

Etude de DEMICHAIN

Objet de l'étude

Dans le déminage mécanique, il s'agit de provoquer l'explosion des mines en exerçant sur le sol des forces supérieures au seuil de déclenchement de leur dispositif d'amorçage.

Le système DEMICHAIN consiste à faire tomber sur le sol des chaînes de façon à engendrer de telles forces. Dans les autres systèmes actuellement utilisés pour détruire les mines (fléaux, rouleaux), les forces s'exercent le long d'une ligne et s'atténuent rapidement dans la profondeur du sol. Dans le système DEMICHAIN, les forces sont exercées sur une surface dont les dimensions sont supérieures à la profondeur ; les efforts créés sont alors mono dimensionnels et l'atténuation est plus faible. L'énergie cinétique du système pesant (quelques milliers de joules par m²) est considérable et est dissipée dans un intervalle de temps très bref.

Une description détaillée du système DEMICHAIN et des premières études effectuées est disponible sur le site INTERNET d'ARTID.

Deux types d'études sont menés en parallèle :

- à une échelle de démonstrateur, une surface active de plus de 1 m² permet de réaliser des essais sur terrain naturel au cours de campagnes d'essais. Des essais ont lieu dans le massif des CORBIERES (11).
- à échelle réduite, des études à caractère analytique permettront de comprendre les mécanismes d'action, d'explorer de façon systématique les paramètres, ceci afin de dimensionner correctement le système. Une installation d'étude est en cours de réalisation à SAINT-LOUIS (68).
- Ultérieurement, un démonstrateur sera construit, afin de procéder à des essais sur mines réelles

Questions à étudier

Il s'agit d'obtenir la plus grande sécurité du déminage : les normes ONU donnent le chiffre de 99,6% d'efficacité. Cette valeur très élevée signifie cependant qu'il reste 4 mines sur 1000 dans le terrain (on peut dire 4 de trop). D'autre part, l'ONU requiert que le déminage soit effectué dans une profondeur de 20 cm, car une mine est susceptible d'être enterrée profondément par suite de mouvements de terrain, la rendant peu dangereuse pour l'homme ; des circonstances analogues peuvent la ramener près de la surface, lui restituant sa dangerosité.

L'efficacité du système DEMICHAIN exige que les forces développées par DEMICHAIN en surface et en profondeur dans le sol soient supérieures à celles nécessaires pour déclencher le dispositif d'amorçage des mines.

On définit ainsi plusieurs types de problèmes :

Connaissance des sols et des mines

Les bases de données sur les mines sont souvent laconiques sur les forces provoquant le déclenchement des mines. Il s'agit la plupart du temps d'un dispositif mécanique, qui se déclenche, soit par pression sur un plateau, soit par traction (ou relâchement de traction) sur une goupille. Il faut tenir compte des cas particuliers suivants :

Certaines mines (déposées par dispersion) réagissent au déplacement - changement de position - ; DEMICHAIN doit effectuer un tel déplacement. Plus délicat est le comportement de mines pourvues d'un dispositif anti-explosion, par exemple la pression doit être dissymétrique (PMA3) ou d'une certaine durée (VS50). Enfin, il arrive que les mines ne soient pas horizontales (par exemple inclinées pour réagir au sondage manuel). Il faudra étudier le comportement de DEMICHAIN face à ces cas particuliers.

Connaissance du fonctionnement de DEMICHAIN

Lors du contact des chaînes avec le sol, l'énergie cinétique se transforme en forces amenant le déclenchement des mines ; ces forces vont se propager dans le sol en s'atténuant et en provoquant une modification de la structure du sol (tassement). Tous ces phénomènes dépendent de la constitution du sol, de son degré de tassement, du degré d'hygrométrie. Il sera important de déterminer non seulement la force maximum développée dans le sol à différentes profondeurs mais aussi la variation temporelle des forces dans le sol.

Moyens d'essais

Les premiers montages DEMICHAIN ont une densité de chaînes d'environ 150 kg/m². Cette masse par unité de surface est un paramètre qu'il faudra faire varier, mais dans un premier temps, on peut effectuer les premières études avec cette densité de chaînes.

Une installation d'essais est en cours de montage à SAINT-LOUIS ; elle comprend 40 kg de chaînes disposées horizontalement dans un cadre métallique de 50 X 50 cm (montage dit "DEMICHAIN2"). La hauteur de chute qui sera disponible dans un premier temps est de 3 mètres. La technique de mesure des forces utilisée jusqu'à présent applique l'écrasement d'un cône en plomb dans un montage marteau-enclume : la surface de contact résultant de l'écrasement du cône est proportionnelle à la force maximum développée par le marteau.

Etudes à effectuer

Etudes théoriques et documentation

Après avoir rassemblé les connaissances concernant le comportement du sol face à une sollicitation dynamique uniforme sur une grande surface (monodimensionnelle), il s'agit de créer un modèle permettant de réaliser une simulation du fonctionnement de DEMICHAIN.

La réponse des mines à une sollicitation mécanique devra être précisée : non seulement la force nécessaire pour déclencher le dispositif d'amorçage, mais aussi le déplacement du plateau d'amorçage, c'est-à-dire le travail qu'il faut développer

Techniques de mesure

La mesure de la force par écrasement d'un cône en plomb présente deux inconvénients : elle donne la valeur de la force maximum développée sur le marteau (et aucune information temporelle), elle nécessite de déterrer le cône pour mesurer la force, donc de changer l'état du sol autour du senseur après chaque mesure. Il serait intéressant de disposer d'un capteur donnant l'évolution temporelle de la force développée sur une surface (similaire à celle d'un plateau de pression d'une mine).

Il faut aussi caractériser l'état du sol avant et après essai : la composition est choisie pour toute une série d'essais ; Il faudra conditionner le sol après mise en place des capteurs afin qu'il soit représentatif d'un sol réel et, avant essai, mesurer ses caractéristiques : taux d'humidité, porosité... Le tassement du sol résultant du fonctionnement de DEMICHAIN doit aussi être déterminé.

Exploration des paramètres

- Les paramètres à explorer se rangent en plusieurs catégories :
- Evolution de la force dans la profondeur
- Variation de la force avec les paramètres de DEMICHAIN : densité de chaînes, hauteur de chute
- Dépendance des forces générées avec la structure du sol : tassement, degré d'hydratation, nature et composition
- Effets résultant de plusieurs chutes au même endroit.

Perfectionnement de DEMICHAIN

Il faut viser à disposer d'une répartition des forces la plus uniforme possible. DEMICHAIN2 paraît être un dispositif assurant une meilleure répartition. Le choix des chaînes et leur disposition doit être étudié, en fonction de la répartition des efforts à la surface et en profondeur.

On peut penser que les forces développées sont directement proportionnelles au produit de la hauteur de chute par la masse de chaînes par unité de surface (énergie potentielle). Il est nécessaire d'étudier les critères de choix pour privilégier, soit une grande hauteur de chute pour un dispositif léger, soit une faible hauteur de chute pour un dispositif de chaînes lourdes. On doit tenir compte de la sécurité (éloignement de l'opérateur par rapport à la surface en traitement), de la maniabilité du système et de l'adaptation de DEMICHAIN à des porteurs existants (engins de travaux publics).

Le mécanisme permettant de faire chuter les chaînes doit être choisi parmi les diverses possibilités : treuil à échappement libre, mécanisme lâchant la charge et la récupérant de manière automatique.

Il faudra enfin définir le système et son mode d'emploi, en fonction du choix entre un concept intégré (dispositif dédié) et un concept d'outil adapté à un porteur quels porteurs sont utilisables, définition du dispositif DEMICHAIN à partir des caractéristiques du porteur et du terrain.

[Source : <http://www.artid.org/Fr/index.html>]