



de Chablis

SIRET 447 617 291 00011  
APE 9312Z

## SPELEO-CLUB DE CHABLIS

Association loi 1901 n°W891001205 – Statuts déposés à la Préfecture d'Auxerre le 21 janvier 1971

Affilié à la Fédération Française de Spéléologie n°B-89-002 depuis 1971

Agrément Jeunesse et Sports n°89S83 du 10 décembre 1973

Déclaration Etablissement d'Activités Physiques et Sportives n°ET00160 du 25 avril 2001

Site Internet : [www.scchablis.com](http://www.scchablis.com) – Email : [contact@scchablis.com](mailto:contact@scchablis.com)

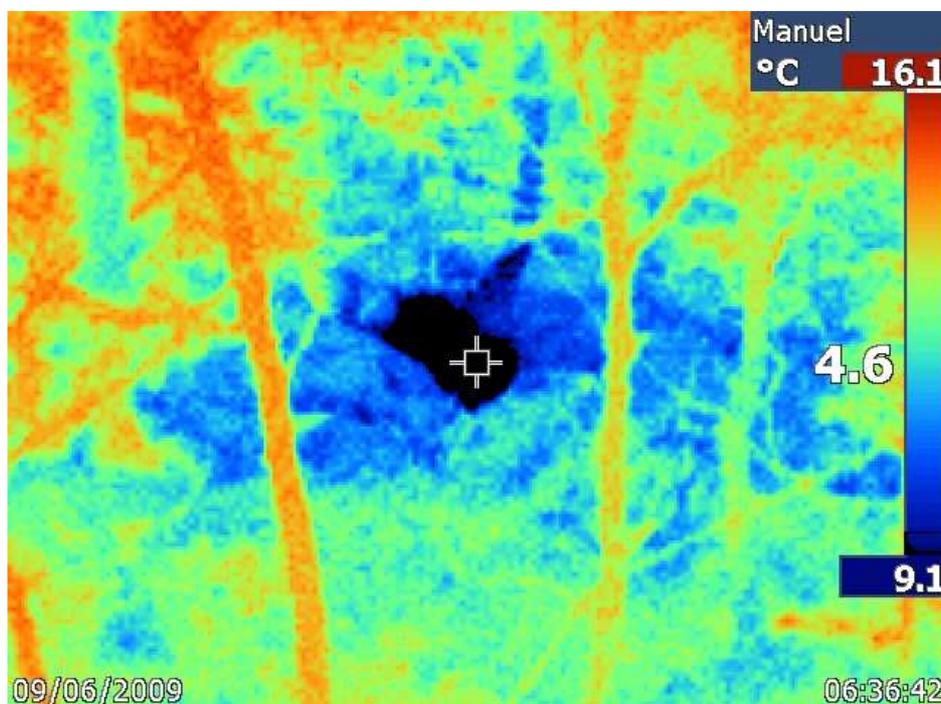
# COMPTE RENDU

## ESSAI DE PROSPECTION PAR CAMERA THERMIQUE

5 ET 6 SEPTEMBRE 2008

MASSIF D'ARBAS

Par Olivier WILLEFERT



# SOMMAIRE

<b>1. But des essais .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Matériel utilisé .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Essais sur le massif d'Arbas .....</b>	<b>5</b>
3.1. Condition météorologiques .....	5
3.2. Présentation des images et photos - avertissement .....	5
3.3. Essai à la grotte des guêpes (CH7) .....	5
3.4. Essai au gouffre Cécile .....	7
3.5. Essai en prospection.....	9
<b>4. Avis sur le matériel .....</b>	<b>10</b>
4.1. Points forts de la caméra TI10 .....	10
4.2. Points faibles de la camera TI10.....	10
<b>5. Conclusion.....</b>	<b>10</b>

# 1. But des essais

Le but des essais réalisés les 5 et 6 septembre 2009 était de tester l'utilisation d'une caméra thermique à courte et longue distance sur des entrées connues de grottes et de gouffres, afin d'évaluer la pertinence d'une prospection par cette méthode.

Cette expérience a été réalisée dans l'optique de visualiser le refroidissement de l'environnement proche des entrées de cavité par le courant d'air froid soufflant vers l'extérieur en période chaude.



*Caméra FLUKE T110*

## 2. Matériel utilisé

Pour ces essais, le matériel suivant a été utilisé :

- une camera thermique industrielle modèle TI10 de marque FLUKE (descriptif détaillé ci-dessous)
- un appareil photo numérique avec zoom + pied pour comparer l'image thermique avec l'image réelle.

Caractéristiques de la caméra FLUKE TI10 :

<b>Caractéristiques techniques</b>		
<b>Température</b>	<b>Plage de températures de mesure (non étalonnée sous -10 °C)</b>	-20 °C à +250 °C
	<b>Précision</b>	± 5 °C à 5 % (selon la valeur la plus élevée)
<b>Thermographie</b>	<b>Champ de visée</b>	23° x 17°
	<b>Résolution spatiale (IFOV)</b>	2,5 mrad
	<b>Distance de mise au point minimum</b>	Objectif infrarouge : 15 cm Objectif photo (image dans le visible) : 46 cm
	<b>Mise au point</b>	Manuel
	<b>Fréquence d'image</b>	Fréquence de rafraîchissement de 9 Hz
	<b>Type de détecteur</b>	Matrice à plan focal de 160 x 120 éléments, microbolomètre non refroidi
	<b>Type d'objectif infrarouge</b>	20 mm, F = 0,8
	<b>Sensibilité thermique (NETD)</b>	≤ 0,2 °C à 30 °C (200 mK)
	<b>Bande spectrale infrarouge</b>	7,5 µm à 14 µm
	<b>Appareil photo</b>	Résolution de 640 x 480
<b>Présentation des thermogrammes</b>	<b>Palettes</b>	Acier, bleu-rouge, haut contraste, gris
	<b>Niveau de température et portée</b>	Mise à l'échelle lissée automatique et réglage manuel du niveau de température et de la portée
	<b>Echelle minimale (en mode manuel)</b>	5 °C
	<b>Echelle minimale (en mode automatique)</b>	10 °C
	<b>Information sur IR-Fusion®</b>	Infrarouge intégral ou incrustation d'image
	<b>Incrustation d'image</b>	Infrarouge intégral affiché dans les 320 x 240 pixels centraux
	<b>Plein écran (désactivation de l'incrustation)</b>	Infrarouge intégral affiché dans les 640 x 480 pixels du LCD
<b>Stockage des thermogrammes et des données</b>	<b>Support de stockage</b>	Carte mémoire SD (une carte de 2 Go peut contenir au moins 1 200 thermogrammes totalement radiométriques (format .is2) et leurs images visuelles, accompagnées de 3 000 thermogrammes standard (format .bmp)
	<b>Formats de fichier</b>	Non radiométrique (.bmp) ou totalement radiométrique (.is2) Un logiciel d'analyse n'est pas nécessaire pour les fichiers non radiométriques (.bmp)
	<b>Formats des fichiers exportés avec le logiciel SmartView™</b>	JPEG, BMP, GIF, PNG, TIFF, WMF, EXIF et EMF

## **3. Essais sur le massif d'Arbas**

### **3.1. Condition météorologiques**

Les conditions météorologiques n'ont pas du tout été optimales pour effectuer ce type d'essais. Cependant, cela a permis de mettre en évidence les limites de la méthode.

Le samedi 5 septembre, il a plu pendant la nuit et en début de matinée (crachin continu). Forte couverture nuageuse toute la journée. La température ambiante est restée en dessous de 15 °C toute la matinée et elle n'a guère augmenté en après midi. De ce fait, la température du sol (rochers, terre, tapis végétal, arbres...) est restée faible toute la journée.

Le dimanche 6 septembre, la température matinale était inférieure à 10 °C. L'ensoleillement moyen a permis une hausse de la température ambiante à une vingtaine de degrés.

Heureusement pour nos essais, les cavités du massif d'Arbas sont assez froides (10 °C environ au pied du massif, et quelques degrés seulement plus en altitude. Ceci a permis d'avoir un delta de température intérieur / extérieur suffisant pour obtenir un résultat probant.

### **3.2. Présentation des images et photos - avertissement**

Les images thermiques et photographiques présentées en parallèle ont été réalisées en essayant de conserver au mieux la même échelle et le même cadrage.

La présence du personnage avec la caméra thermique n'apparaît sur certaines photographies que pour donner l'échelle. L'image thermique associée ne résulte donc pas d'une prise de vue qui aurait été effectuée de l'endroit suggéré par la photographie.

### **3.3. Essai à la grotte des guêpes (CH7)**

Cet essai est le seul essai réalisé le samedi 5.

La grotte des guêpes s'ouvre à environ 620 m d'altitude et débute par une petite entrée d'un mètre par 0.6m environ. Le courant d'air peut atteindre 1 m<sup>3</sup>/s par forte chaleur.

On peut estimer le courant d'air ce samedi à environ 0.25 m<sup>3</sup>/s tout au plus.

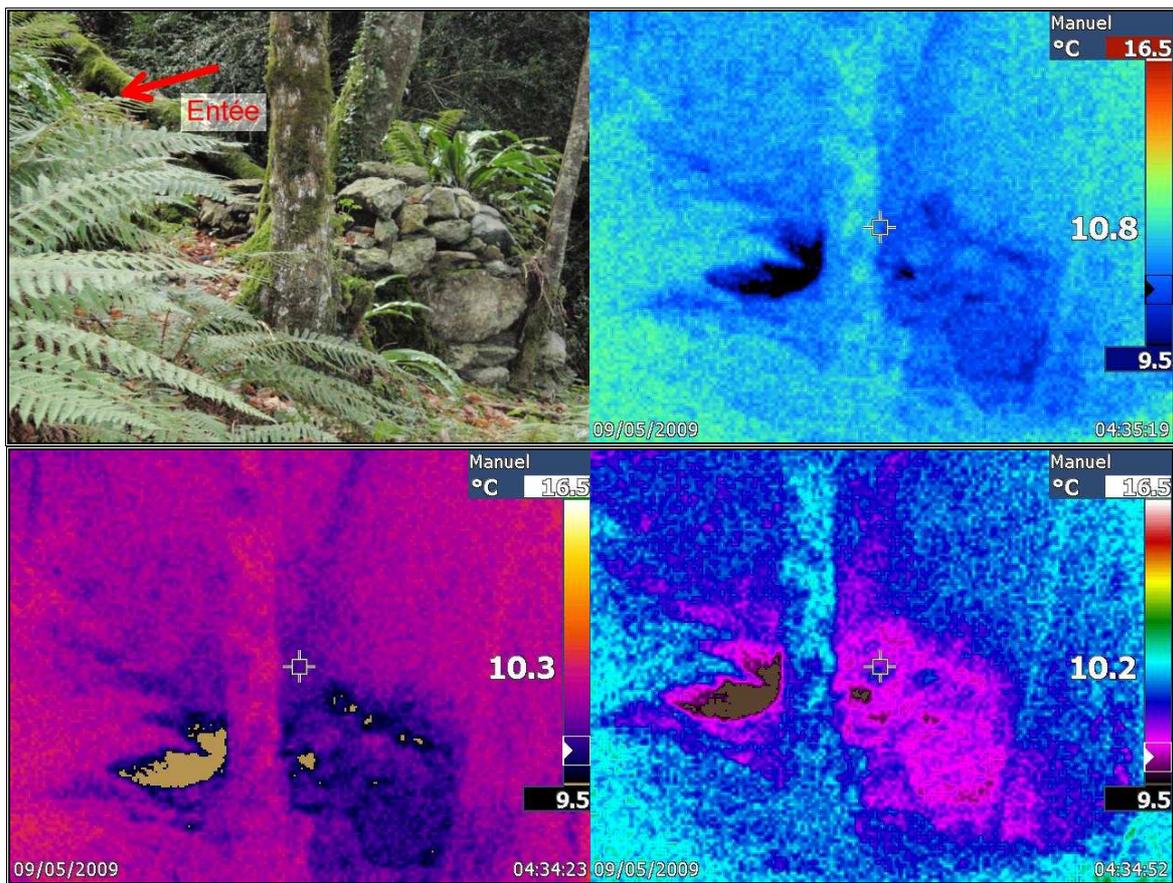
La faible température du sol n'a pas permis de mettre en évidence le "lit" d'air froid descendant de la grotte, d'autant plus que ce débit était réduit.

La baisse de température du sol à l'entrée de la grotte n'a pu être détectée qu'à environ 5 mètres de distance (sur le côté), et ceci sans être évident.

Arrêt des essais pour la journée sur manque d'efficacité évidente en raison de la faible température.



**Entrée du CH7**



**Photo de la zone d'entrée et images thermiques avec différentes palettes proposées (d=5m).**

On peut noter que la température affichée ne correspond pas exactement à la réalité (lié au calibrage de l'émissivité en usine ?). La température réelle est légèrement supérieure à l'affichage.

Les zones "brûlées" sur les images thermiques correspondent à une sortie de la fourchette de température réglée (figée pour l'occasion en manuel entre 9.5 et 16.5 °C).

### 3.4. Essai au gouffre Cécile

Le gouffre Cécile situé à une altitude de 1230 m a la particularité de souffler un violent courant d'air quasiment toute l'année (même en hivers). Le débit d'air est de plusieurs mètres cubes par seconde.



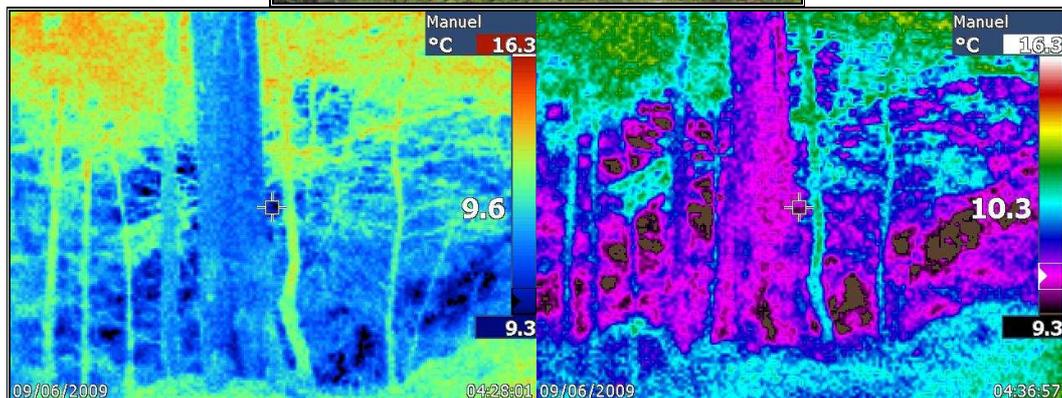
*L'entrée du Cécile et son fort courant d'air*

Le premier essai a été réalisé en contrebas de l'entrée, à une vingtaine de mètres, l'entrée n'étant pas en visu directe.

Le gouffre s'ouvrant dans un petit vallon, l'air froid descend celui-ci et rafraîchit le sol sur son passage.

Le refroidissement de l'environnement dû au courant d'air n'apparaît pas de manière flagrante. Cependant, on voit que la température est plus basse dans le talweg.

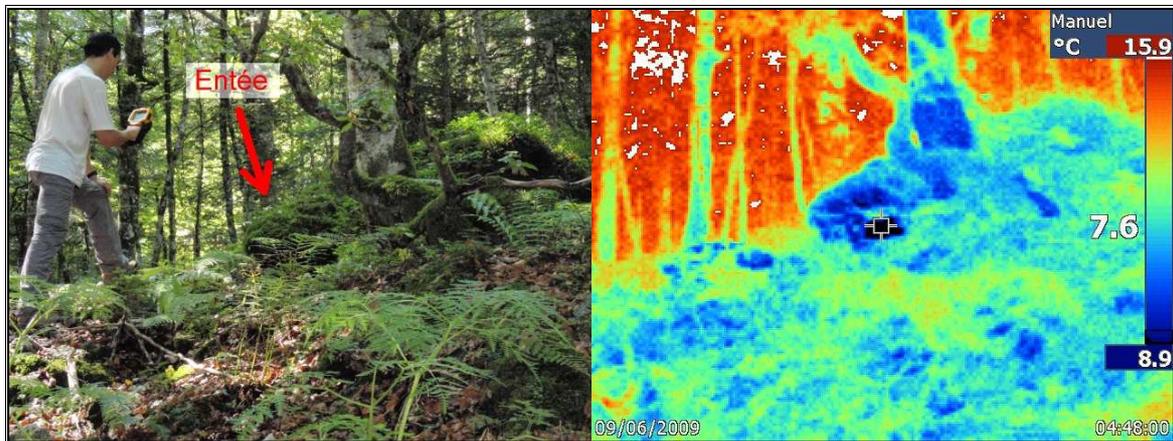
La température en sous bois est restée fraîche malgré le soleil.



*Vue du talweg à 20 m en contrebas du Cécile.*

Le second essai a été réalisé toujours en dessous de l'entrée, mais à environ 5 mètres de distance. L'entrée n'est pas en visuel directe (vision rasante au niveau du sol).

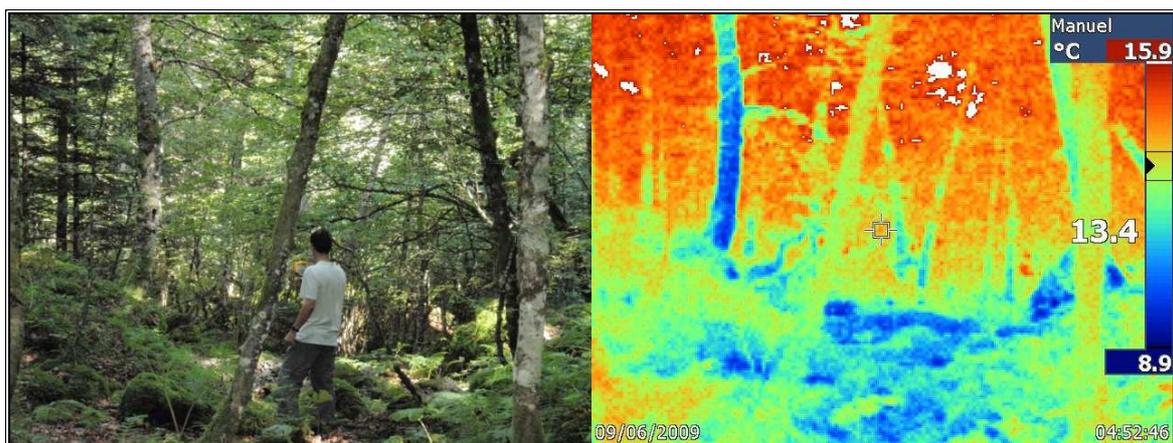
Le résultat est plus tranché



**Vue 5 m sous l'entrée du Cécile**

Le troisième essai a été réalisé au dessus de l'entrée à une quinzaine de mètres. L'entrée n'est pas en visuel directe.

Le résultat apparaît plus clairement. On aperçoit bien la température anormalement basse du tronc d'arbre balayé par le courant d'air.

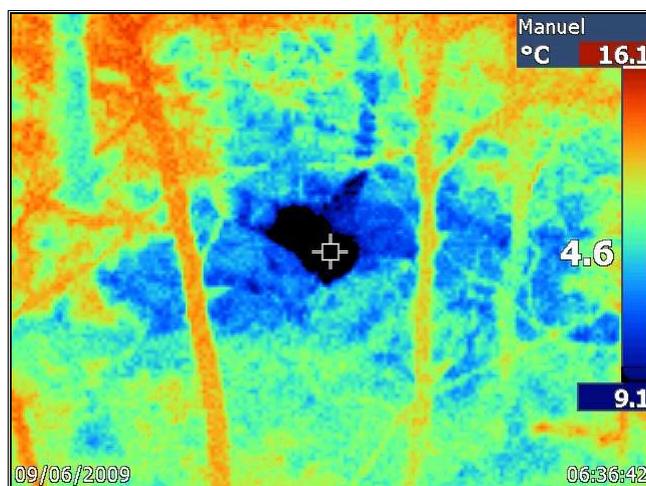


**Vue 15 m au dessus du Cécile**

Le quatrième essai, réalisé plus tard dans l'après-midi a profité d'une température ambiante plus importante.

L'entrée est en visu directe en plongée à environ 20-25 mètres de distance.

Le résultat est sans appel. L'indication de température ne laisse aucun doute.



*Vue de l'entrée à environ 20-25 mètres*

### **3.5. Essai en prospection**

Un essai en prospection a été réalisé dans une zone fracturée à environ 1280 m d'altitude.

En passant, une entrée en cours de désobstruction a été visualisée (pas de photo ni d'image thermo).

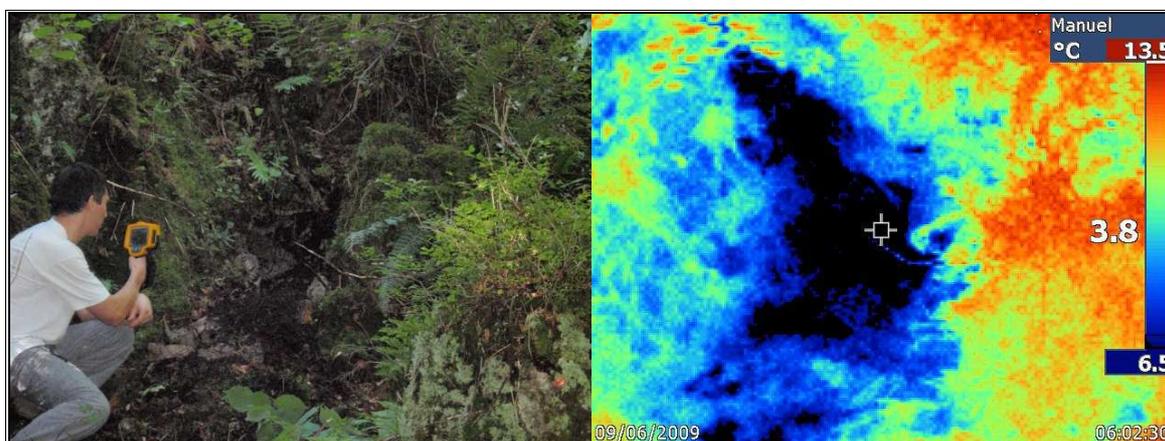
L'écart de température (un peu plus de 10 °C) entre le courant d'air et l'ambiant a permis de mettre en évidence la zone d'entrée sans ambiguïté.

Une zone très froide ( $T^\circ$  identique à l'entrée vue précédemment) a été détectée alors que rien ne laissait présager l'existence d'une entrée ou d'un courant d'air (présence de mousse au sol et diverse végétation).

Après avoir enlevé la mousse, un pierrier a été mis à jour, avec un petit courant d'air glacé sortant entre les blocs. Désobstruction à suivre...

**Un aspect intéressant est la lecture de la température au centre de l'image. En effet, certains courant d'air mis en évidence par le mouvement de la végétation se révèlent être des courant d'air passant sous/entre des blocs en surface. Ceci est facilement mis en évidence par la température plus importante de plusieurs degrés par rapport aux courant d'air souterrains voisins.**

**On peut donc faire un tri rapide des courant d'air pour ne retenir que ceux ayant un intérêt spéléologique.**



*Courant d'air sortant d'un pierrier – à désobstruer...*

## 4. Avis sur le matériel

### 4.1. Points forts de la caméra TI10

Les caractéristiques suivantes m'ont semblé **indispensables** :

- Réglage manuel de la fourchette de T° représentée par la palette de couleur. Le réglage automatique fait varier constamment la plage de T° et les couleurs de l'image. Il est alors très difficile d'analyser correctement ce que l'on voit et de comparer les températures en balayant le paysage.  
Les paramètres que l'on peut figer sont : l'amplitude de la fourchette (qui est réglable au minimum à 5°C, et de 0.1 en 0.1 °C) et les valeurs mini et maxi de la fourchette (de 0.1 en 0.1 °C)
- Capteur infrarouge avec grande résolution (160 x 120 pixels). A ne pas confondre avec la résolution de l'écran d'affichage qui est encore bien supérieur.
- La bonne sensibilité thermique du capteur (< 0.2 0C)
- Bonne autonomie de la batterie.
- Pointeur central avec indication de la température.
- Possibilité de format de fichiers directement importable sur un PC (en l'occurrence fichiers .BMP)

Les caractéristiques suivantes m'ont semblé **intéressante** :

- Plusieurs palettes de couleur disponibles.
- Robustesse du boîtier

### 4.2. Points faibles de la camera TI10

Les caractéristiques suivantes m'ont semblé **pénalisantes** :

- Angle de vision de 23°x 17° trop étroit. Un grand angle serait le bien venu.
- Le poids un peu élevé rend la tenue en main un peu pénible à la longue.

Les caractéristiques suivantes m'ont semblé **inutiles** :

- La caméra pour image visible, avec fonction d'imagerie mixte (rendant l'image IR trop petite)

## 5. Conclusion

Bien que les essais décrits précédemment aient été réalisés dans des conditions défavorables (température ambiante basse), les résultats obtenus sont très encourageants.

Il sera nécessaire de refaire des essais par forte chaleur pour confirmer l'intérêt de la méthode et mesurer la portée de la détection des entrées.

D'ores et déjà, les avantages indéniables de la méthode sont à courte distance : entre 5 et 20 mètres :

- détection des zones froides d'entrées de cavités.
- détection de faibles courants d'air "dissimulés" dans la végétation ou des éboulis.
- discrimination de l'intérêt des courants d'air par leur température.

Le gros handicap de ce type de caméra thermique est le faible angle de vision de l'objectif (à peu près identique pour les matériels concurrents). Il est possible que ce problème puisse être résolu avec une lentille additionnelle vendue en accessoire.