

# ARCANA

## Appareil de Repérage de Cavité Artificielle ou Naturelle Accessible

### Notice succincte

---

#### ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS

**ÉMETTEUR** : bobinage sur ferrite disposé verticalement, produisant un champ magnétique alternatif à fréquence audible ( $< 1000$  Hz), alimenté par batterie interne et protégé par un boîtier étanche.

**RÉCEPTEUR** : bobinage toroïdal de type goniométrique, connecté à un amplificateur à grand gain, à contrôle visuel (galvanomètre) et auditif.



ÉMETTEUR

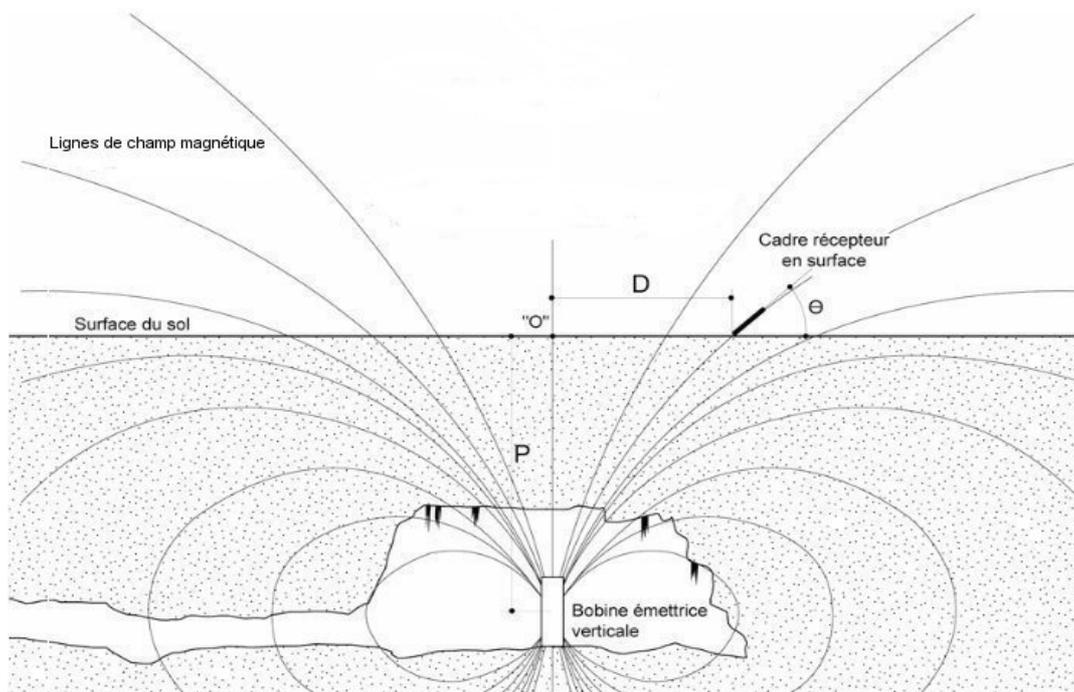


RÉCEPTEUR

## MISE EN ŒUVRE

L'émetteur est mis en place à l'intérieur de la cavité, à l'emplacement à repérer. Le cordon de suspension permet l'accrochage à un trépied ou au plafond de la galerie par piton. L'équilibre interne des masses assure la verticalité du bobinage, en s'assurant bien entendu que le boîtier ne touche aucune paroi.

Dès la mise en service, la recherche en surface peut commencer. La directivité importante de l'antenne permet de déterminer au minimum deux directions formant un angle le plus près possible de 90°. La direction de la verticale du point d'émission correspond à la position de l'antenne pour laquelle le signal reçu est minimal. La matérialisation au sol de ces lignes par des cordelettes permet, à leur intersection, de repérer la verticale du point d'émission. (« O » sur la coupe ci-dessous). Une troisième visée suffit en général à confirmer le point ainsi déterminé avec une précision de l'ordre de 1% de la profondeur.



Après avoir déterminé la verticale du point d'émission, la phase suivante consiste à déterminer sa profondeur (P sur la figure ci-dessus).

Pour cela, il existe une relation mathématique permettant de calculer la profondeur P en mesurant l'angle  $\theta$  d'une ligne de champ par rapport à l'horizontale à la distance D de la verticale du point d'émission :  $P = k_{(\theta)}.D$ , le coefficient  $k_{(\theta)}$  ne dépendant que de l'angle  $\theta$ .

Sur le terrain, la directivité de l'antenne, munie d'un clisimètre électronique (dispositif de mesure d'angle), permet de déterminer rapidement l'angle  $\theta$ , et par suite, la profondeur P par calcul à l'aide d'un micro-ordinateur portable ou d'une calculatrice programmable. Pour la mesure de la distance D, l'emploi d'un télémètre laser topographique permet de déterminer en une seule visée la projection sur l'horizontale de cette distance et l'éventuelle différence d'altitude entre l'antenne et le point « O » si le terrain n'est pas plat. Pour améliorer la précision, il est conseillé de procéder à deux autres mesures dans des directions différentes.

## RÉFÉRENCES

La toute première version de l'ARCANA a été construite en 1988, et a fait l'objet d'une publication dans la revue périodique du Groupe Spéléologique Corrèze « S.C. INFO » n° 12 Printemps 88.

Plus tard, cet article a été mis en ligne par le Comité Départemental de Spéléologie de la Corrèze (CDS 19). Il peut être consulté grâce au lien suivant : [http://www.speleo-correze.org/arcana/article\\_arcana.htm](http://www.speleo-correze.org/arcana/article_arcana.htm) . Bien que les schémas électroniques de l'émetteur et du récepteur soient maintenant obsolètes, l'article décrit le calcul du coefficient  $k_{(\theta)}$ , toujours valable.

Avec cette première version, de nombreux repérages ont été effectués, et ont permis d'ouvrir de nouveaux accès à des réseaux souterrains d'accès difficiles ou dangereux, notamment :

- Réseau des Jonquilles près de Noailles (Corrèze)
- Grotte de Murel (Chasteaux) : ancienne entrée dans un tunnel de la ligne SNCF Paris-Toulouse.
- Découverte de l'origine de la pollution de la résurgence de Sarconnat, près d'Excideuil (Dordogne) : Un tas de fumier dans une cour de ferme était à l'origine de la pollution et la précision du repérage a été confirmée par un forage.
- Localisation du puits d'accès en vue de l'aménagement de la grotte de Tourtoirac (Dordogne). Le seul accès naturel était un siphon dangereux, dont l'exploration avait donné lieu par le passé à un double accident mortel.

Après la mise en ligne de l'article paru dans le « S.C. INFO », de nombreuses copies de l'appareil ont été réalisées dans la France entière, et un forum a même été créé sur le site Internet de la Fédération Française de Spéléologie sur ce sujet : <http://forum.ffspeleo.fr/viewtopic.php?id=3709>

Depuis 2009, de nouvelles versions de l'ARCANA ont été développées par l'auteur de ces lignes, de plus en plus performantes, l'amélioration la plus notable étant constituée par l'adjonction dans l'émetteur d'un circuit de réception d'un signal « d'accusé-réception », permettant à l'équipe de « fond » de savoir que les mesures sont terminées en surface et qu'elle peut décrocher l'émetteur et remonter, ou même le déplacer vers un nouvel emplacement à repérer, suivant ce qui avait été convenu à l'avance. Pour l'instant, la portée de ce signal n'est que d'une cinquantaine de mètres, mais elle devrait pouvoir être considérablement améliorée car dans le sens fond vers surface, le signal reste audible jusqu'à près de 200 mètres.

Ces nouvelles versions ont permis notamment les repérages suivants :

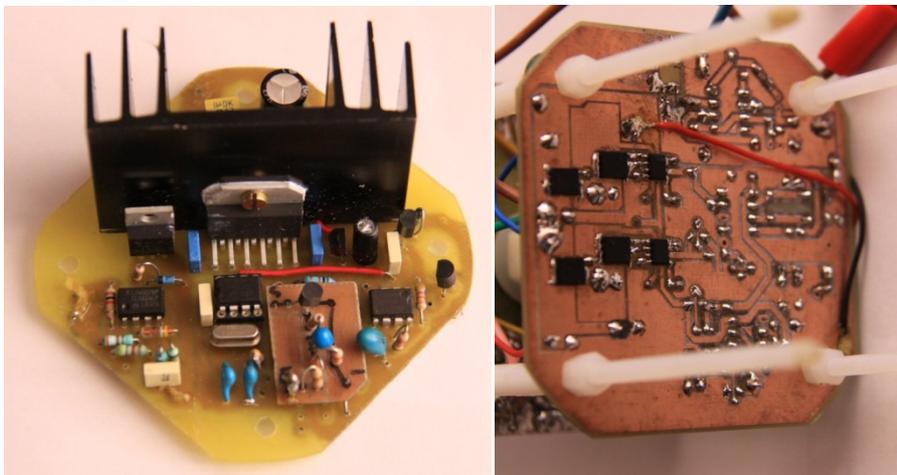
- Ouverture d'un nouvel accès à la grotte de Fontilles (Chasteaux) : là aussi, l'ancienne entrée était située dans un tunnel SNCF Paris-Toulouse.
- Rectification de la topographie du réseau des pertes de Thémines (Lot) où une erreur d'environ 160m existait en raison d'une succession de siphons.
- Ouverture d'un nouvel accès au réseau de l'émergence de Combe Nègre à Loupiac, près de Souillac (Lot) permettant ainsi de court-circuiter plus de 800m de siphons.

## CONTRIBUTION DU FABLAB19

Les anciennes versions de l'ARCANA avaient été réalisées avec des composants traversant, montés sur circuits imprimés réalisés sur plaques photosensibles, avec gravure chimique, faciles à réaliser « à la maison ».

L'évolution technique de l'électronique a nécessité le passage aux composants montés en surface (CMS), dont la finesse de tracé du plan de montage rendait la réalisation difficile sans matériel particulier inaccessible à l'amateur, et c'est là que l'adhésion au FABLAB19 a été déterminante, en permettant à l'auteur de bénéficier d'une formation au logiciel de CFAO « EAGLE », et d'apprendre à utiliser la machine à graver LPKF S62, indispensable pour la réalisation des plaques de circuits.

Merci aux membres du FABLAB19 pour leur partage bénévole de connaissances, et en particulier à Claude REIGNER pour sa compétence et sa patience !



Ancien circuit de puissance, utilisant un C.I. de commande de moteur, nécessitant un radiateur

Nouveau circuit de puissance, à transistors MOSFET de très faible  $R_{DS(on)}$ , en CMS, sans radiateur

## DÉVELOPPEMENTS FUTURS

La prochaine version, en cours d'étude, permettra, en plus des fonctionnalités actuelles, de communiquer par télégraphie, au moyen d'une tablette et d'un système de communication sans fil avec l'émetteur, qui pourra également assurer la fonction de récepteur, pour échanger des messages en clair avec la surface, à une profondeur pouvant dépasser les 50 mètres.

Cette version sera également très utile pour la coordination d'opérations de spéléo-secours.

Jean-Louis AMIARD

Ingénieur Arts et Métiers (Angers 67)