

notes et documents

UTILISATION DES EXPLOSIFS EN AGRICULTURE

A un moment où la main-d'œuvre fait défaut et coûte cher, où le matériel mécanique est très rare, l'explosif peut faciliter et accélérer les travaux les plus pénibles (dessouchage, dérochement, défoncement, creusement de drains, etc...), et les plus coûteux en main-d'œuvre.

Nous avons pensé qu'il était utile de faire une mise au point de cette importante question, tenant compte de l'expérience acquise à la suite de la récente guerre. Notre but est d'attirer l'attention des agriculteurs sur les explosifs utilisables par un personnel non spécialisé et généralement peu habile, ainsi que sur la façon de les employer dans les principales occasions où leur utilisation peut être préconisée.

J. A. MASSIBOT,

Chef du Service des Recherches Agronomiques de l'I.F.A.C.

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LES EXPLOSIFS ET LEURS ACCESSOIRES

Nous voyons habituellement dans le mot explosif, un moyen de détruire, un engin de mort; les inventeurs d'explosifs ne sont pour nous que de mauvais génies; et pourtant, en temps de paix, l'explosif a de nombreuses utilités. Dans les mines, les carrières, son emploi devrait se généraliser, car il permet de soulager l'homme, en le remplaçant dans des travaux pénibles.

En Agriculture, tant Métropolitaine que Coloniale, il permet de faire de nombreux durs travaux en un temps record, avec peu de main-d'œuvre et sans fatigue. Si les explosifs sont coûteux, la dépense faite se trouve largement compensée par la valeur des résultats obtenus.

A. — QU'EST-CE QU'UN EXPLOSIF ?

C'est un corps solide ou liquide, qui sous l'effet d'une excitation convenable (chaleur ou choc) se transforme très rapidement à très haute température, en une grande quantité de gaz ayant un volume infiniment plus grand que celui de l'explosif dans sa forme primitive.

Les explosifs peuvent avoir deux modes de transformation :

— **Par déflagration** : Ex. : « La poudre noire » — la vitesse de décomposition est faible.

— **Par détonation** : Ex. : « Les explosifs proprement dits » — très grande vitesse de décomposition (Ex. : mélinite : 7.000 m/sec.).

Les explosifs qui peuvent nous intéresser ne peuvent être amenés à détoner que par l'intermédiaire d'un agent secondaire : détonateur ou amorce électrique.

B. — LES DIVERSES SORTES D'EXPLOSIFS

I. — LES POUDRES ou explosifs lents.

Les poudres noires : Substances à base de salpêtre. — Le transport de ces poudres ne présente aucune difficulté, car elles

supportent bien les chocs; il faut seulement empêcher qu'il ne se produise des étincelles par l'action d'objets en fer ou en acier sur des pierres, ce qui pourrait provoquer des explosions. Il faut aussi éviter l'humidité.

L'utilisation de ces poudres est assez facile, la mise à feu se fait avec une mèche de sûreté, il n'y a pas besoin de détonateur.

La force explosive de ces poudres noires est faible; elles sont sans beaucoup d'intérêt actuellement. Elles furent utilisées pendant longtemps dans la région de Verdun en « Zone Rouge », pour rendre possible la culture de très grandes superficies (extraction et débit de vieilles souches, et éclatement de vieux obus et grenades).

2. — LES DYNAMITES.

a) **Les dynamites proprement dites** sont des explosifs brisants, à base essentielle de nitro-glycérine.

La nitro-glycérine isolée en 1848 ne fut utilisée pratiquement qu'après la découverte de NOBEL en 1864, qui démontra que ce puissant explosif pouvait détoner sous l'action d'une amorce à poudre noire, ou mieux de fulminate de mercure. C'est un explosif liquide et, par l'incorporation de matières inertes, on parvient à le rendre plus ou moins plastique, sans lui faire perdre aucune de ses propriétés. Cet explosif ainsi transformé est susceptible d'être encartouché.

Depuis les travaux sur la gélatinisation de la nitroglycérine par le coton poudre, on trouve dans l'industrie, des explosifs de toutes catégories, des dynamites où l'absorbant inerte est remplacé par des substances actives. Le maniement de ces explosifs offre dans des mains inexpertes des dangers qui résultent de l'exsudation, du gel et de la conservation; aussi ne conviennent-ils pas aux usages forestiers et agricoles. Cependant, quelques types perfectionnés d'explosifs présentent toute sécurité dans la manipulation, et sont mis par l'industrie à la disposition des usagers; ils peuvent satisfaire aux conditions d'utilisation les plus diverses, résistant aux froids rigoureux sans geler et sans risque d'inflammation en milieux grisouteux.

Outre ces qualités, ces différents types de dynamites présentent toute une gamme de puissance allant de celle de la poudre noire à l'explosif industriel le plus puissant : la dynamite gomme, permettant, de ce fait, les utilisations les plus diverses.

b) Les explosifs à base de nitrocellulose.

Parmi eux, la **tonite** est à citer comme la plus appropriée pour les travaux agricoles, car elle présente toute sécurité dans les manipulations. C'est un explosif au fulmicoton comprimé, dont la force est égale à celle de la dynamite. La tonite est insensible aux chocs ainsi qu'aux différences de température et à l'humidité ; elle peut se conserver très longtemps.

LES DIFFÉRENTS TYPES ACTUELS DE DYNAMITES

Les dynamites sont très nombreuses, leurs noms diffèrent suivant leur composition. Elles ont toutes des avantages et des inconvénients. Voici les principaux de ces explosifs :

1) Dynamites ordinaires :

La **dynamite gomme A**, qui est de beaucoup l'explosif le plus puissant, son coefficient d'utilisation (C.U.) (1) est de 1,55, il est insensible à l'eau.

Les **dynamites gomme B** et **B.A.N.** sont plus sensibles à l'eau.

Les **dynamites gélatine n° 1** et **dynamite n° 0** sont utilisées dans des terrains de dureté moyenne.

2) Dynamites spéciales :

La **tolanite** (C.U. = 1,11) pour les roches dures.

La **martinite** et la **nobelite** pour les travaux agricoles (C.U. = 0,91 et 0,78).

La **xytolite**, qui est un explosif faible.

La **dynalite**, la **nitrobaronite**, l'**ablonite E 6**, la **berclavite**.

3) Dynamites grisou :

Ce sont des explosifs de sûreté pour mine grisouteuse, dont les éléments constitutionnels sont :

La nitroglycérine.

Le coton azotique.

Le nitrate d'ammoniaque et aussi la cellulose.

c) Principaux explosifs utilisés par les Alliés au cours de la récente guerre

Le T.N.T. ou **Trotylitolite**, fut l'explosif le plus couramment utilisé par l'armée américaine ; son coefficient d'utilisation est 1,00, il est à base de trinitrotoluène.

C'est un explosif qui se présente en pétard de 227 gr., de dimensions 44 × 44 × 95 avec une alvéole de 54 mm. pour amorçage. De couleur brune, de densité = 1,46, il est insoluble dans l'eau. Il ne détone pas toujours au fulminate, aussi il est recommandé d'utiliser pour l'explosion, le cordeau détonant, ou une amorce au tétryl (Tétranitrométhyl).

Le **nitrostarch**, à base d'amidon nitré + sels oxydants, de C.U. = 0,90, est aussi un explosif américain très utilisé, il

remplace dans certains cas le T.N.T. ; il lui ressemble, mais il est plus sensible, il doit être manipulé avec plus de soins. Il est de couleur blanche, il détone très bien au fulminate (détonateur n° 71 et n° 35).

D'autres explosifs nous viennent encore de l'étranger :

Le **tétryl** (tétranitrométhyl) C.U. = 1,25 (est utilisé pour les amorces).

Le **nitrate d'ammonium**, qui n'explose qu'avec des amorces au tétryl, de composition double (nitrate d'ammonium, T.N.T.).

Le **P.E.T.N.** qui est l'explosif utilisé pour les cordons détonants en France : Penthrite, à base de tétranitropentaerythrite.

L'**Amatol** au nitrate d'ammonium + T.N.T.

Le **Plastic C²** de C.U. = 1,33, d'usage très courant.

Parmi les explosifs anglais, il faut noter :

Le **Gun cotton D**, et

Le **Gun cotton W** à base de nitrocellulose, de C.U. = 1,20 et 0,95 que l'on peut utiliser sans crainte dans les pays chauds.

3. — LES EXPLOSIFS CHLORATÉS à base de chlorate de soude et de potasse.

Ces explosifs jouissent d'une certaine faveur en France, à cause des facilités de transport et d'emmagasinement qui leur sont accordées. Ils sont, en effet, soumis au régime des poudres noires.

Mais ces explosifs ont, malgré tout, des inconvénients et, à l'étranger, ils sont à peu près délaissés.

On fabrique actuellement des explosifs chloratés et perchloratés dans de bonnes conditions de sécurité, et on admet qu'il n'y a pas beaucoup de danger à les manipuler ; ils brûlent lentement à l'air libre.

Les **cheddites** (du nom de l'usine de Chedde en Savoie) sont connus sous différents noms : Poudre O, différents types n° 60, n° 41, sont assez économiques.

Poudre verte (ancien) — **Racharock**, même force d'explosion que la dynamite ordinaire.

Le **sibonite**, la **pyrodialite** sont aussi des explosifs chloratés, mais aucun n'est autorisé par l'État qui n'a pas jugé intéressant d'en entreprendre la fabrication, concurremment aux poudres O (cheddites).

4. — LES EXPLOSIFS DIFFICILEMENT INFLAMMABLES

Ce sont des explosifs de sûreté en général. Ils sont à base de nitrate d'ammoniaque ou d'hydrocarbure nitré. Leur transport et leur maniement sont inoffensifs. C'est pourquoi nous nous étendrons sur eux, leur emploi tendant à se généraliser.

Ils sont fabriqués par les Poudreries Nationales sous le nom générique d'explosifs du type N, et livrés aux industriels qui les encartouchent sous des noms divers :

Explosifs : nitramites
de sûreté
nitrés
type N
agricoles
Favier.

(1) C.U. coefficient d'utilisation (voir page suivante).

a. — Propriétés essentielles des explosifs au nitrate d'ammoniaque

Leurs propriétés essentielles, dont l'ensemble ne se trouve réalisé dans aucun autre explosif, et qui leur sont toutes spéciales.



Fig. 1. — Comment on débite une grosse souche : les mines sont placées dans les angles des racines, sous calottes de terre humide tassée, elles partent toute à la fois au tir électrique. (Gracieusement communiqué par les Établ^{ts} John KINSMEN-SEYSSSEL).

sont les suivantes :

- a) Stabilité remarquable ; ni le feu, ni les chocs les plus violents ne réussissent à les faire exploser.
- b) Composition du gaz de la détonation : absence d'oxyde de carbone et de vapeurs nitreuses, donc innocuité.
- c) Basse température d'explosion.

L'explosion ne peut être obtenue que par l'emploi d'un détonateur au fulminate de mercure. Ils brûlent simplement en présence de feu. Ils sont pratiquement insensibles aux chocs les plus violents et ils ne se décomposent pas spontanément : ils résistent à la gelée, mais il faut les mettre à l'abri de l'eau, c'est pourquoi chaque cartouche est entourée, ainsi que chaque paquet, d'une enveloppe paraffinée. Ces explosifs offrent un très gros intérêt pour les dessouchements.

b. — Différents explosifs

Nous n'avons pas l'intention d'en faire, ici, une nomenclature, cependant nous indiquerons les plus importants d'entre eux.

La nitramite n° 0, n° 1, 8 et 8 bis, dont les coefficients de puissance sont situés entre 0,81 et 1,15. La livraison s'en fait en cartouches d'explosif pulvérulent ou en paquets, lorsqu'elle est en grains. Les diamètres des cartouches peuvent varier entre 25 et 100 mm.

L'explosif Favier, qui porte le nom de son inventeur, composé de nitrate d'ammoniaque et d'un composé organique nitré : nitronaphtaline ou nitrotoluène.

Explosif Favier n° 0, n° 1, n° 2 et pour mines grisouteuses : grisounaphtalite roche et couche. Ces explosifs offrent des garanties absolues.

Il existe aussi, l'alsilite, la fractorite, la matagnite, la baelénite, flammivore, ammoncahucite, centralite (avec ses variétés congolite et marognite, pour les pays chauds).

Enfin, on fabrique un explosif nommé **explosif agricole**, qui est un mélange de trinitrophénol (mélinite) mono ou dinitronaphtaline, trinitrotoluène, nitrocrésol. Il laisse un résidu gazeux azoté qui est repris par les bactéries, et un produit gazeux nocif pour les insectes, vers, rongeurs ; l'oxyde de carbone. Très peu sensible aux chocs, au feu, à l'humidité, c'est une poudre jaunâtre, en cartouches cylindriques de papier paraffiné, de 30 mm. de diamètre, pesant 100 gr. C'est un produit utilisé fréquemment en Afrique du Nord.

* * *

En résumé, **pour les travaux agricoles, il faut recommander les explosifs qui ont une force brisante et une puissance explosive suffisante et présentant le minimum de risques dans les manipulations** (Transport, emmagasinage, utilisation). Car, ces explosifs passeront dans des mains très peu expertes aux managements d'engins dangereux ; il faut, pour qu'ils soient inoffensifs, les tenir à l'écart des détonateurs.

C. — SUR LE CHOIX DE L'EXPLOSIF

Nous savons que l'explosif agit par déflagration ou détonation.

Il y a des explosifs à expansion lente, d'autres qui sont brisants. La puissance effective d'un explosif est déterminée par son coefficient d'utilisation pratique.

Qu'est-ce que le coefficient d'utilisation (C.U.) ?

C'est le quotient du volume de la cavité produite par la détonation d'un poids quelconque d'explosif dans une masse de plomb



Fig. 2. — La souche est débitée. (Gracieusement communiqué par les Établ^{ts} John KINSMEN-SEYSSSEL)

(Bombe de TRAUZIL) par le volume créé en faisant exploser un même poids d'acide picrique, dans un autre bloc de plomb de même composition ; on mesure le volume de la cavité par la contenance en cm³ d'eau.

Le C.U. est d'une unité pour l'acide picrique ou la mélinite, qui sont pris comme base.

Ce coefficient d'utilisation pratique est quelquefois appelé **coefficient de puissance**, ou **coefficient de travail**. C'est un nombre auquel il faut attribuer une valeur relative et non absolue. Chaque explosif est caractérisé par ce coefficient (C.U.) qui donne une idée assez exacte des résultats comparatifs que l'on peut attendre de son travail.

La dynamite gomme, qui est l'explosif le plus puissant, a un C.U. de 1,55.

Pour l'explosif de sûreté = nitramite : C.U. = 1,11.

- » l'explosif Favier = Poudre Favier : C.U. = 1,11.
- » la cheddite courante = Explosif 0 : n° 2 : C.U. = 0,90.
- » » » Explosif 0 : n° 1 : C.U. = 0,86.
- » la poudre de mine noire ordinaire : C.U. = 0,43.
- » T.N.T. : C.U. = 1,00.

picrique (trinitrophénol) — tolite (trinitrotoluène) — tétryl ou bien azoture de plomb et trinitrorésorcinate de plomb.

Dans tous ces détonateurs au fulminate, la charge est protégée par un petit embouti, appelé opercule, ouvert en son centre, cette ouverture permet au crachement de la mèche d'allumer la matière fulminante. Ils sont très sensibles et doivent être manipulés avec précaution.

2. — Les mèches : Ce sont les compléments des détonateurs, car elles permettent de les utiliser sans danger.

Il y a de très nombreuses sortes de mèches :

La mèche allemande, qui est un tube de papier rempli de poudre.

Les mèches Bickford, sont constituées par un filet de poudre noire fusante, protégé par plusieurs épaisseurs de tissu imperméabilisé. Les mèches triples sont les plus courantes; elles brûlent à une vitesse de 90 à 100'' au mètre. Cette vitesse

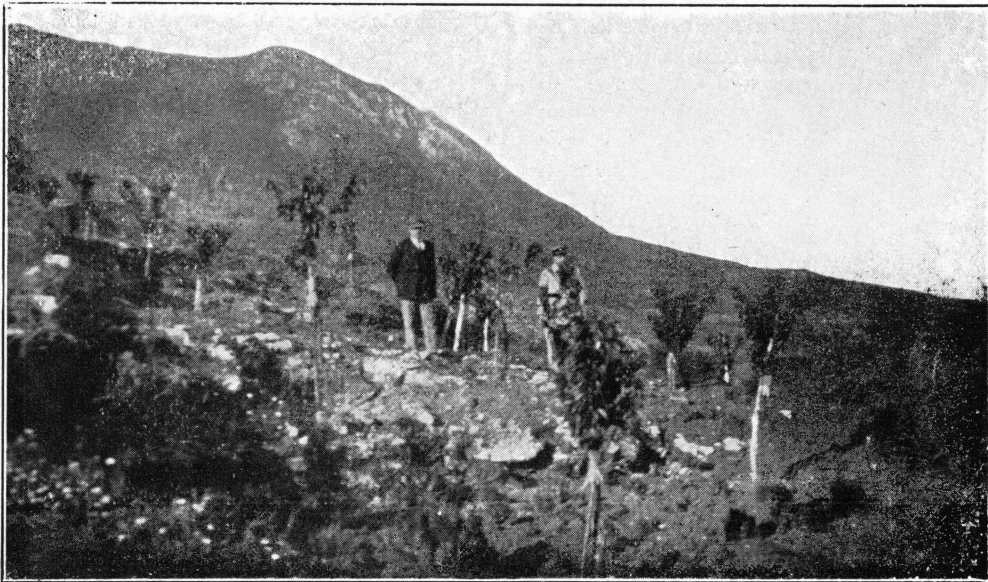


Fig 3. — Miliana (Algérie).

Pente rocheuse sur laquelle les trous de plantation faits à l'explosif agricole ont suffi pour supprimer l'érosion.
(Gracieusement communiqué par les Établissements John KINSMEN-SEYSSEL).

D. — DÉTONATEUR — MÈCHE DE SÛRETÉ ALLUMAGE ÉLECTRIQUE CORDEAU — CORDEAU DÉTONANT

Quel que soit l'explosif employé, il faut en provoquer l'explosion. Pour les poudres noires, l'inflammation à l'aide d'une mèche de sûreté suffit. Pour les autres explosifs, il faut produire une détonation avec une capsule de fulminate ou **détonateur**. Afin de permettre à la personne qui provoque l'explosion de se mettre à l'abri, on emploie une mèche de sûreté

1. — Le Détonateur : est destiné à mettre à feu la charge de poudre et d'explosif. Il se présente sous forme d'un petit tube de cuivre contenant du fulminate de mercure pur ou mélangé avec des corps différents : poudre noire, nitrate, chlorate, acide

dépend du grain de la poudre, de l'état hygrométrique. Elles doivent être coupées bien net, perpendiculairement à leur axe.

3. — L'allumage électrique : Les amorces électriques sont des détonateurs dont l'explosion est provoquée par un courant électrique au lieu de l'être par l'étincelle d'une mèche. L'emploi en est indiqué quand on a à faire partir simultanément plusieurs charges. Le détonateur électrique est en général livré à l'utilisateur entièrement préparé; il suffit de l'introduire dans la cartouche amorce et de relier ensuite le fil du détonateur aux conducteurs allant vers l'exploseur.

Les **exploseurs** sont des générateurs portatifs destinés à fournir le courant aux amorces électriques. Il en existe plusieurs types de dimensions différentes, établis pour 5, 10 ou 25 amorces

Le fil conducteur sert à relier l'exploseur aux amorces; le mieux est d'employer un conducteur double, torsadé, enroulé sur une bobine et de longueur suffisante pour que l'opérateur soit à l'abri des éclats ou projections.

4. — Les cordons détonants : On sait que le régime de la détonation est caractérisé par l'onde explosive; celle-ci peut prendre naissance en particulier sous l'action d'un choc localisé et elle se développe avec une très grande rapidité dans toute la masse de l'explosif. Sa vitesse de propagation dépend du type de l'explosif considéré, de la densité du chargement et de l'importance de la masse mise en œuvre.

Dans la pratique des mines, l'explosif est ordinairement distribué dans une colonne de cartouches jointives, placées dans le trou de mine. L'amorçage a été très longtemps et exclusivement réalisé par l'explosion d'un détonateur placé dans la cartouche amorce située elle-même dans la partie supérieure de la charge. L'expérience montre que l'onde explosive qui a parcouru la première cartouche transmet en général la détonation à la seconde située à son contact et ainsi de suite jusqu'à l'ultime cartouche de la charge. Il convient de remarquer que cette transmission de la détonation n'est pas toujours assurée et complète; il a été, en effet, remarqué que l'onde explosive s'amortit très rapidement, au fur et à mesure qu'elle s'éloigne de son point de naissance, de sorte qu'un régime détonant bien que correctement déclenché par l'amorce fait place très souvent au régime déflagrant et même à l'arrêt pur et simple de la propagation. Ces ratés de propagation sont très fréquents dans la partie extrême de la charge et c'est la raison pour laquelle on trouve souvent après le tir, des cartouches non explosées. On enregistre, infailliblement, un raté de propagation, chaque fois qu'il existe au sein d'une cartouche de la charge, quelle que soit d'ailleurs la position de celle-ci dans la colonne d'explosifs, des compressions locales préexistantes (encartouchage défectueux) ou fortuites (bourrage trop énergique) qui modifient la densité de chargement et la font atteindre ou dépasser sa valeur critique. Pour remédier à ces inconvénients du tir par choc localisé, il suffit, évidemment, d'après ce qui précède, de transformer chacune des cartouches de la charge en cartouche amorce.

C'est ainsi que l'on a été amené à créer un **cordeau détonant**, qui permet d'effectuer l'amorçage, non plus en un seul point de la charge, mais sur toute la longueur de celle-ci, en prolongeant, pour ainsi dire, le détonateur.

L'emploi du cordeau détonant augmente considérablement (25 %) l'effet utile de l'explosif, en assurant une détonation complète de la charge quelle que soit sa longueur. Ses avantages peuvent se résumer ainsi : sécurité, insensibilité aux chocs, uniquement sensible à l'amorçage d'un détonateur, très grande vitesse de détonation (environ 6.500 m. à la seconde alors que la mèche brûle à la vitesse de 60 cm. à la seconde) d'où : grande puissance d'amorçage;

transmission instantanée; tir simultané — ce qui est très intéressant pour le dérochement, et le dessouchement ou le défrichement des terrains neufs.

Le détonateur étant placé à l'extérieur du trou de mine supprime le risque de trouver dans les déblais des cartouches munies d'un amorçage sensible aux chocs.

Il y a plusieurs modèles de cordons détonants :

a) **Le cordeau détonant au trinitrotoluène**, sous tube de plomb, d'étanchéité absolue, de conservation indéfinie et ne craignant point les variations atmosphériques.

Mais ce cordeau sous plomb a le désavantage d'être coûteux et lourd, ce qui a conduit à créer un nouveau cordeau souple avec un explosif d'un autre genre : la penthrite.

b) **Le cordeau souple détonant**, diffère du précédent par sa grande souplesse (aussi souple que la mèche ordinaire) et par la composition de l'explosif qu'il renferme : la tétranitropentaerythrite ou plus simplement : la penthrite. Ce cordeau ne craint ni le feu, ni l'humidité; insensible aux chocs, il est très léger, une bobine de 125 m. pèse : 3 kg. 500 à peu près, alors que le cordeau sous plomb pesait 21 kg. Il est, de ce fait, d'un emploi plus facile. De plus, l'explosif employé permet une très grande vitesse de détonation : 8.400 m. à la seconde.

Mode d'emploi de ce cordeau : Le cordeau est introduit dans le trou de mine avant le chargement de l'explosif, il doit pénétrer jusqu'au fond du trou. Pour cela il est préférable de le fixer solidement à la première cartouche introduite dans le trou, à l'aide d'une bande de chatterton. A l'aide d'un bourroir, on pousse la cartouche ainsi fixée jusqu'au fond du trou de mine. L'extrémité du cordeau sortant du trou est coupée de manière à laisser libre à l'extérieur, une longueur de 50 cm. environ. On introduit alors le culot dans la charge d'explosif, qui se trouve ainsi en contact immédiat avec le cordeau sur la totalité de la hauteur du chargement. Ensuite on effectue un bourrage jusqu'à l'affleurement du trou.

Amorçage du cordeau détonant : On utilise un détonateur n° 8, il est serti sur une longueur convenable, à une mèche, et est fixé contre le cordeau à l'aide d'une bande de chatterton.

L'amorce électrique peut être employée, elle est également fixée contre le cordeau à l'aide d'une mèche de chatterton.

Il est indispensable d'assurer, entre le détonateur et le cordeau détonant, le contact le plus intime possible, dans le sens longitudinal, lorsqu'il y a plusieurs mines à faire sauter.

La grande vitesse de détonation du cordeau, permet d'obtenir l'explosion simultanée de plusieurs mines amorcées par ce procédé.

(A suivre).

H. GUYOT,
Ingénieur de l'Institut Agricole de Nancy,
Agronome de l'I.F.A.C.
Septembre 1946.