



**HAL**  
open science

## Mission en Afrique du Sud Sites de Kromdraai et Sterkfontein. 25 juin au 4 juillet 2012. Rapport

Carine Calastrenc

### ► To cite this version:

Carine Calastrenc. Mission en Afrique du Sud Sites de Kromdraai et Sterkfontein. 25 juin au 4 juillet 2012. Rapport : 2. prospection infrarouge thermique pédestre. TRACES UMR 5608. 2012. hal-04269881

**HAL Id: hal-04269881**

**<https://hal.science/hal-04269881>**

Submitted on 3 Nov 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Mission en Afrique du Sud

## Sites de Kromdraai et Sterkfontein

25 juin au 4 juillet 2012

### Rapport

#### 2. prospection infrarouge thermique pédestre



Carine Calastrenc

UMR 5608 TRACES, équipe Terrae

## **Contexte d'intervention**

L'utilisation de la prospection thermique sur les réseaux karstiques d'Afrique du Sud (sites de Kromdraai et Sterkfontein) a été envisagée dans un double but. En premier lieu, pour vérifier, au sol, les observations faites durant les vols (cf. N. Poirier) et en second temps pour la reconnaissance des courants d'air à l'intérieur des réseaux karstiques et la détection des zones humides.

Les sites de Kromdraai et Sterkfontein sont connus pour avoir livré les fossiles de primates pré-humains parmi les plus anciens (*Australopithecus Africanus* notamment), ce qui a valu à cette région le statut de "berceau de l'humanité" et un classement à ce titre au patrimoine mondial de l'UNESCO. Ainsi, une connaissance plus précise de l'extension et de l'organisation des réseaux karstiques de cette région est indispensable pour une mise en contexte des fossiles découverts, pour une meilleure compréhension des processus de formation stratigraphique des sédiments qui les contiennent, et de là, la possibilité de découvrir d'autres spécimens.

## **Procédure d'intervention**

Les prospections thermiques pédestres ont été effectuées après les vols, en fin de matinée et l'après-midi.

La plupart des prises de vue thermiques ont été réalisées à différentes échelles : des vues d'ensemble pour comprendre les phénomènes généraux de flux d'air et localiser les zones humides et de détail pour une perception des phénomènes à grande échelle.

## **Aléas d'une mission sur le terrain...**

Le travail en souterrain avec la caméra thermique (Flir T620) a permis de détecter un problème de conceptuel interne : la prise de vue classique impossible dans un milieu sans lumière et à fort taux d'humidité. Ce problème a été reporté à Flir qui est en train de développer un programme pour palier à cela. Les conséquences de ce problème n'ont pas été dommageables pour la mission dans la mesure où les images thermiques ont été réalisées.

## **Procédure de traitement des données acquises**

Plusieurs dizaines de clichés thermiques ont été acquis au cours de ces prospections pédestres sur les sites de Kromdraai et Sterkfontein. Il a été possible de réaliser une analyse individuelle de chaque cliché puis de confronter les résultats pour arriver à une analyse globale du réseau souterrain.

## Principaux résultats

### Sur le site de Sterkfontein – en surface

Suite au vol de prospection thermique sur et autour de Sterkfontein plusieurs anomalies thermiques ont été identifiées (cf Nicolas Poirier). Une vérification au sol de chaque anomalie a été réalisée.

- Le **premier point chaud** identifié par la prospection thermique aérienne (Cf. Nicolas Poirier, p.10, pt. 3) correspond, au sol, à un trou d'une dizaine de centimètre situé au sud du site de Sterkfontein, en bordure de l'excavation. La vérification au sol de ce point chaud a été réalisée en début d'un chaud après-midi, ce qui explique l'inversion des températures (l'air ambiant extérieur est plus chaud que l'air sortant du réseau souterrain). Ce trou correspond à une résurgence d'air plus froid provenant de l'intérieur du réseau karstique. Il pourrait correspondre au point d'entrée de Littlefoot dans le réseau

L'air qui sort du réseau (au niveau du mélange d'air entre l'intérieur et l'extérieur) est de 18.1° (en prune sur l'image thermique). Cette colonne d'air se diffuse. Il est « plaqué au sol par l'air plus chaud ambiant et se réchauffe rapidement au contact de cet air. Il passe ainsi, en quelques centimètres, de 18.1° à 23.3°.

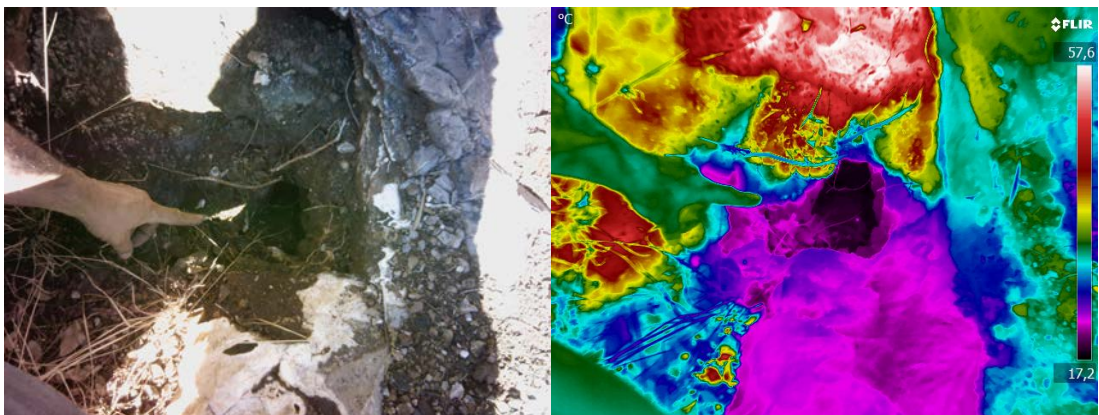


Figure 1 : Vérification d'un point chaud découvert en prospection thermique aérienne, vue rapprochée

- Le **second point chaud** repéré par prospection thermique aérienne se trouve au sud-est du site de Sterkfontein, à quelques centaines de mètres du périmètre du réseau connu. (Cf Nicolas Poirier, p. 10, pt.21). Cette image a été prise à 6h46 du matin à un moment où la température extérieure était négative. Ce point chaud correspond à un caillou affleurant la surface. Ce caillou transmet la température d'une possible cavité souterraine située sous lui.

Le bord du caillou (par là où passe l'air sous-jacent) est au contact de l'air froid extérieur à 3.6°. La surface du caillou qui à 0.7° (le caillou est directement en contact avec l'air froid extérieur ambiant (température négatives). Très rapidement au contact de l'air froid matinal, l'air provenant du réseau souterrain se refroidit et passe 3.6° à -2.7°. Cette anomalie thermique pourrait être l'indice de la présence d'un réseau souterrain peut être, un extension du réseau karstique de Sterkfontein.



Figure 2 : Prospection pédestre thermique, site de Sterkfontein, vue rapprochée

### Sur le site de Sterkfontein – en souterrain

Deux prospections pédestres ont été réalisées dans le réseau souterrain de Sterkfontein. Les observations faites ont portées sur les variations de températures et les traces d'humidité.

#### o Les variations de température à l'intérieur du réseau

Cette image a été prise dans le réseau souterrain de Sterkfontein, dans XXXXX. Le travail de l'image thermique permet de faire deux observations :

La première : Le couloir photographié, qui débouche sur la salle XXXX, est parcouru par un air plus chaud (en blanc – 17.3° et rouge – 16° sur l'image) que cette dernière. Au débouché du couloir, l'air chaud monte et vient butter contre le plafond de la salle XXXX. Il se propage à l'intérieur et au fur et à mesure de son avancé dans la salle XXX, il se refroidit au contact de l'air plus froid, passant de 17.3° à 14.8° en quelques mètres.

La seconde observation concerna la mise en évidence de la présence de deux zones humide : une smaltite et une infiltration par la paroi (en violet sur l'image : 14.1°).

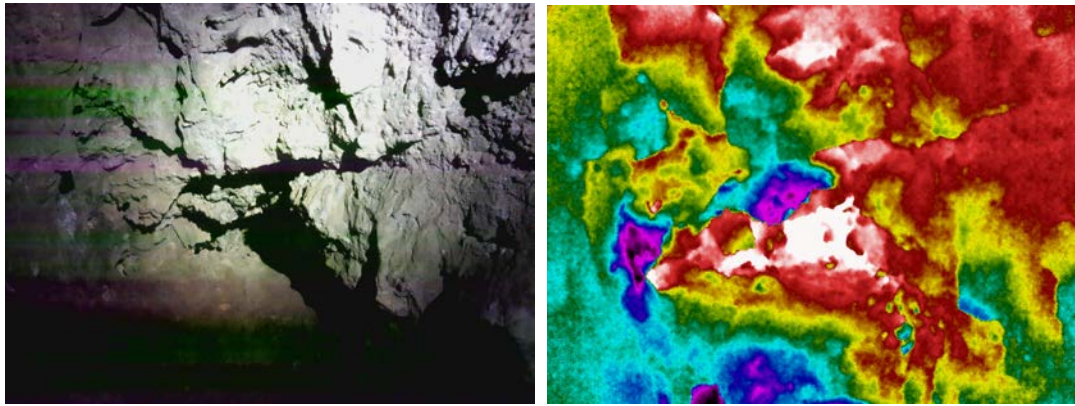


Figure 3 : Prospection pédestre thermique, site de Sterkfontein, vue rapprochée

- **L'humidité**

**Couloir XXXX** : dans cet exemple, l'eau ne coule pas, elle suinte le long de la paroi (suintement est visible à l'œil nu).

3 zones humides sont repérables (en bleu foncé sur l'image – 9.7°) sur l'image. Les taches plus foncées (donc plus froide que l'air ambiant) sont les endroits où l'eau arrive par goutte à goutte. Les zones en bleu moyen (10.1°) sont les secteurs directement impactés par l'eau (refroidissement – 10° - 10.8°). Ce suintement d'eau provient des parties supérieures du réseau et a des répercussions sur la moitié de la paroi (elle n'affecte pas ou peu moins la paroi en face en rouge sur l'image). Cette image, permet également de réfléchir aux différences de température à l'intérieur même des zones humides (en bleues sur l'image). On distingue ainsi des zones plus sombres (bleus foncés – 9.7°) qui correspondent aux arrivées de l'eau. On peut également voir, dans la partie haute, l'écoulement de l'eau qui provient du plafond. Cette image permet donc de comprendre comment l'eau se propage dans cette salle.



Figure 4 : Prospection pédestre thermique, site de Sterkfontein, vue globale

Une image thermique a été réalisée sur la seule partie humide au sol. Cette image de détail permet de voir que l'eau provient de deux endroits et permet de localiser les endroits précis où les gouttes d'eau arrivent (en prune sur l'image : 10°). On voit également l'influence froide de cette eau (en vert – 10.8° et jaune – 11.1°).

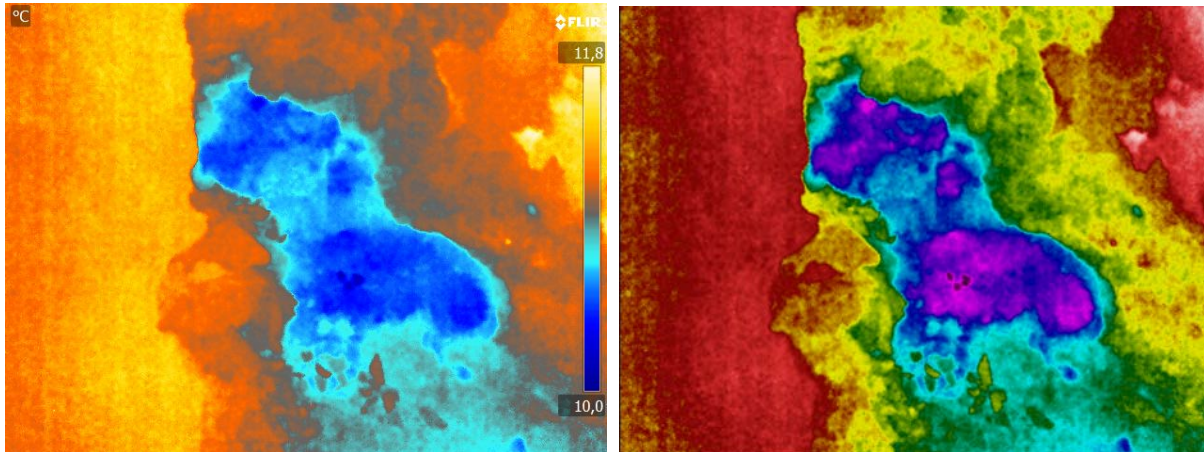


Figure 5 : Prospection pédestre thermique, site de Sterkfontein, vue de détail

Une image thermique a été réalisée sur le sol du couloir XXXX. Elle permet de voir les zones d'impact des gouttes provenant du plafond (en violet sur l'image de gauche). L'image retravaillée permet localisation avec plus de précision les points d'impacts, de différencier les plus actifs (plus froids – ici en noir et violet : 13.9°) des points d'impacts les moins actifs (ici en rose : 14.1°). La zone bleue (14°) étant la zone directement influencée par ces points d'humidité.

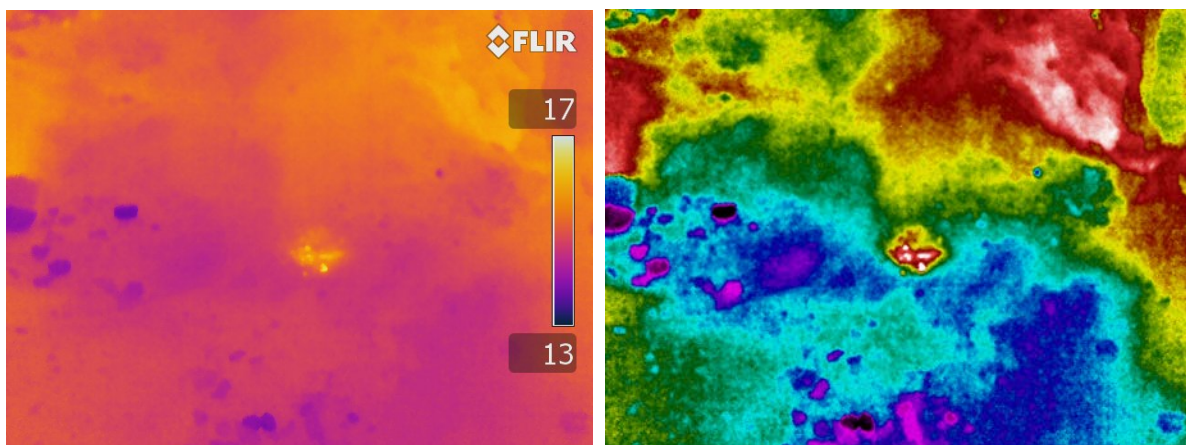


Figure 6 : Prospection pédestre thermique, site de Sterkfontein, vue de détail

### Sur le site de Kromdraai

Sur le site de Kromdraai et dans ces alentours, deux visites des différents réseaux karstiques ont été faits. Ces prospections ont essentiellement eut pour objectifs de comprendre les circulations d'air propres à chaque réseau et de voir s'ils n'étaient pas indicateurs d'extensions du réseau.

- Prise de vue faite depuis l'entrée d'un des départs de réseau de Kromdraai.

A l'intérieur du réseau de Kromdraai, dans le couloir XXXX, des images thermiques ont été faites. Elles permettent de voir deux arrivées d'air chaud qui débouchent dans le conduit XXX qui mène à l'extérieur qui est parcouru par de l'air plus froid (température négatives lors de la prise de vue) que celui provenant des deux boyaux. L'air chaud qui arrive des deux galeries est plus chaud (16.3°), monte et se refroidit très rapidement (descendant jusqu'à 12.1° en quelques mètres).

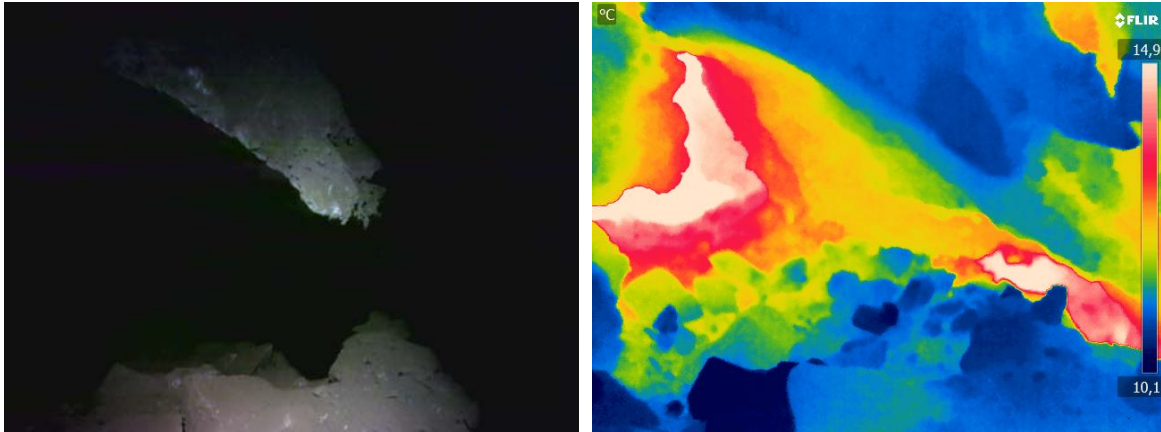


Figure 7 : Prospection pédestre thermique, site de Kromdraai, vue globale

Si l'on réduit l'observation thermique strictement aux zones ayant une température comprise entre 16° et 12°, on obtient l'image ci-dessous. Elle permet de mieux localiser l'endroit précis d'où vient l'air chaud dans les galeries. Cet air chaud provient de la gauche ; ce qui peut indiquer la direction du réseau.

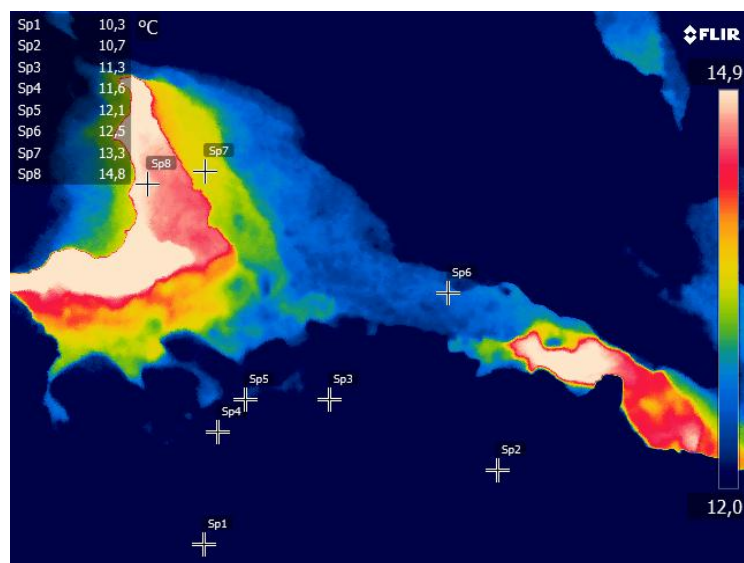


Figure 8 : Prospection pédestre thermique, site de Kromdraai, vue globale



Si l'on réduit encore un peu plus la fenêtre d'observation et que l'on ne prend en compte que les zones situées entre 16° et 15°, on se rend compte que l'air chaud qui arrive des deux galeries n'est pas à la même température. Celui qui provient de la galerie de gauche est à 16.7°. Celui de la galerie de droite est à 15.3°. Cela pose des questions, parmi lesquelles celles ci : Cet air provient t'il de la même source ? Si oui, pourquoi une telle différence ? Est-il possible qu'une galerie intermédiaire parcourue par un air plus froid impacte la galerie de droite ?

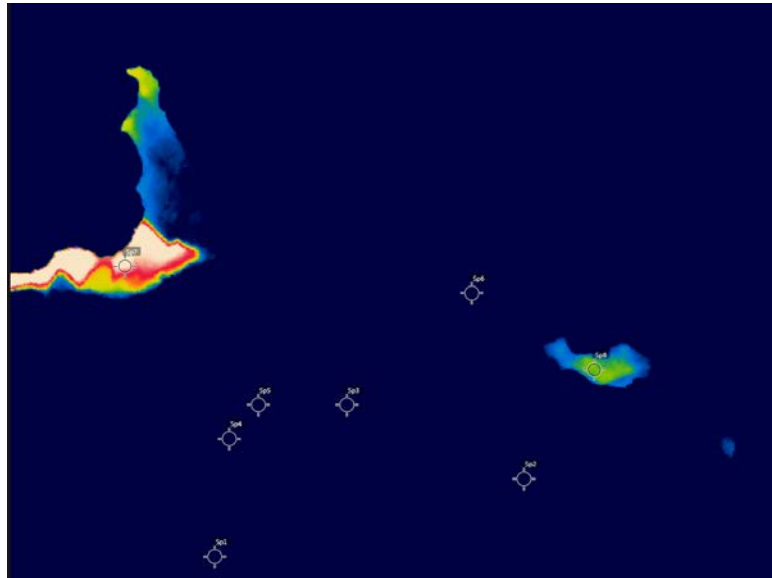


Figure 9 : Prospection pédestre thermique, site de Kromdraai, vue globale

- Prise de vue entre Kromdraai et Sterkfontein

Les images thermiques permettent donc d'observer les masses d'air, de visualiser leur trajet et les mélanges thermiques.

L'image thermique de ce couloir souterrain (couloir XXX) permet de distinguer un courant d'air chaud (12.8°) qui se diffuse par le plafond, puis longe les parois et plafonds de la salle XXX. Une fois dans cette salle, l'air chaud se mélange assez rapidement avec l'air plus froid de cette dernière et passe de 12° à 9°. Les arrêtes saillantes de la salle où débouche ce couloir sont soumises à l'air plus froid de la salle (en vert sur l'image : 7°). Les fissures latérales qui partent du couloir, sont elles sous l'influence de l'air chaud du couloir (en rouge sur l'image : 10°).

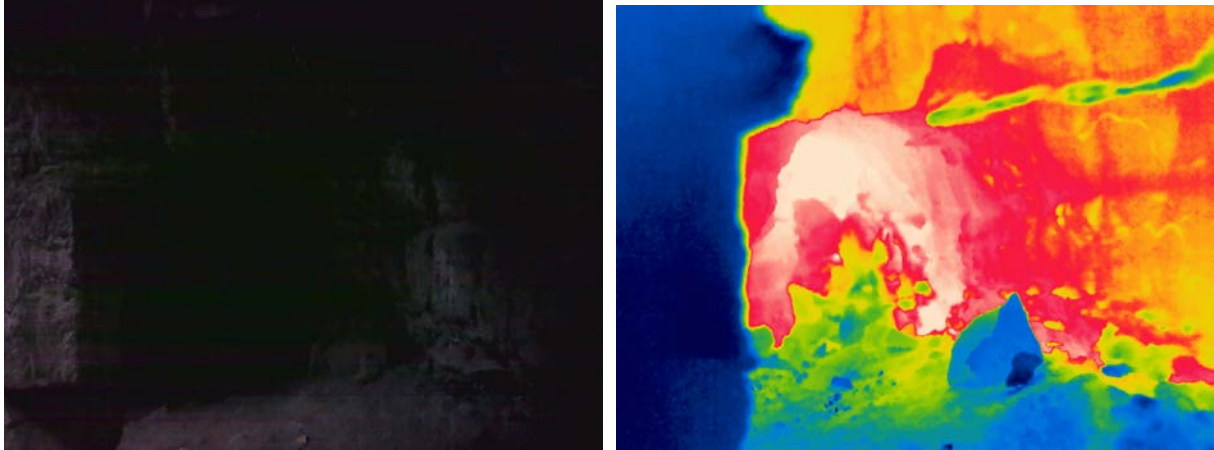


Figure 10 : Prospection pédestre thermique, site de XXXX, vue générale

## Conclusion

Au final, malgré les aléas technique liés à un problème interne de la caméra utilisée, les images thermiques pédestres ont démontrées leur potentiel en matière de confirmation des observations faites durant la prospection thermique aéroportée et la compréhension des courants d'air et des zones humides en milieux souterrain.

Il serait souhaitable de poursuivre nos investigations sur ce secteur, notamment en complément de la couverture thermique aéroportée entre les deux sites de Kromdraai et Sterkfontein et pour continuer la prospection des réseaux souterrains (prospection non achevée).

