



Baptiste-Savoie 50 / CH-2610 St-Imier / tel. 032 941 61 30 / fax. 032 941 15 19 / C.C.P.: 10-732824-2  
Mail: [guerne@swissonline.ch](mailto:guerne@swissonline.ch)  
URL: <http://www.digger.ch>

---

# Lettre d'informations de l'association

## DIGGER DTR

### Introduction

Notre association vient de fêter son premier anniversaire. Même si ses membres ne peuvent travailler qu'à temps très partiel, bien des choses se sont passées depuis une année.

Nous avons aussi passablement revu nos buts, cela surtout face aux besoins urgents des hommes et femmes travaillant dans les champs de mines. Comme vous pourrez vous en rendre compte, nos objectifs actuels, en cette fin d'année, sont passablement différents de ceux poursuivis jusqu'alors. Cependant, nous ne laissons nullement tomber nos projets initiaux; nous prenons plutôt le changement de direction actuel comme une étape intermédiaire pour mieux les concrétiser.

Ce document se veut destiné à tous les « Amis de DIGGER » comme nous les appelons, ce qui signifie qu'il va toucher des lecteurs de différente origine, qu'elle soit technique ou non. Normalement nous avons réalisé la présente lettre de manière à être accessible à tous. Cependant, le chapitre « Travaux effectués cette année: Détection du TNT par Résonance Magnétique Nucléaire » de part sa nature n'a pas pu être épuré des termes techniques autant que les autres, il est donc passablement indigeste pour les lecteurs non-techniques, nous en sommes désolé.

Si vous désirez en savoir plus sur DIGGER DTR, un cd multimédia est en cours de préparation, il sera disponible à partir du début de l'année prochaine. Commandez-le nous (~10 CHF) ou alors connectez-vous sous [www.digger.ch](http://www.digger.ch).

### Changement de direction

Notre projet principal jusqu'alors était de développer un système mobile destiné au déminage, combinant creusage du sol et détection dans celui-ci de présence d'explosif par le biais de résonance nucléaire (RMN, RQN). Ce projet, de par sa complexité et le manque de maturité de la technique de détection, nécessite un développement sur une longue période. Cependant, la problématique des mines est actuelle, c'est aujourd'hui que des vies doivent être épargnées! Donc, après bien des remises en questions, nous avons décidé de changer de route momentanément, pour nous consacrer à un projet à bien plus courte échéance.

C'est suite à nos contacts avec la Fédération Suisse de déminage (FSD), qui est en relation étroite avec les hommes de terrain, que nous en sommes venus au projet de réalisation d'un véhicule télécommandé léger de débroussaillage.

Il est nécessaire de savoir qu'à l'heure actuelle, environ la moitié du temps nécessaire au déminage humanitaire est passé à préparer le terrain en coupant la végétation. De plus, cette tâche en raison des mines activées par fil piège par exemple, est spécialement dangereuse. On estime que neuf accidents de déminage sur dix ont lieu lors de cette opération.

Notre projet est donc, en étroite collaboration avec la FSD, de développer et réaliser un véhicule



Baptiste-Savoie 50 / CH-2610 St-Imier / tel. 032 941 61 30 / fax. 032 941 15 19 / C.C.P.: 10-732824-2  
Mail: [guerne@swissonline.ch](mailto:guerne@swissonline.ch)  
URL: <http://www.digger.ch>

télécommandé, léger et tout-terrains; permettant de défricher des zones pas ou difficilement accessibles par des systèmes plus lourds.

La collaboration avec la FSD nous ouvre des portes du côté de spécialistes en explosifs, blindage, techniques de déminage et autre. De plus nous aurons par ce biais, la possibilité de tester notre outil en conditions réelles. DIGGER DTR espère aussi que ce projet permette d'acquérir une plus grande expérience du terrain, nécessaire pour la réalisation de ses projets initiaux.

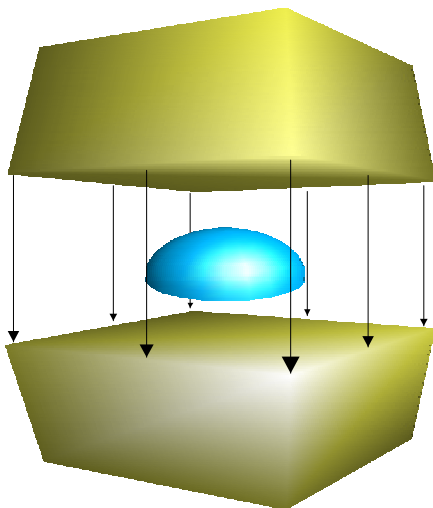
## Travaux effectués cette année

### *Rappel du projet initial*

Pour mieux comprendre ce qui a été réalisé cette année, nous nous permettons de rappeler succinctement en quoi consiste notre projet initial.

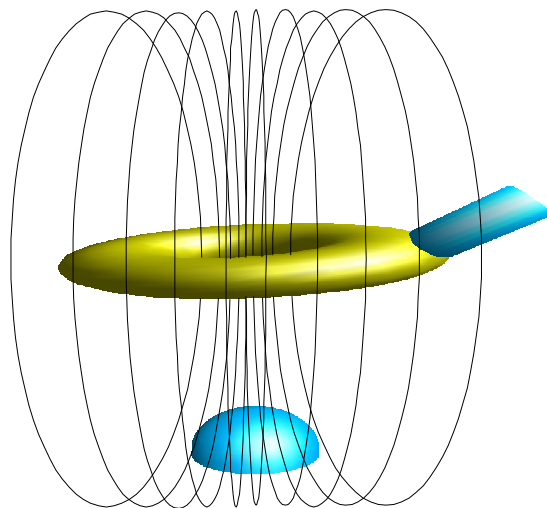
Nous désirons réaliser un système permettant la détection des mines antipersonnel en détectant la matière explosive (TNT, RDX). Pour ce faire la méthode utilisée est la Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) ou/et Résonance Quadratique Nucléaire (RQN).

La technique RMN implique que l'échantillon sous test (terre potentiellement contaminée) soit plongé dans un champ magnétique homogène. Ceci est habituellement réalisé en plaçant l'échantillon entre les pôles d'un électroaimant, impliquant donc que l'on accède de deux coté de l'élément à mesurer (Figure 1). En technique de déminage, cette approche pose problème. En effet, la mine enterrée ne permet pas cet accès de deux côtés. Les détecteurs de métaux classiques par exemple n'ont besoin que de l'accès par un côté (Figure 2).



*Figure 1*

*Principe d'accès de deux côtés nécessaire en RMN*



*Figure 2*

*Principe d'accès d'un seul côté d'un détecteur de métal*

Certaines configurations d'aimants permettent de créer le champ homogène nécessaire à la RMN par un seul côté, mais pour des distances de travail n'excédant pas une dizaine de centimètres, ce qui



Baptiste-Savoie 50 / CH-2610 St-Imier / tel. 032 941 61 30 / fax. 032 941 15 19 / C.C.P.: 10-732824-2  
Mail: [guerne@swissonline.ch](mailto:guerne@swissonline.ch)  
URL: <http://www.digger.ch>

---

n'est pas suffisant en technique de déminage.

La technique RQN, a l'avantage de permettre cette approche d'un seul côté. Cependant, de par la faible énergie des signaux émis, à nouveau, on n'arrive actuellement pas à détecter une mine (TNT) à beaucoup plus de 10 centimètres.

Conscients de ces problèmes, nous avons imaginés un système tentant de tirer profit du formidable avantage qu'est la détection de la matière explosive (signature quasi parfaite de la mine) et ceci en introduisant la matière à tester **dans** le détecteur, s'affranchissant ainsi du problème de l'accès d'un seul côté et augmentant du même coup le couplage entre matière et détecteur.

Pour ce faire, notre système doit comporter une partie mécanique de fraisage et convoyage du sol dans le détecteur, comme le montre la Figure 3.

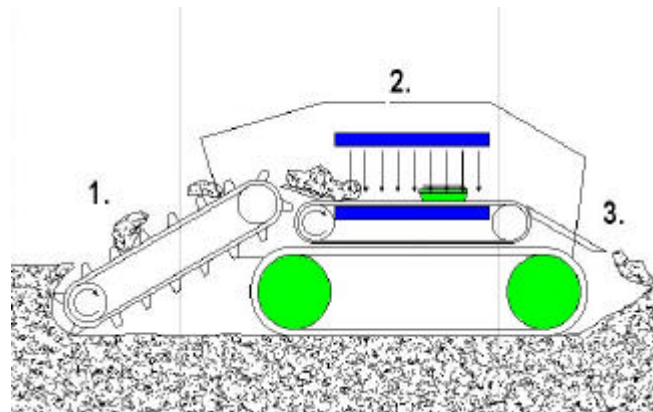


Figure 3

### *Détection du TNT par Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)*

Nous avons réalisé un spectromètre RMN par impulsion de laboratoire, pour l'analyse de petits volumes (quelques cm<sup>3</sup>). Il ne s'agit bien entendu pas d'une installation de pointe, mais d'un système de base à très faible coût (<1000 CHF), permettant une analyse grossière des échantillons.

Ont été réalisés :

- Une source de courant (1-10 A) destinée à alimenter l'électroaimant et ce, en garantissant une fluctuation dans le temps inférieure à 1/1000.
- Un générateur d'impulsion (B<sub>1</sub>) pouvant fournir une puissance instantanée de 1.6 kW. Il permet de générer des séquences d'impulsion à fréquence fondamentale de plusieurs MHz (nous travaillons pour l'instant à 3 MHz) et de longueur de bursts entièrement programmable.
- Un amplificateur de réception à très faible bruit fournissant un gain allant jusqu'à 100 dB.
- Une interface micro-contrôleur permettant une gestion aisée, via PC, de tous les paramètres du système.
- Un software PC de contrôle (destiné aussi à l'acquisition par la suite).



Baptiste-Savoie 50 / CH-2610 St-Imier / tel. 032 941 61 30 / fax. 032 941 15 19 / C.C.P.: 10-732824-2  
Mail: [guerne@swissonline.ch](mailto:guerne@swissonline.ch)  
URL: <http://www.digger.ch>

Pour l'heure, les acquisitions ainsi que le traitement de signal se font uniquement via un oscilloscope numérique. Il sera tout prochainement remplacé par une carte d'acquisition et le traitement de signal sera fait sur PC.

Les Figures 4, 5 et 6 sont quelques photos de notre installation RMN.



Figure 4

Vue d'ensemble du spectromètre



Figure 5

Tête de mesure avec éprouvette

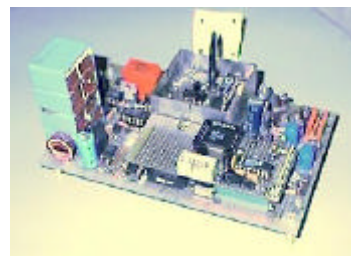


Figure 6

Électronique (pulser, ampli, interface)

Notre installation est fonctionnelle et nous délivre déjà des résultats de résonance du proton pour quelques substances simples à analyser. Pour l'instant, nous n'avons pas poussé nos investigations très loin de ce côté en attendant que la carte d'acquisition soit terminée et nous permette ainsi de procéder au traitement numérique des données.

Nous avons néanmoins des mesures (Exemples : Figures 7 et 8) dans le domaine temporel d'échantillons d'eau et de bois (cellulose).

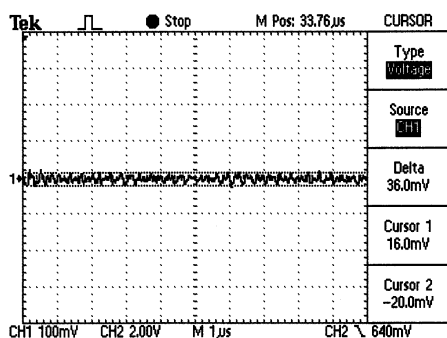


Figure 7

Oscillogramme d'une analyse sans échantillon.

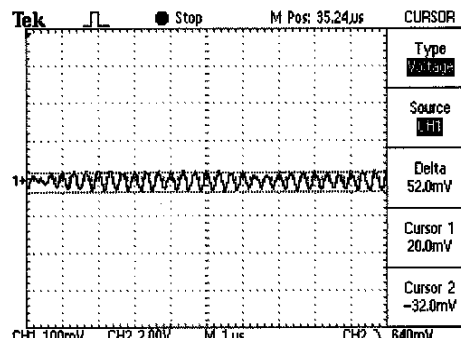


Figure 8

Dans les mêmes conditions, échantillon d'eau

Les deux mesures ci-dessus ont été réalisées avec une impulsion RF de 90°. Le champ B<sub>0</sub> vaut env. 70.5 mT. Les oscillogrammes affichés sont issus d'une moyenne sur 128 traces (durée de la mesure env. 10 minutes !!). Les oscillogrammes sont «pris» 10 μs après la fin de l'impulsion.

Nous avons bien tenté de mesurer notre échantillon de TNT, mais sans succès. En effet, sa courte constante de temps spin-spin (T<sub>2</sub>) a pour conséquence que le signal décroît très vite après l'impulsion RF, ce qui nous oblige à commuter entre émission et réception très rapidement et aussi de travailler avec des signaux de faible amplitude. Le seul traitement de signal que nous offre notre oscilloscope



Baptiste-Savoie 50 / CH-2610 St-Imier / tel. 032 941 61 30 / fax. 032 941 15 19 / C.C.P.: 10-732824-2  
Mail: [guerne@swissonline.ch](mailto:guerne@swissonline.ch)  
URL: <http://www.digger.ch>

---

digital (moyennage sur n traces) ainsi que les séquences de pulses que nous utilisons actuellement ne suffisent plus pour ce cas. Nous devons donc attendre la carte d'acquisition en cours de fabrication pour aller de l'avant.

### *Système de fraisage du sol*

En parallèle au développement du détecteur, nous avons travaillé sur la conception de l'outil de fraisage du sol. Le dessin d'ensemble du premier prototype est terminé.

Il s'agira d'une machine capable de creuser à une profondeur de 30-40 cm et ce, sur une largeur de un mètre.

Tout le système doit être robuste de manière à pouvoir survivre aux éventuelles mines antipersonnel qu'il fera détonner. De plus, pour des raisons d'entretien dans le terrain, toute la machine à été conçue avec des matériaux de base tels qu'acier et bois. Nous nous sommes fortement inspirés des techniques employées dans le domaine des machines agricoles qui sont très proches de notre application.

La date de réalisation d'un prototype est actuellement en discussion face à notre changement momentané de direction. Cependant cette partie n'est nullement remise en question, éventuellement différée.

### *Site internet*

Vous pouvez suivre l'évolution de nos travaux sur notre site internet : <http://www.digger.ch>.

## **Conclusion**

Travailler dans le domaine de la recherche en technologie de déminage n'est pas chose aisée. En effet, au delà des aspects techniques (qui nous posent déjà passablement de problèmes...) il faut en permanence remettre en question notre travail face aux besoins présents des démineurs. Cependant, notre but premier qui est d'amener de nouvelles technologies pour accélérer le déminage, subsiste. Nous devons donc toujours garder cet équilibre entre développer des appareils complexes dont le développement est a trop long terme et de l'autre côté, nous cantonner à travailler avec des méthodes traditionnelles qui n'aboutiront sur aucunes réelles innovations.

Nous sommes, en cette fin d'année, spécialement heureux de notre collaboration avec la Fédération Suisse de déminage (FSD), qui en plus d'être en contact direct avec le terrain, est aussi réellement ouverte à l'innovation.

Nous ne voulons pas oublier toutes les personnes qui nous ont appuyées et encouragées durant l'année passée. Un grand merci à vous tous.

*Recommande à l'Eternel tes œuvres, et tes projets se réaliseront.*

*Proverbes 16:3*