

Session 2: Génie Civil - Câbles sous-marins - Off-shore - Minier
Archéologie sous-marine

L'ensouillage des câbles de télécommunications sous-marins

Gérard DUPIN
43 bis, Rue de Bellevue
92100 BOULOGNE

Le développement rapide des télécommunications et en particulier la demande croissante de services numériques ont fait des câbles de télécommunications sous-marins, dont la capacité double à chaque génération, des artères stratégiques dont les utilisateurs sont très sensibles aux interruptions, voire à une baisse de la qualité de transmission.

Or, les causes principales de coupures des câbles sous-marins sont les défauts occasionnés par le chalutage et par les ancrés: après avoir réalisé le meilleur choix de tracé, seul un ensouillage de qualité permet de se prémunir contre ces agressions.

Les outils utilisés à ce jour par France Télécom sont:

- une charrue à soc, tractée par le navire-câblé qui permet de poser et ensouiller le câble simultanément
- un ROV (SCARAB) pour compléter l'ensouillage par jetting, réparer des câbles ensouillés et réensouiller les câbles après réparation.

Ces engins sont utilisés par tous les opérateurs de câbles téléphoniques sous-marins mais ils présentent cependant un certain nombre de faiblesses du fait:

- des contraintes générées par la simultanéité de la pose et de l'ensouillage
- des limites de la technique de l'ensouillage par charrue à soc qui ne permet pas d'ensouiller de manière satisfaisante dans certains types de sol (sols rocheux, dunes...)
- de la puissance relativement faible du jetting.

Aussi France Télécom ainsi que ses partenaires sont-ils en train de se doter de nouveaux outils:

- amélioration des charrues actuelles: adjonction d'un dispositif actif de réduction de la tension résiduelle à la sortie de la charrue (France Télécom), développement de nouvelles charrues permettant d'ensouiller des câbles préalablement posés...
- développement de Scarabs de deuxième génération, plus puissants et dotés de fonctions plus complètes

Parallèlement à cela, France Télécom participe activement au développement d'un engin télécommandé, doté d'un dispositif de tranchage mécanique, pouvant intervenir jusqu'à 1000 mètres de profondeur, et permettant un ensouillage après pose.

La roue trancheuse, amovible, peut être adaptée en fonction de la nature du sol. De plus, la profondeur de la tranchée peut être modulée en fonction de la nature du sol, offrant ainsi une protection efficace contre le chalutage et même contre les ancrés dans un sol dur.

Cet engin est évolutif et peut être doté de fonctions supplémentaires (bras manipulateurs, jetting...) qui lui permettent de remplir toutes fonctions liées à la maintenance des câbles sous-marins.

On assiste actuellement à une évolution rapide des moyens d'ensouillage mis en oeuvre par les opérateurs de liaisons sous-marines: des engins plus puissants, sophistiqués, apparaissent, qui offrent des possibilités nouvelles. Enfin une conception nouvelle se dessine avec l'apparition de "trencheurs" polyvalents: cette technique, plus facile de mise en oeuvre et beaucoup plus performante, devrait vraisemblablement dans l'avenir gagner une part importante de l'ensouillage des câbles sous-marins.

Session 2 : Civil Works - Underwater Cables - Off-shore - Mining - Submarine Archeology

Burial of submarine telecommunication cables

Gérard DUPIN
43 bis, Rue de Bellevue
92100 BOULOGNE

The development of telecommunications and in particular the constantly increasing demand of digital services make the submarine telecommunication cables very strategic and the users of these services very sensitive to interruptions or degraded quality.

Then, the main cause of faults on submarine telecommunication cables is trawler or anchor damage. Therefore, once the route has been finalized, only a good quality of burial can reduce the risks linked to these external aggressions.

The tools used to-day by France Télécom for burial are:

- a standard sea-plough, with a share, towed by the cableship simultaneously to the laying operation
- ROVs (SCARAB) to post-lay bury cables by jetting, repair buried cables and rebury the cable after repair.

These tools are utilised by all the submarine telecommunication cable installers. However, they have certain drawbacks due to:

- the simultaneous laying and burying operations
- the inherent limit of the sea-plough technics which doesn't allow to bury cables in more difficult areas (rocky sea-bottom, sandwaves...)
- the quite low power of jetting.

Therefore, France Télécom and the other marine installers, are currently developping new equipment:

- improvement of the current sea-ploughs: adding of an active caterpillar inside the plough to reduce the residual tension on the cable behind the plough (France Télécom), sea-plough allowing to bury cables already laid (AT&T)...
- development of second generation SCARABs, more powerful and equipped with a full set of working tools.

France Télécom is also developing a remote controlled trenching equipment, operational down to 1000 m, allowing post-lay burial of cables.

The trenching wheel can be changed to fit the sea-bottom conditions. Furthermore, the depth of the trench is permanently adjusted to the encountered sea-bed to give efficient protection against trawlers and even, under certain conditions, against anchors.

This equipment is highly evolutive and can be equiped with additional functions (working tools, jetting...), which make it fully operational for all the activities linked to maintenance of submarine cables.

The recent evolution of the burial tools operated by the telecommunication cable submarine installers has led to develop new equipment, more powerful and more sophisticated, which will offer many more possibilities. In addition, a new conception appears with the development of polyvalent trenchers: this technics, more efficient and easier to operate, will probably be used more and more frequently in the future to bury submarine cables.

ENSOUILLAGES DES CABLES DE TELECOMMUNICATIONS SOUS-MARINS

I. IMPORTANCE DES CABLES SOUS-MARINS

Les câbles sous-marins de télécommunications connaissent actuellement un développement très important, lié à différents facteurs:

- avantages liés à la nature même de ce type de support de transmission
- augmentation importante du trafic international
- apparition de la nouvelle technologie Fibre Optique

1. Particularités des câbles sous-marins

De part leur nature même, les câbles sous-marins présentent un certain nombre d'avantages, notamment par rapport aux systèmes de télécommunications par satellite:

-durée de vie contractuelle de 25 ans: certains câbles, posés au début des années 60, sont toujours en fonctionnement.

-possibilité de les réparer en cas d'interruption de trafic. Les coupures les plus fréquentes se produisent sur le plateau continental, et sont dues à des activités de pêche (chalutage essentiellement), de plaisance ou au mouillage de navires sur les câbles sous-marins.

-sécurité de transmission: le trafic acheminé par un câble sous-marin entre deux stations terrestres ne peut être "piraté" comme c'est le cas pour les satellites.

2. Apparition de la technologie Fibre Optique.

La mise en oeuvre, à partir de 1987, de la technologie Fibre Optique, a permis un développement important des câbles sous-marins:

-cette nouvelle technologie permet une augmentation importante du trafic. Chaque nouvelle génération de câbles sous-marins fibre optique (tous les trois ans) correspond à un doublement de la capacité acheminée. Un câble sous-marin transatlantique représente actuellement 16 000 circuits téléphoniques.

-de plus, cette technologie permet également une amélioration très importante de la qualité de transmission.

3. Augmentation du trafic international

On assiste depuis plusieurs années à une augmentation importante du trafic international, liée à la croissance du trafic téléphonique et au développement de nouveaux services professionnels, demandant une excellente qualité de transmission et des débits élevés (transmission de données, d'image,...). Les câbles sous-marins de télécommunications, avec l'apparition de la technologie fibre optique, permettent de répondre à la très forte croissance du trafic et aux contraintes de qualité de transmission.

4. Conclusion

Les avantages de la fibre optique font des câbles sous-marins le support de transmission idéal pour répondre à très forte croissance du trafic constaté sur certains axes, et satisfaire la qualité de service demandée par une clientèle professionnelle de plus en plus exigeante. A titre d'exemple, sur les liaisons transatlantiques, la part représentée par les câbles sous-marins, déjà importante (60 à 65%), va encore augmenter (jusqu'à 75% d'ici quelques années).

Les câbles sous-marins de télécommunications constituent donc des artères de transmission stratégiques, d'importance croissante. Les opérateurs de télécommunications cherchent à éviter toute coupure de ces câbles. Celles-ci apparaissent le plus souvent sur le plateau continental, et sont dues à des chaluts ou des ancres. Afin d'assurer une meilleure protection dans les zones à risque (jusqu'à 900 m de fond environ), les câbles sont ensouillés (enterrés) et les principaux propriétaires de câbles sous-marins ont développé ou développent des outils permettant d'améliorer la qualité d'ensouillage des câbles.

II. SOLUTIONS ACTUELLES AUX PROBLEMES DE PROTECTION DES CABLES

1. Charrue sous-marine.

Utilisée il y a une quinzaine d'années par les Américains, et développée par les principaux opérateurs mondiaux de télécommunications, la charrue sous-marine permet d'ensouiller le câble durant la pose. Montée sur patins et remorquée par le navire, elle creuse une souille dans laquelle le câble, qui traverse la charrue, est déposé. La profondeur d'ensouillage est réglable et atteint 70 cm sur la charrue française actuelle, la vitesse moyenne de pose est de l'ordre de 1 km/h.

La charrue est reliée au navire par un câble de remorque et par un câble d'énergie.

Un certain nombre d'inconvénients sont inhérents à l'utilisation de la charrue actuelle:

-la lourdeur de mise en oeuvre rend les opérations d'ensouillage délicates. La nécessité de poser et d'ensouiller simultanément le câble à une vitesse très faible rendent le navire tributaire des conditions météorologiques.

-la difficulté d'ensouiller dans des fonds durs ou rocheux, ainsi que dans les dunes, car des suspensions apparaissent.

-une certaine tension est exercée sur le câble de télécommunications. Cette tension est transmise au câble derrière la charrue et amène celui-ci à sortir de la souille.

2. Le SCARAB

Dans le cadre de la maintenance des câbles sous-marins en Atlantique, plusieurs opérateurs ont développé en commun un ROV, appelé SCARAB. Ce ROV permet l'ensouillage complémentaire, par jetting (un jet d'eau sous très haute pression est envoyé sous le câble), sur de faibles longueurs: zones mal ensouillées, ensouillage des épissures après réparation. Il est équipé d'outils permettant de couper le câble et de réaliser différentes tâches.

Ce système présente de nombreux inconvénients:

-système onéreux

-faible rendement de l'ensouillage par jetting, d'où une vitesse de pose très lente.

-impossibilité d'ensouiller dans des fonds durs.

Ce système ne peut être mis en oeuvre que pour des opérations d'ensouillage complémentaire, sur de faibles longueurs, dans des fonds meubles.

III. SOLUTIONS ACTUELLEMENT DEVELOPPEES

1. SCARAB nouvelle génération

FRANCE TELECOM développe, avec ses partenaires une nouvelle génération de SCARAB, aux performances améliorées, mais plus lourd, plus encombrant et plus difficile à mettre en oeuvre, et plus onéreux.

2. La nouvelle charrue ELISE 2

Dans le cadre de l'amélioration des outils d'ensouillage, FRANCE TELECOM développe une nouvelle charrue, plus légère, plus fiable. Des modifications importantes sont également apportées au navire câblé Vercors, afin de modifier le système de manutention de la charrue:

Le nouveau système de manutention, avec mise à l'eau et relevage de la charrue dans l'axe du navire, permet de poser le câble par l'arrière du navire. Le contrôle de la tension du câble de télécommunications est amélioré.

Il est possible de dégager et d'engager le câble dans la charrue sans le couper, contrairement à ce qui pouvait se faire avec la charrue précédente.

Un système de réduction de la tension sur le câble à la sortie de la charrue a été mis au point et expérimenté sur la précédente charrue. La tension exercée sur le câble est transmise derrière la charrue, et cette tension résiduelle provoque le désensouillage du câble avec des risques de suspensions. Une chenille active, placée dans la goulotte de la charrue,

repréend la tension exercée sur le câble de télécommunications, et permet de le poser avec une tension résiduelle très faible. Le câble repose alors au fond de la souille et ne présente plus de suspensions.

La nouvelle charrue dispose également d'un **soc étroit**, assurant un ensouillage plus facile dans les sols durs et un recouvrement rapide de la souille après son passage.

Ces différentes modifications devraient permettre d'améliorer significativement les performances d'ensouillage de la charrue.

3. Le système CASTOR 2

Parallèlement à la nouvelle charrue, FRANCE TELECOM, à travers sa filiale FRANCE CABLES & RADIO et la société SIMEC, développe un système d'ensouillage appelé CASTOR 2. Cette machine fait appel au même principe que les trancheuses utilisées pour la pose de câbles terrestres. Elle permet de conduire séparément les opérations de pose et d'ensouillage.

CASTOR 2 constitue la deuxième génération de l'engin développé par la société SIMEC et exploité depuis 1985. La première génération, CASTOR 1, a ensouillé de nombreux atterrissements, sa profondeur de travail ne dépasse pas quelques dizaines de mètres, le câble étant mis en place dans l'engin par des plongeurs.

Cet engin autotracté à chenilles, permet l'ensouillage du câble après pose. Des **bras manipulateurs** placent le câble, déjà posé sur le fond, dans une goulotte. **Une roue trancheuse** creuse une souille pouvant atteindre une profondeur de 1,10 m. CASTOR 2 utilise une roue trancheuse lui permettant de travailler dans des fonds très durs, de type coralien, jusqu'à une profondeur d'eau de 900 m. Un système de ballasts assure l'allégement de la machine afin de franchir également des sols très meubles. Un ombilical d'énergie et un câble de hissage relie CASTOR 2 au navire support.

Un outil d'ensouillage par jetting peut également être installé, afin d'ensouiller les croisements de câbles, ainsi qu'une chaîne à godets, permettant d'ensouiller dans les zones sableuses, jusqu'à 2 m de profondeur.

CASTOR 2 permet une excellente qualité d'ensouillage, son utilisation est conseillée pour les zones difficiles à ensouiller, ou pour les courtes poses. Sa vitesse d'ensouillage, plus faible que celle de la charrue (0,2 à 0,4 km/h en moyenne), l'handicape pour de longues opérations d'ensouillage.

4. Systèmes développés par les concurrents de FRANCE TELECOM

Les concurrents de FRANCE TELECOM ont développé depuis plusieurs années de nouvelles charrues sous-marines.

BRITISH TELECOM, avec le souci de diminuer la tension résiduelle qui apparaît fréquemment derrière la charrue, et nuit à la qualité d'ensouillage, a mis au point un dispositif appelé "tube-guide", qui s'adapte sur leur charrue sous-marine.

Les trois câbles (de remorque, d'énergie et de télécommunications) sortent du navire par l'arrière. Le câble de remorque et le câble d'énergie sont clampés ensemble par des éléments de tube, à l'intérieur desquels est posé le câble de télécommunications. Les éléments de ce tube évitent que les différents câbles se prennent les uns dans les autres. Le câble de télécommunications repose sur ces éléments, les efforts exercés sur le câble sont diminués et la tension résiduelle à la sortie de la charrue est plus faible, améliorant la qualité d'ensouillage.

Ce tube-guide est très lourd à mettre en oeuvre, la remontée de la charrue par 900 m de fond nécessitant environ 4 à 6 heures d'opération. De plus, il est très sensible aux mauvaises conditions météorologiques, aux courants et à la houle, se mettant en vrille et endommageant le câble de télécommunications.

C&WM (Cables and Wireless Marine) pose le câble devant la charrue avec du mou et utilise un système appelé steering device: la charrue, ayant ses patins orientable, peut modifier sa route et résorber le mou de pose. Cette charrue ne peut travailler au delà de 300 m de profondeur. Par de plus grandes profondeurs, C&WM fait appel à un ROV, utilisant le même principe d'ensouillage par jetting que le SCARAB.

AT&T (American Telegraph and Telephon) a fabriqué une charrue sous-marine, très lourde, remorquée sur patins, permettant un ensouillage après pose, disposant d'un ROV d'observation et de différents outils.

IV. CONCLUSION

Etant donné l'importance de plus en plus grande des câbles sous-marins de télécommunications, il apparaît essentiel d'améliorer leur protection sur le plateau continental. De nouveaux systèmes sont développés, mais aucun système n'est aujourd'hui pleinement satisfaisant, d'où la nécessité de faire appel à des systèmes complémentaires d'ensouillage, de plus en plus complexes et onéreux.