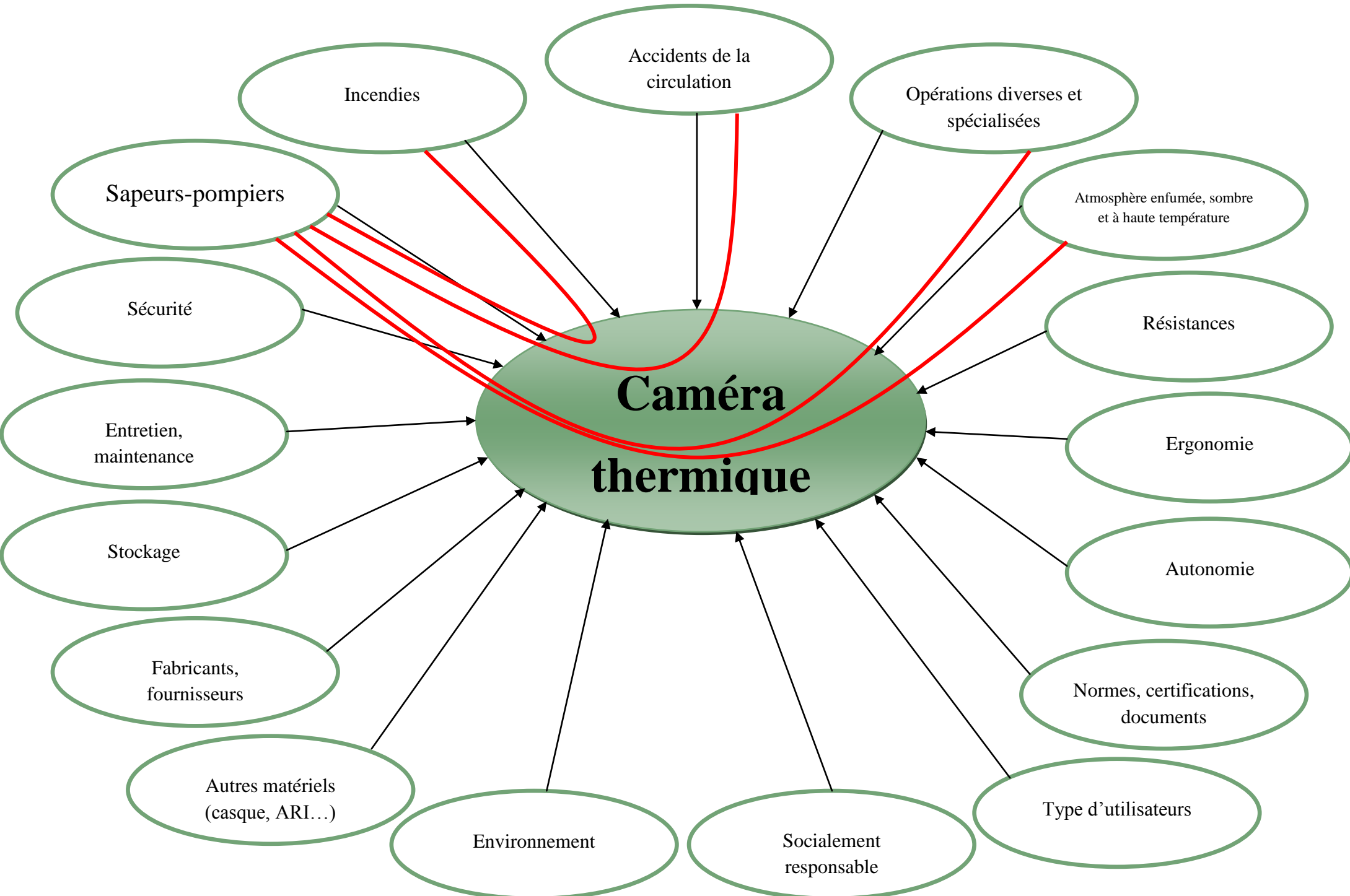


Figure 8 : Diagramme "pieuvre" de la caméra thermique

H. LES FONCTIONS DE DÉFINITIONS DU BESOIN

Le tableau des fonctions de définitions permet de caractériser les différentes fonctions mises en évidence par le diagramme « pieuvre » précédent. Cela permet de traduire, par des exigences de conception, le besoin réel en matière de caméras thermiques.

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction	Critère de la fonction
Sapeurs-pompiers-Caméra thermique-Incendies	FP1 (FP = Fonction Principale)	Aider les SP à la recherche, à la lecture et à la lutte contre l'incendie	
Sapeurs-pompiers-Caméra thermique-Atmosphère enfumée, sombre et à haute température	FP2	Aider les SP à la localisation de victimes, d'éléments dangereux et à leurs déplacements	
Sapeurs-pompiers-Caméra thermique-Accidents de la circulation	FP3	Aider les SP à la recherche des victimes et à l'évaluation de leur nombre lors d'un accident	
Sapeurs-pompiers-Caméra thermique-Opérations diverses et spécialisées	FP4	Aider les SP à la localisation de fuite d'eau, d'hydrocarbure, à l'identification du niveau de liquide et à la lutte contre les pollutions	

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction	Critère de la fonction
Sapeurs-pompiers-Caméras thermiques	FC1 (FC = Fonction Contrainte)	Augmenter les capacités d'intervention des SP	
	FC2	Assurer la sécurité des SP	Preuves fabricant/fournisseur
Incendies-Caméra thermique	FC3	Indiquer les zones chaudes	
Atmosphère enfumée, sombre et à haute température-Caméra thermique	FC4	Permettre une vision nette dans la fumée	
	FC5	Permettre une vision nette dans l'obscurité	
	FC6	Permettre une vision nette à haute température	PV d'essai
Accidents de la circulation-Caméra thermique	FC7	Permettre la localisation de victimes par contraste thermique	
Opérations diverses et spécialisées-Caméra thermique	FC8	Indiquer les différences de température de différents corps solides et liquides	
Résistances-Caméra thermique	FC9	Résister aux hautes températures	PV d'essai
	FC10	Résister aux poussières et à l'eau	Normes IP
	FC11	Résister aux chocs mécaniques	NFPA 1801
Ergonomie-Caméra thermique	FC12	Assurer aux SP une simplicité d'utilisation	Poids-dimension-portage-transport
Autonomie-Caméra thermique	FC13	Avoir une durée d'utilisation compatible avec les durées d'intervention	Durée d'utilisation-nombre de cycles de charge
Normes, certifications, documents-Caméra thermique	FC14	Respecter les normes et les certifications en vigueur	Normes IP, NFPA 1801 ...
	FC15	Posséder les documents exigibles	Manuel d'utilisation...

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction	Critère de la fonction
Fabricants, fournisseurs- Caméra thermique	FC16	Assurer une formation à l'utilisation	Le fournisseur assure une formation complète
	FC17	Assurer une formation à l'entretien et à la maintenance	Le fournisseur assure une formation complète
	FC18	Garantir le produit	Certificat de garantie
	FC19	Fournir les PV des rapports d'essais	
Sécurité-Caméra thermique	FC20	Respecter les règles de sécurité	Précautions et protections particulières du manuel d'utilisation
Autres matériels (casque, ARI, gants...)-Caméra thermique	FC21	Être facilement utilisable par un SP équipé de ces EPI	
Types d'utilisateurs-Caméra thermique	FC22	Adapter la fonction d'utilisation de l'appareil selon le type d'utilisateur	Compatible avec des primo-intervenants ou par des experts
Entretien, maintenance- Caméra thermique	FC23	Assurer un entretien minimum	Durée d'entretien/matériel d'entretien
	FC24	Assurer une maintenance minimale	Fréquence des opérations de maintenance
Stockage-Caméra thermique	FC25	Être compatible avec les conditions de stockage du SDIS	Compatible avec les températures, les chocs potentiels (stockage dans un véhicule...)

Entités concernées	Identification	Dénomination de la fonction	Critère de la fonction
Environnement-Caméra thermique	FC26	Respecter l'environnement lors de la fabrication	
	FC27	Respecter l'environnement en fin de vie	Le fabricant assure une politique de reprise de l'appareil en fin de vie et de ses piles/accumulateurs
Socialement responsable-Caméra thermique	FC28	Inclure des objectifs sociaux	Le fabricant assure une politique sociale en accord avec les objectifs du développement durable

I. LE TABLEAU DES PROPOSITIONS DE SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES (CCTP)

Lors de la rédaction du CCTP relatif à l'achat de caméras thermiques, il appartient au SDIS de préciser les spécifications techniques attendues que les candidats se doivent d'apporter. Celles-ci sont destinées à montrer l'adaptation de la réponse du produit au besoin exprimé.

Le tableau suivant répertorie les propositions de spécifications techniques pouvant être reprises dans un CCTP. Elles sont classées ici par thématique.

Rappel : Ce tableau est strictement informatif.

Exigences réglementaires et de sécurité

Fonctions à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
Respecter les normes en vigueur (FC14)	NF EN 60950-1 NF EN 50081-1 NF EN 50082-1	
Posséder les documents exigibles (FC15)	Le candidat devra fournir lors de la livraison de l'appareil, l'ensemble des documents indispensables à son utilisation correcte	
Résister aux hautes températures (FC9)	Le candidat devra fournir un rapport d'essais complet provenant d'un organisme agréé	
Respecter les règles de sécurité (FC20)	Le candidat devra fournir les précautions et les protections à respecter	
Résister aux poussières et à l'eau (FC10)	IP 67 à minima	
Résister aux chocs mécaniques (FC11)	NF EN 60721-3-2	

Exigences liées à l'utilisation

Fonctions à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
<p>Permettre aux SP la recherche, la localisation et l'aide à la lutte contre l'incendie (FP1)</p> <p>Permettre aux SP la localisation de victimes, d'éléments dangereux et à leurs déplacements (FP2)</p> <p>Permettre aux SP la localisation de victimes, d'éléments dangereux et une progression plus facile (FP3)</p> <p>Permettre aux SP la recherche et l'évaluation du nombre de passagers d'un véhicule accidenté (FP3)</p> <p>Permettre aux SP la localisation de fuite d'eau, d'hydrocarbure, l'identification du niveau d'un liquide et la lutte contre les pollutions (FP4)</p>	<p>Le candidat devra répondre aux performances et utilisations exigées par le SDIS</p>	
<p>Avoir une durée d'utilisation compatible aux durées d'intervention (FC13)</p>	<p>Le candidat devra être en mesure de donner une autonomie précise de sa caméra en fonctionnement normal</p>	<p>Des tests pourront être effectués</p>
<p>Être facilement utilisable par un SP porteur de l'ensemble de ces EPI (FC21)</p>	<p>Le candidat devra proposer des caméras compatibles avec une tenue d'intervention complète d'un SP</p>	<p>Des tests pourront être effectués</p>
<p>Adapter la fonction d'utilisation de l'appareil selon le type d'utilisateur (FC22)</p>	<p>Le candidat devra proposer un appareil en adéquation avec le type d'utilisateurs (primo-intervenants, experts)</p>	

Exigences liées aux services associés

Fonctions à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
Assurer une formation à l'utilisation (FC16)	Le candidat s'engagera à délivrer x journées de formation à l'utilisation de l'appareil	
Assurer une formation à l'entretien et à la maintenance (FC17)	Le candidat s'engagera à délivrer x journées de formation à l'entretien et à la maintenance de l'appareil Il s'engagera également à fournir le matériel nécessaire aux sessions de formation	
Garantir le produit (FC18)	Le candidat fournira un certificat de garantie de l'appareil dans lequel il en précisera la durée de validité	

Exigences liées au développement durable

Fonctions à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
Respecter l'environnement lors de la fabrication (FC26)	Le candidat devra apporter la preuve du respect des normes en vigueur	
Respecter l'environnement en fin de vie (FC27)	Le candidat devra assurer la reprise en fin de vie du matériel et de ses piles/accumulateurs	
Inclure des objectifs sociaux (FC28)	Le candidat devra apporter des preuves du respect d'objectifs sociaux lors de la fabrication des caméras thermiques	

Exigences liées à l'entretien, à la maintenance et au stockage

Fonctions à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
Assurer un entretien minimum (FC23)	Le candidat fournira la liste des opérations pouvant être réalisées par les personnels formés	
Assurer une maintenance minimale (FC24)	Le candidat fournira la liste des opérations pouvant être réalisées par les personnels formés et indiquera les fréquences des maintenances	
Être compatible avec les conditions de stockage du SDIS (FC25)	Le candidat proposera des produits conformes aux conditions de stockage préalablement citées par le SDIS	

Exigence liée à l'ergonomie

Fonction à respecter	Spécifications techniques	Commentaires
Assurer aux SP une simplicité d'utilisation (FC12)	Le candidat devra proposer un produit en accord avec les contraintes d'intervention	