

LA CAMERA THERMIQUE, UNE AIDE A LA PROSPECTION SPELEOLOGIQUE

La détection des cavités par des moyens électroniques fait partie des rêves de tous les spéléologues, et en particulier la mise en évidence des entrées plus chaudes ou plus froides que leur environnement.

En 2011, ayant pris connaissance d'essais réalisés au moyen d'une caméra thermique (Fluke T/10) par le Spéléo-Club de Chablis (voir www.scchablis.com) nous décidons d'utiliser ce système sur les massifs qui nous intéressent .

Pour valider la réelle utilité de la technique en prospection spéléologique nous effectuons deux essais en choisissant des journées où les contrastes thermiques pourraient être les plus significatifs. Le premier essai est effectué en hiver le 17 février 2011 et le second en été du 7 au 9 septembre 2012.

Le matériel :

Pour ces deux essais une caméra thermique FLIR i50 est louée auprès de la société LOXAM à Chambéry (130 €/j TTC = tarif professionnel).



Ce type de caméra utilisée pour les diagnostics thermiques permet de visualiser les zones froides et chaudes sur un écran couleur de 3,5 pouces (2,3 Megapixels mais 140 X 140 pixels en infrarouge). En appuyant sur la gâchette, il est possible, au choix, de mémoriser la vue sous trois formes d'images.

- **Mode caméra thermique** : la totalité de l'image est sous formes de taches de couleur indiquant les zones des plus froides au plus chaudes (noir-bleu-blanc-jaune-orange-rouge).
- **Mode image numérique** : c'est l'équivalent d'un appareil photographique.
- **Mode PIP (Picture in picture)** : le centre de l'image est en mode thermique et la périphérie en mode numérique. Cela permet de centrer sur l'image le phénomène observé et d'avoir en périphérie l'environnement visible

Le mode thermique peut être piloté en automatique ou en manuel.

- **En automatique** l'appareil fixe les couleurs en fonction des températures maxi et mini observées.
- **En manuel**, il sera possible de fixer les couleurs d'affichage des températures seuils recherchées. Par exemple on pourra demander qu'apparaisse en noir toutes les températures inférieures ou égale à +5°C **C'est le mode que nous avons utilisé.**

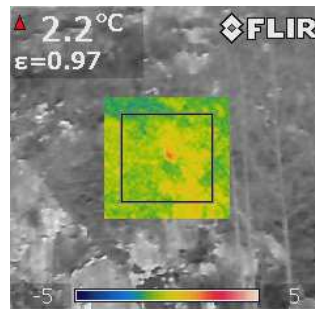
Essai hivernal :

Nous espérons détecter des cavités d'où sort de l'air chaud. Notre périple nous entraînera du département de l'Ain dans les Gorges de la Balme et la Mine de Saint Champ jusque en haute-Savoie au cirque du fer à Cheval puis les falaises ouest et est du Criou

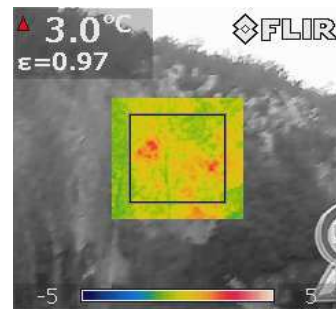
Résultats

En début de matinée, dans les **Gorges de la Balme**, la température extérieure est de -8°C ., Distance des falaises, 20 à 50 m.
Mise en évidence de zones « chaudes » au niveau d'abris sous roches proches de la grotte de l'Arcanière (images IR_686 et IR_687).

L'escalade réalisée plus tard ne donnera rien.



IR_686

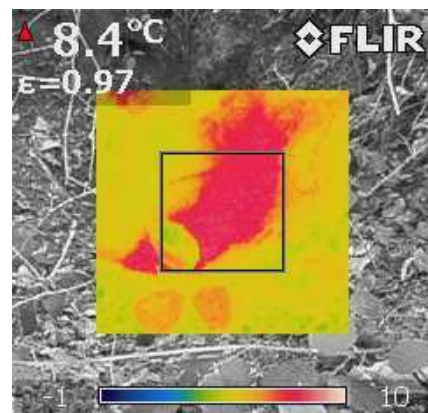


IR_687

En fin de matinée, nous sommes à la **mine de Saint Champ**. Cette cavité comporte deux entrées. Température extérieure environ 0°C ., la température intérieure est de 10°C

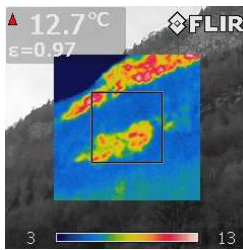
L'entrée supérieure (+40m par rapport à l'entrée inférieure) exhale un fort courant d'air. L'entrée étant dans un point bas, les « bords chauds » de la cavité ne sont pas visibles au delà d'une distance d'une dizaine de mètres mais l'enregistrement a permis de voir nettement les parois plus chaudes que l'environnement (image IR_777). Les dimensions de la tache rouge sont d'environ 2m par 1m.

Par la suite, la température s'étant élevée dans la journée, aucun relevé significatif n'a pu être réalisé jusqu'à la fin de l'après midi.

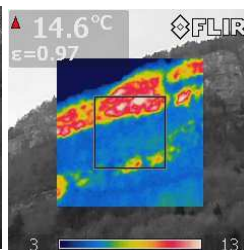


IR_777

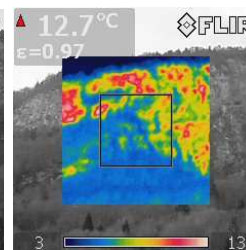
En fin de journée, les mesures effectuées sur la **falaise est du Criou** (images IR_801 à IR_805) ont permis d'individualiser nettement les couches géologiques mais compte tenu de la faible définition de l'appareil, aucune sortie « chaude » pouvant correspondre à des cavités n'a été détectée.



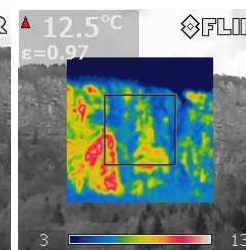
IR_801



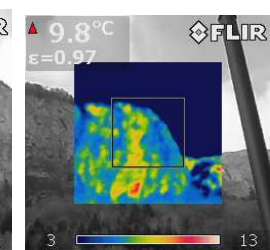
IR_802



IR_803



IR_804



IR_805

Principales constatations pour cette première prise en main de l'appareil :

-C'est la température des parois qui est mesurée et non celle de l'air. Si un courant d'air sort d'une cavité, il n'est pas visible, c'est le résultat de son action sur l'environnement qui sera enregistré. Par conséquent le courant d'air doit être suffisamment important pour réchauffer (ou refroidir) les parois.

La faible définition de l'appareil implique d'être proche du trou souffleur

Essai estival :

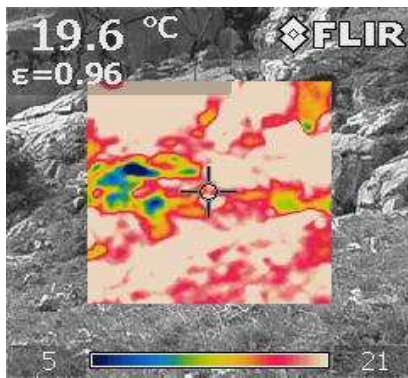
La météo prévoit 3 journées ensoleillées sur les pentes du Criou et nous pouvons disposer de la caméra thermique pendant toute cette période.

Au moment des prises de vue c'est le grand soleil, le vent est très faible, la température est d'environ 25°C.

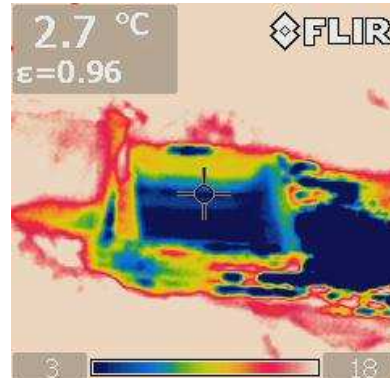
Vendredi 7 septembre : Depuis les chalets du Criou (1664m), la montée s'effectue dans le vallon où s'ouvre le Mirollda et d'autres cavités soufflant un air froid caractéristiques des réseaux souterrain de ce lieu.

Dès que nous franchissons la petite crête cachant l'entrée du Mirollda, l'ouverture de la cavité et les trous souffleurs situés à proximité sont visibles avec la caméra à plus de 30m (image IR 0225).

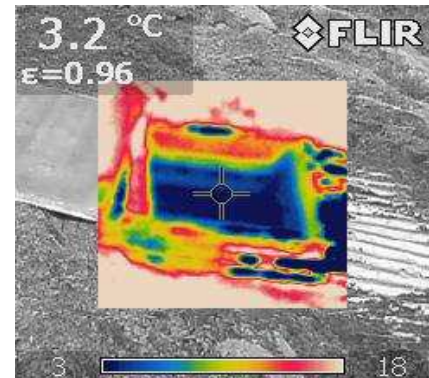
De près, une fois le couvercle retiré de la trappe la température mini observée est de 2,7°C.(IR 0227 et 0228).



IR_ 0225



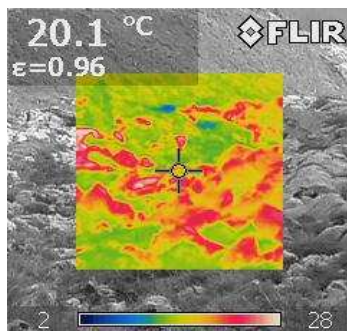
IR_0227



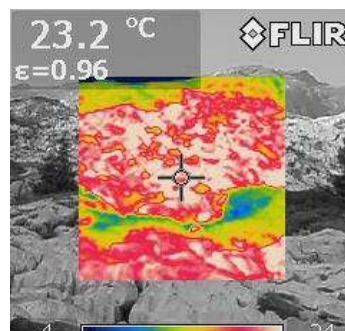
IR_0228

En remontant la combe, le CD11 (= Mirollda) est toujours visible avec la caméra à une centaine de mètres(Image IR_0240).

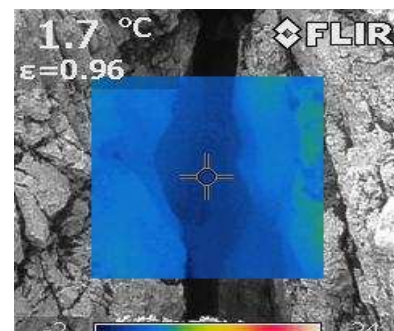
Nous allons en direction du CD5 situé dans une fracture entre deux sapins. Une zone bleu foncé est nettement visible sur l'écran bien que soyons à une bonne cinquantaine de mètres, L'air froid qui sort de la cavité se déverse dans la combe et refroidit la végétation et les roches à proximité.. (Image IR_0235). De près, la température indiquée dans l'ouverture est de 1,7°C.(IR_0236).



IR_0240

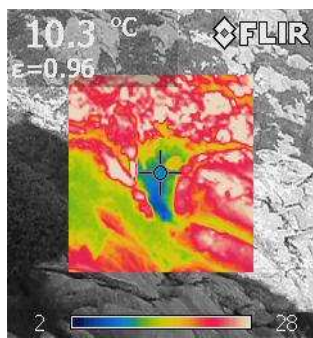


IR_0235

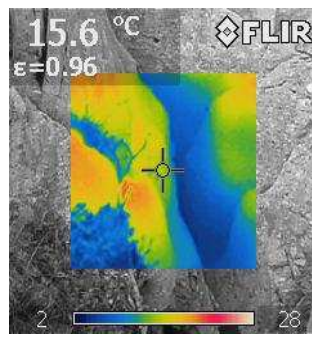


IR_0236

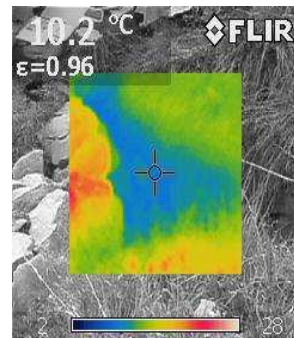
.D'autres cavités sont également visibles en thermique à partir du moment où peuvent être vu les bords de la cavité.
 CD10 images IR_0239, CD9 image IR_0241, CD6 image IR_0244



IR_0239



IR_0241



IR_0244

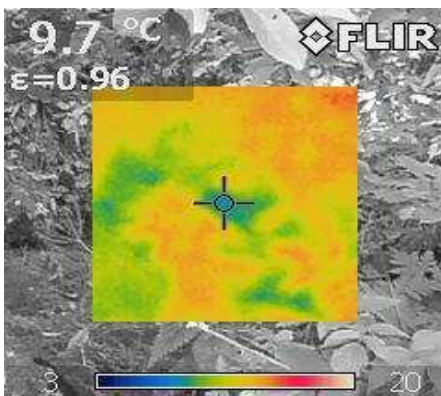
Nous en profitons pour fixer des plaquettes inox gravées au nom des cavités sur les entrées suivantes.
 CD2 CD3 CD6 CD9 U3

Les cavités du Criou ont ainsi été marquées par le groupe URSUS, mais certaines plaquettes manquent ou ont disparu. Les coordonnées sont systématiquement reprises au GPS.

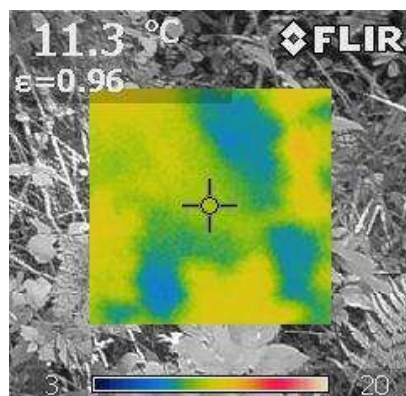
Samedi 8 septembre :

Le fond du gouffre des Morts-Vivants (-700m, altitude 1230m) se trouve à environ 500 m des amonts remontés depuis le fond du Mirola (-1300m - altitude 1030m). A peu près à l'aplomb, six cents mètres au dessus, une couverture de calcaire sénonien est entaillée par une combe creusée aux dépens d'une faille importante. Dans cette combe se perdent, entre des blocs, les eaux en provenance de l'abreuvoir du Lambourdin. Ce vallon à déjà fait l'objet de maintes recherches sans résultats.

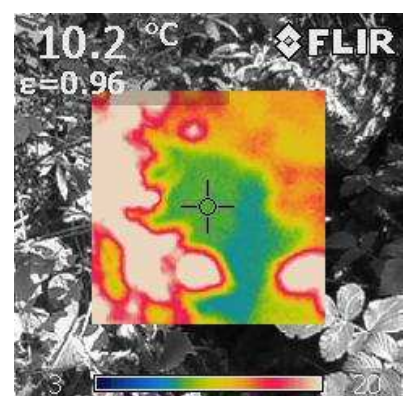
L'utilisation de la caméra thermique ainsi que d'un thermomètre laser a permis de localiser avec précision plusieurs sorties d'air froid (autour de 5°C) dont une à proximité de la roche en place et pour laquelle une désobstruction pourrait être programmée . (Images IR_0254, IR_0256, IR_0258).



IR_0254



IR_0256



IR_0258

L'abreuvoir du Lambourdin est alimenté par une émergence située une vingtaine de mètres au dessus. Le niveau d'eau à la source est très bas, la vasque d'eau est vide, ce qui a libéré vers l'amont un orifice entre des blocs d'où sort un air à 4,5°Cà suivre !

Dimanche 9 septembre :

Le peu de cavités découvertes dans la partie située à proximité et au NW des chalets du Criou nous invite à prospecter cette zone.

De plus cette zone est bordé à l'ouest par une bande de grès albien ayant pu bloquer la circulation en surface favorisant ainsi l'infiltration. La carte géologique indique une faille, mais nous avons eu du mal à la situer précisément sur le terrain., des alluvions glaciaires cachent très souvent la roche en place et ont vraisemblablement obstrué nombre de trous.

Nous prospectons la zone située à l'est du petit vallon vert ,caractéristique dans le paysage par son association avec l'affleurement de grès., c'est à dire sur l'Urgonien.

Le CD17 est retrouvé. A l'intérieur une température de 2° est enregistrée par le thermomètre laser et 3,9° par la caméra thermique. Il s'agit d'un très beau puits qui devra être marqué par une plaquette inox à son nom car seul subsiste un reste de marquage à la peinture du groupe AVEN datant des années 70.

,Presque 100m plus bas en altitude, un orifice entre des blocs permet de sonder un puits estimé à une dizaine de mètres. (7°C avec la caméra), Il est assez large, ça résonne, mais une désobstruction devra être réalisée pour en ouvrir l'accès.

Au cours de cette journée, l'utilisation du thermomètre laser et de la caméra thermique ont facilité la prospection.

L'indication de températures significativement basses permet de porter l'intérêt (désobstruction ou descente dans la fente de lapiaz) sur des trous prometteurs

Inversement, une température anormalement élevée ,au fond d'une fente de lapiaz par exemple, pourrait indiquer un courant d'air absorbant, mais ce cas de figure est plus difficile à mettre en évidence.

CONCLUSIONS.

L'intérêt de la méthode, selon les distances auxquelles sont réalisées les mesures, porte sur trois domaines :

De 1m à 10 m : Intérêt pour la recherche de trous souffleurs de petites tailles, dissimulés entre des blocs , des fentes de lapiaz ou dans la végétation.

De 10 à 100 m : Intérêt pour la découverte de cavités à fort courant d'air refroidissant ou réchauffant l'environnement

Au delà de 100 m : Intérêt géologique. Les couches se différencient nettement en fonction de leur aptitude à retenir l'eau. Il est alors facile de suivre sur l'image thermique, les couches calcaires sèches, ayant absorbé la chaleur du soleil en cours de journée et contrastant fortement avec les zones plus froides constituées d'argile ,de marne ou de grès, chargées en eau.

AMELIORATIONS POSSIBLES

Plusieurs cavités ne sont visibles que lorsqu'on se trouve en dessus en raison de la topographie masquant l'entrée. Un balayage de la zone depuis un objet volant situé à une cinquantaine de mètres d'altitude permettrait d'obtenir des vues plongeantes vers les points froids ou chauds.

La résolution d'écran de 140 X 140 pixels étant faible sur le modèle i50 utilisé, des mesures réalisées avec une caméra possédant une plus grande résolution seraient à tenter.

Ce modèle i50 n'est d'ailleurs plus en vente chez son fabricant FLIR (et a été remplacé par les modèles de la série E ayant une résolution des images thermiques allant jusqu'à 320 X 240 pixels.

Cette résolution peut aller jusqu'à 640 X 480 pixels dans des modèles de plus haute gamme

(<http://www.flir.com/cs/emea/fr/view/?id=42100>).