

# ***ENSOUILLAGE ET REPARATION DES CABLES ENSOUILLES***

**R Salvador , Y Rolland et Gérard Fouchard**

## ***Les premières tentatives***

L'idée de protéger par ensouillage les câbles contre les crochages dans les zones de pêche est venue avec le début du chalutage entre les deux guerres. Un premier essai a été fait par Western Union en 1938 au large de l'Irlande et 80 Km de câble télégraphique ont été ensouillés à 30 cm seulement à l'aide d'une charrue remorquée. Mais la guerre est venue mettre fin à de telles tentatives, d'autant plus que cette méthode était controversée, parce qu'il semblait difficile voir impossible de réparer un câble enterré.

A la même époque en Allemagne, la Société Harmstorff s'est spécialisée dans l'ensouillage des traversées de rivière, avec un engin à soc énorme devant lequel la tranchée était amorcée par des jets d'eau sous pression car poser des câbles sur les ponts était interdit. Pendant la guerre, la règle s'appliqua dans les zones occupées et des traversées du Rhône à Salins-de-Giraud, de la Gironde, de la Loire et de la Seine ont été posées, qui étaient encore en service en 1960 quand leur capacité est devenue insuffisante. Par la suite ce procédé a été utilisé dans des cas très particuliers où il fallait ensouiller très profond, comme par exemple devant Singapour pour tous les câbles y atterrissant à partir de 1986, le premier étant le SEA-ME-WE enterré à 10 mètres de profondeur sur 10 Km.

## ***Les premiers ensouillages par charrue.***

Les études d'ensouillage ont été reprises avec des moyens importants en 1959. Les TAT 1, TAT 2, et CANTAT 1 traversaient les bancs de Terre Neuve, où la multiplication de chalutiers puissants, sur lesquels le relevage latéral était remplacé par le travail par l'arrière, provoquait déjà un véritable massacre. Les futurs TAT 3 et 4 seraient également exposés, aussi bien sur le plateau continental américain où opéraient non seulement des chalutiers mais des dragueurs de coquillages, que sur le plateau continental européen qu'ils devaient aborder dans des zones où il est très large. Il en serait de même dans l'avenir avec les générations prévisibles de câbles aux capacités de transmission toujours plus grandes, dont les interruptions auraient des conséquences majeures sur la stabilité de l'écoulement du trafic. Mettre au point la protection par ensouillage, si elle s'avérait faisable devenait donc une priorité.

ATT, responsable de l'entretien des TAT, a pris l'affaire en main et a entrepris d'abord des études de faisabilité. Les Japonais s'y sont associés parce que leur réseau national de liaisons entre les îles était soumis au même massacre. Ces études ont montré deux choses, d'abord que l'enterrement était possible jusqu'à environ 80 cm lorsque le sol s'y prête, ensuite que le système de creusement par soc était préférable au jet d'eau beaucoup plus difficile à mettre en oeuvre. La méthode retenue a donc été l'ensouillage par charrue remorquée par le navire poseur et dans laquelle passerait le câble, une étude approfondie du sol devant précéder l'opération. Chacun alors a travaillé de son côté à la mise au point des engins, de l'aménagement des navires tracteurs et des procédures d'exécution, et a réalisé ses propres opérations.

## ***1 - La charrue américaine et ses premières applications.***

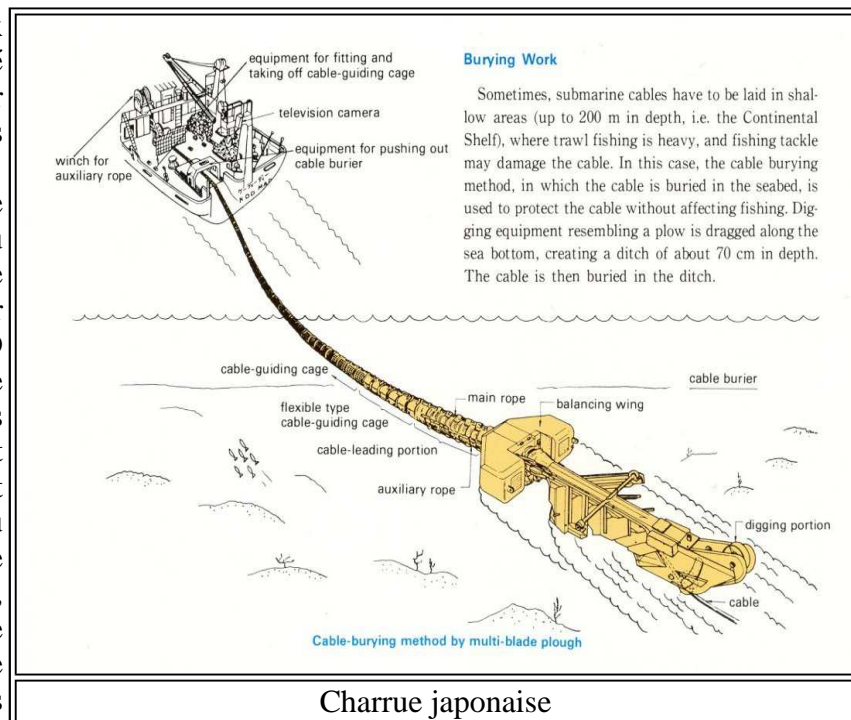
La charrue américaine et son navire tracteur le " John Cabot " étaient prêts en 1966 .La charrue a un soc unique et le câble est appliqué au fond de la tranchée juste derrière.

Une porte se soulève au passage du répéteur. La charrue est mise à l'eau à l'aide d'un portique et le câble de remorque sort par le davier arrière. Le câble sous marin est posé par l'avant et passe dans la gorge d'entrée de la charrue. Un troisième câble muni de flotteurs contient l'alimentation en énergie et toutes les commandes. La charrue porte une caméra de télévision qui permet d'observer son travail. A bord une salle de commande en container amovible permet la commande et le contrôle de l'exécution. La vitesse est de 1 nœud, mais il y a trois "ficelles" à contrôler qui ne doivent pas se mélanger ce qui, surtout dans les manœuvres de départ, d'arrêt ou de fin n'est pas de tout repos et exige une vigilance constante.

Les premières applications sur des liaisons neuves étaient prévues sur les liaisons en système SF en projet, Floride - Saint Thomas, et surtout le TAT 5 Conil (Espagne) - Green Hill (EU), mais auparavant et à titre d'essai les parcours en petit fond de 90 Km du TAT 3 et du TAT 4 au large de Tuckerton avaient été remplacés par des sections ensouillées en 1967. En 1968 80 Km du Floride - Saint Thomas ont été ensouillés, et en 1969, après une exploration du fond par passage d'une charrue plus légère, les deux extrémités du TAT 5 ont été ensouillées. Ces opérations semblaient être un succès et ultérieurement le TAT 4 a été remplacé au large de Saint Hilaire de Riez.

## 2 - Les charrues japonaises.

Au Japon, deux charrues ont été développées l'une par NTT pour les applications nationales avec le Kuroshio Maru comme navire associé, et l'autre par KDD avec le KDD Maru " comme navire associé. Elles ont un point commun, tout se fait par l'arrière, pose du câble compris, et le câble de remorquage, le câble auxiliaire de contrôle et le câble en pose passent tous à l'intérieur d'une



cage de guidage déroulée entre le navire et la charrue en même temps que le câble de remorque. Elles diffèrent sensiblement par les points suivants : (i) La charrue NTT a un soc unique et un système très sophistiqué de contrôle par anneau flottant de la vitesse de déroulement du câble. (ii) La charrue KDD est à socs multiples, mais l'absence de bon contrôle de déroulement du câble oblige le navire à se faire assister par un remorqueur pendant toute l'opération.

Cependant on notera un certain retard avec les Américains, puisque la première grande opération de la charrue KDD a été la pose du ECSC ensouillé sur toute sa longueur excepté la traversée de la fosse d'Okinawa, en 1976 seulement.

## 3 - L'entrée en scène de la France et du " Vercors "

En France, on ne s'était guère intéressé avant 1974 au problème de l'ensouillage pour plusieurs raisons : les projets français ne traversaient pas de plateaux continentaux

inexistants en Méditerranée, et on avait fort à faire pour relancer une politique de liaisons sous-marines qui retombaient périodiquement en panne. Quant aux transatlantiques, on s'était complètement effacé devant l'ATT responsable de leur maintenance. Le réveil a été brutal lorsque, en Novembre 1974 à la suite de l'incendie de la salle des machines du John Cabot, l'ATT a demandé à la Direction des Câbles sous marins (DCSM) si, pour assurer la mise en service du TAT 6 à sa date contractuelle, il serait possible d'équiper le Vercors dans les six mois. La réponse a été positive et la promesse a été tenue grâce à un effort exceptionnel du service Navires de la DCSM et du chantier du Havre (ACH), et à la souplesse de financement apportée par France Câbles et Radio (FCR). Les deux extrémités du TAT 6, soit 170 Km côté Ouest et 200 Km côté Est, ont été ensouillées dans les temps. En 1976, après l'ensouillage du câble Marseille - Rome (MARPAL) côté italien, le Vercors est devenu pour quelques années le navire ensouilleur mondial n° 1.

En France, on ne s'était guère intéressé avant 1974 au problème de l'ensouillage pour plusieurs raisons : les projets français ne traversaient pas de plateaux continentaux inexistants en Méditerranée, et on avait fort à faire pour relancer une politique de liaisons sous-marines qui retombaient périodiquement en panne. Quant aux transatlantiques, on s'était complètement effacé devant l'ATT responsable de leur maintenance. Le réveil a été brutal lorsque, en Novembre 1974 à la suite de l'incendie de la salle des machines du John Cabot, l'ATT a demandé à la Direction des Câbles sous marins (DCSM) si, pour assurer la mise en service du TAT 6 à sa date contractuelle, il serait possible d'équiper le Vercors dans les six mois. La réponse a été positive et la promesse a été tenue grâce à un effort exceptionnel du service Navires de la DCSM et du chantier du



*Le N/C Vercors*

Havre (ACH), et à la souplesse de financement apportée par France Câbles et Radio (FCR). Les deux extrémités du TAT 6, soit 170 Km côté Ouest et 200 Km côté Est, ont été ensouillées dans les temps. En 1976, après l'ensouillage du câble Marseille - Rome (MARPAL) côté italien, le Vercors est devenu pour quelques années le navire ensouilleur mondial n° 1.

### ***Contrôle de l'ensouillage et réparation des câbles ensouillés***

L'ensouillage avait été décidé sans se préoccuper immédiatement de la manière dont on réparerait les câbles ensouillés, pensant que l'on avait le temps d'étudier la question. Or il n'en a rien été et les ennuis ont commencé sur le TAT 4 devant Saint Hilaire.

Lorsqu' ATT reprit la protection du TAT 4 devant Saint Hilaire, le câble armé fut remplacé par du porteur central, trop léger et difficile à ensouiller. Un premier défaut dans une zone exposée et une réparation délicate fragilisa le câble qui enregistra une succession d'interruptions. Le choix du câble était mauvais et le navire de réparation accumula les tentatives de drague, coupant systématiquement le câble avec son grappin au moment du crochage. On appela le Marcel Bayard à la rescousse qui, grâce au vieux grappin Rouillard réussit à réparer. Après les réparations il fallait ensouiller à nouveau. Or, pour un tel travail sur le fond, il n'existait sur le marché que des sous-marins de



poche : les PISCES de la société Vickers, développés pour intervenir sur les premiers champs pétroliers offshore de la Mer du Nord. Leur mise en oeuvre était lente et coûteuse. Deux d'entre eux restèrent bloqués près du câble.



*Un PISCES de la Société Vickers*

Sur l'un d'eux, A. Dodeman de l'ATT et le pilote réussirent à s'en tirer seul. Le second cas fût dramatique et tint le monde en haleine pendant 3 jours. Pour débloquer l'engin pris au fond de la mer d'Irlande, la marine américaine dépêcha le CURV 3, le seul sous-marin télécommandé et opérationnel de l'époque.

Pour résoudre les difficultés liées aux réparations des câbles ensouillés, BT développa des outils nouveaux : grappin

désensouilleurs (detrenching grapnel), grappin coupant et relevant (cut and hold grapnel), crocs à déclenchement (hook release).

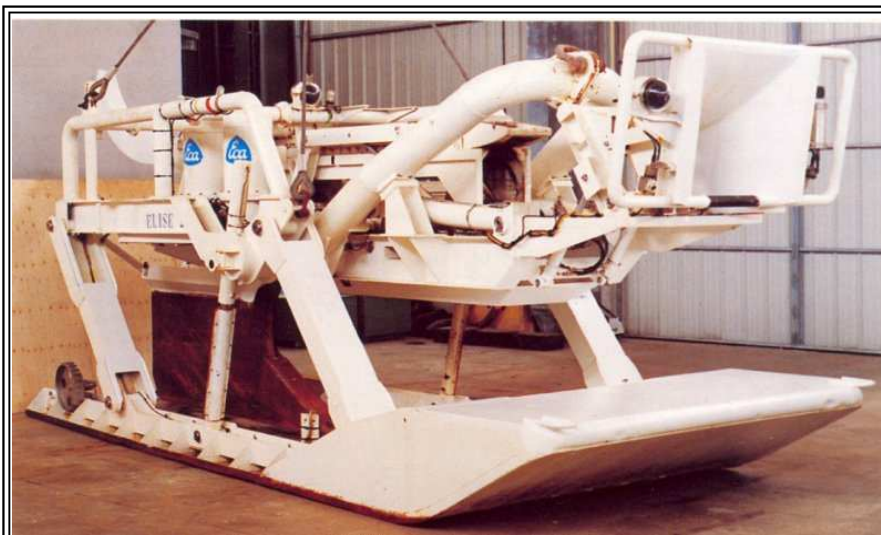
Mais tout ceci n'était qu'expédients, c'est pourquoi, l'option du sous-marin habité étant désormais exclue, ATT décida en 1975 de développer un sous-marin télécommandé adapté au travail demandé, qui serait un complément indispensable des charriots. Le programme fut confié initialement à Ametek Strazza d'El Cajon, Californie. ATT proposa aux autres fournisseurs de navires en maintenance atlantique, C & W, BT, France Telecom, Teleglobe et Telefonica, d'en partager le coût. Après l'échec de l'entreprise en 1978, la mise au point et la construction de deux véhicules baptisés SCARAB (Submersible Craft Assisting Repair and Burial) n°1 et 2 fut confiés aux Bell Laboratories (BTL). Les deux systèmes furent testés en septembre 1980 et immédiatement mis en service dans le cadre d'un accord d'utilisation appelé : Accord SCARAB. Le programme de l'accord comprenait également le développement de nouveaux équipements : chercheurs de câble, bras manipulateurs, outils coupeur de câble mais aussi des propulseurs, projecteurs, caméras et des outils destinés à guider les engins par rapport au câble pour travailler sans visibilité.

Le SCARAB s'utilise avec un navire câblé porteur, qui le met à l'eau et le récupère à l'aide d'une grue. Un câble le relie en permanence au navire dont la fonction est triple : alimentation en énergie, télécommande et réception des images télévisées permettant de contrôler et de diriger le travail. Dans le cas d'une réparation, le véhicule repère le câble grâce à son chercheur, le déterre, le coupe, bosse les extrémités à des filins venant du bord. Le navire remonte alors les deux extrémités et continue l'opération de façon classique jusqu'à l'immersion de l'épissure finale. Après quoi, le véhicule réensouille le câble. Le SCARAB est également utilisé après l'ensouillage d'une liaison neuve pour vérifier la qualité du travail et reprendre des portions mal ensouillées. Comme toutes les bonnes idées le SCARAB ne fut pas reconnu immédiatement. Pourtant, les deux SCARAB(s) étaient toujours en service en 1996, près de 10 ans après leur remplacement dans l'Accord d'entretien des câbles de l'Atlantique (ACMA) par des engins plus modernes. Le premier est conservé par ATT et le second est devenu Britannique après une vente aux enchères organisée entre ses propriétaires européens. Il se trouve désormais abrité au Musée National Maritime de Greenwich. Plus de 500 appareils semblables furent construits pour des besoins civils dans les 30 ans qui

suivent. Ce genre d'engin a reçu par la suite le nom générique de ROV (Remotely Operated Vehicle - en français Filoguidé), et le SCARAB constitue la première génération de ROV. A noter, hors câble sous marin, l'utilisation des deux SCARAB pour récupérer les boîtes noires de l'avion d'Air India tombé en mer au Sud de Cork en 1985, les débris d'un booster de navette en 1983 et des débris de la navette Challenger au large de la Floride en 1986.

### ***Généralisation de l'ensouillage des grands câbles coaxiaux (1975 -1990).***

A partir de 1982, la pratique de l'ensouillage dont l'efficacité a fait la preuve se généralise sur les grands câbles coaxiaux puis sur les câbles optiques partout où les études préliminaires du sol ont montré que cela était possible .C'est pour quoi de nouveaux modèles de charrue plus adaptés sont développés. En 1981 et 1982, ATT installe sur le Vercors une charrue plus performante (Seaplow 5) pour un programme d'ensouillage de 1.790 Km comprenant en particulier le transatlantique TAT 7, la liaison Hollande - Danemark pour le compte du constructeur japonais Fujitsu et la liaison Espagne - Belgique (Méridien), opération d'ensouillage tout à fait exceptionnelle, qui parcourt toute la Manche de la Belgique jusqu'au rebord du plateau continental au Sud-Ouest de Penmarch pour le compte d'Alcatel. La Direction Générale des Télécommunications et FCR décident alors de construire leur propre charrue. L'appel d'offres est lancé en 1981 et la construction est confiée au consortium d'entreprises ECA - SIMEC domiciliées près de Toulon et Aix en Provence.



***Charrue ELISE***

Le premier travail de cette charrue baptisée ELISE 1 sera l'ensouillage de la liaison Penmarch - Casablanca en 1984, puis de la branche française du TAT 8 (novembre 1988) par un temps déplorable. ATT avait fortement déploré la construction de la charrue française

assez semblable à la charrue américaine, et le Vercors, heureusement engagé sur le SEA-ME-WE, fut boudé par l'opérateur américain entre 1984 et 1986. La coopération a heureusement repris en 1989 (Hawaï 4 et Pencan 4).

Mais l'extension de la pêche au chalut à des profondeurs de plus en plus grandes a nécessité de revoir les techniques d'ensouillage. Les Japonais se sont attelés à ce problème en 1987 et ont repris leur programme MARCAS, pour rendre leurs équipements opérationnels jusqu'à 2.500 mètres et les utiliser pour l'installation du TPC3 (1989), premier câble Trans-Pacifique à fibres optiques, mis en service par KDD et ATT immédiatement après le TAT 8.

Les Britanniques, qui étaient restés jusque là un peu en retrait vis à vis de l'ensouillage, pour des raisons à la fois industrielles (augmenter les fournitures de STC) et opérationnelles (conserver une grande activité à la flotte de C&W) reprennent leurs réflexions sur la protection des câbles au début des années 80 Pour conclure enfin comme tout le monde, quel'ensouillage, partout où cela est possible, constitue la meilleure protection des câbles sous-marins contre les défauts liés aux nouvelles

techniques de pêche de plus en plus agressives. BT identifie alors des chalutiers dont la puissance est de 4.000 CV, qui ont des puissances de traction de 20 tonnes et dont les chaluts s'enfoncent de 40 cm dans le sol.

La charrue développée en 1985 en commun avec les PTT danois s'appuie sur deux skis, est légère (10 tonnes) et économique (traction 10 à 20 tonnes). L'objectif est d'ensouiller à(de) 90 cm jusqu'aux profondeurs de 1.000 mètres. Son soc est une roue tranchante, étroite et relevable dans les sols durs. Un presseur permet de maintenir le câble au fond de la tranchée au moment de son comblement. Le câble est guidé dans un tube permettant de réduire la tension à l'entrée, donc à la sortie de la machine. Les essais du NC Peter Faber se déroulent en juillet 1985 entre Nybord et Halsskov et la première opération est réalisée avec l'installation du premier câble à fibres optiques GB - Belgique 5 (avril 1986) puis TAT 8 (1988).

Parallèlement, BT développe un grappin-détrancheur et un tracteur-ensouilleur télécommandé pour récupérer et ré-ensouiller les câbles pendant les réparations. Convaincus les derniers, les britanniques s'engagent à fond dans l'ensouillage des câbles sous-marins qu' ATT avait ouverte dix ans plus tôt. BT avait suscité la naissance de SMD (Soil Machine Dynamics Ltd) en 1985. A partir de 1987, SMD construit des charrues pour C&W (12 tonnes), BTM (35 tonnes, spécialisée dans l'ensouillage de câbles d'énergie, ATT (SEAPLOW 6 de 22 tonnes). Ainsi à partir de 1990, SMD est le constructeur incontournable de pratiquement tous les outils de pose et de réparation de câbles sous marins. Comme quoi, partis les derniers, grâce à leur acharnement et leur sens pratique bien britanniques, ils vont terminer les premiers.

#### ***Politique française d'engins d'ensouillage autres que la charrue.***

En France, essentiellement pour répondre à des demandes de clients autres que les télécommunications, EDF en particulier, un certain nombre d'industriels se sont penchés sur la question de l'ensouillage en cherchant à y apporter des solutions différentes de la charrue. Il s'agit généralement d'engins du type tracteur à chenilles qui se déplacent sur le fond en creusant une tranchée. Dès 1973, COMEX construit une première ensouilleuse. Deux clients sont sollicités EDF et la DGT. Pour EDF, il s'agit d'enterrer les câbles de la future ligne électrique à travers la Manche IFA 2000, mais pour la DGT, il s'agit de suivre le projet. Mais en 1976, à la suite d'un accident entraînant la noyade d'un ingénieur d'EDF, COMEX abandonne son programme.

EDF se tourne alors vers Travocéan, autre entreprise marseillaise, pour développer un projet en deux ans (1976 - 1978). L'objectif : enterrer à une profondeur de - 3 mètres dans le sable, les graviers et la craie, est ambitieux et coûteux mais il aboutit. Le projet IFA 2000 fut installé à partir de 1990 entre Sangatte et Folkestone et Travocéan fut chargé de l'entretien des 4 câbles.

Le centre de La Seyne sur Mer de la DCSM reste en contact étroit avec COMEX, EDF, IFREMER et la Marine Nationale. Celle-ci disposait d'un sous-marin télécommandé du type ROV (ERIC), qui a pu être utilisé lors de la perte de la charrue suite à la rupture du câble tracteur devant Casablanca en 1984. Mais la politique (de la marine) française d'intervention sous la mer privilégiait l'intervention humaine et non la robotique sous-marine.

Un autre projet mérite l'attention, celui de SIMEC. Pierre Blanc, qui avait participé au projet d'EDF tant chez COMEX que Travocéan fonde sa société en 1978. Il estimait qu'il y avait dans le secteur des télécommunications, un marché pour un engin télé-alimenté et piloté par plongeur. Son idée était simple, il s'agissait de rendre marin un véhicule développé par le CNET (Centre National d'Études des Télécommunications), pour la pose mécanisée des câbles lors du boom des télécommunications (1975 - 1980).

Le CASTOR I  
est opérationnel  
en 1980 et des



essais d'évaluation en rade d'Hyères démontrent l'efficacité de cet engin dans les fonds sableux. Des chantiers au Moyen-Orient dans des sols durs coralliens permettent de constater la complémentarité du CASTOR et des ROV.



**CASTOR 2**

L'idée sera poursuivie et en

1989, FCR commandera à SIMEC un CASTOR 2 télécommandé capable d'opérer dans des sols durs jusqu'à 1.000 mètres de profondeur. Les premières opérations d'ensouillage (GB - France 4, TAT 9 et Eurafrica se sont déroulées en 1991. La réussite de cet engin encouragea ATT (Seabed tractor), les japonais (NTT et KDD) et les britanniques à se doter d'engins équivalents. Mais CASTOR 2, version marine de l'équipement de pose mécanisée des câbles souterrains développé par le CNET, s'est révélé le meilleur de sa génération.

Ainsi, au moment de la généralisation des poses ensouillées des câbles à fibres optiques, la DGT et FCR possèdent les charrues ELISE 2 & 3 (versions modernisées d'ELISE 1) construites respectivement en 1990 et en 1995. Avec SCARAB et CASTOR I & 2 (version télécommandée exploitable à 1.000 mètres du CASTOR 1), et l'introduction de deux ROV SCORPIO 2000 en Méditerranée en 1994 - 95, au moment où la DGT devient France Télécom, on avait réalisé en France un programme au moindre coût.

### ***L'ensouillage à l'ère de la fibre optique (1990-2000)***

L'ère de la fibre optique et le développement exceptionnel qu'elle a connu ont bien sûr mis au premier plan la protection des liaisons, mais vu leur capacité de transmission inégalée jusque là, il n'était pas question de lésiner sur les moyens. L'ensouillage a continué à être de règle pour les grands câbles et sa technique s'est perfectionnée. Les grands opérateurs (ATT, FT, KDD et BT) étaient déjà dotés d'une gamme d'outils et une industrie anglo-saxonne d'outils nouveaux a commencé à se développer en Grande Bretagne et aux Etats-Unis.

Du côté des acheteurs, FCR décide de reprendre les spécifications des études préalables (autorisations, bathymétrie du tracé, études préalables à l'ensouillage) au moment de rédaction de l'appel d'offres du système SEA-ME-WE 2 (1990-1991). Après l'ensouillage avec la charrue, le travail doit être complété par des ensouillages complémentaires par des ROV ou autres CASTOR. Les bons résultats d'une inspection de 30% des sections ensouillées, déterminées par les acheteurs, conditionnaient la recette des travaux. L'exigence d'ensouillage à  $- 90 \text{ cm} \pm 30 \text{ cm}$  jusqu'au fonds de 1.000 mètres deviendra la règle dans les Appels d'offres qui suivront.

Pour réaliser les objectifs assignés, les fabricants de moyens d'ensouillage, en particulier SMD proposent de nombreux engins (charrues, ROV et trenchers) s'adaptant aux différents types de sol. Les constructeurs français n'ont malheureusement pas relevé le défi, souvent faute de support bancaire. ATT, affaiblie par la déréglementation n'a pas non plus suivi, laissant ainsi le champ libre à l'entretien, les ROV deviennent un outil indispensable d'un câblage de réparation. A partir de 1995 les ROV de la première

génération sont remplacés par des engins plus puissants. Ainsi la série HECTOR remplace les SCORPIO sur les navires câbliers français.

La construction de SEA-ME-WE 3 entre 1997 et 1998 a permis de renforcer les spécifications. Dans certains cas particuliers, un ensouillage jusqu'à 2.000 mètres (en Australie), à - 200 cm dans les eaux territoriales des pays du Sud-Est Asiatique et à - 10 mètres devant Singapour, Shanghai, Hong-Kong et Pyapon (Myanmar) est exigé pour obtenir la fiabilité maximale sur une liaison de 40.000 Km.

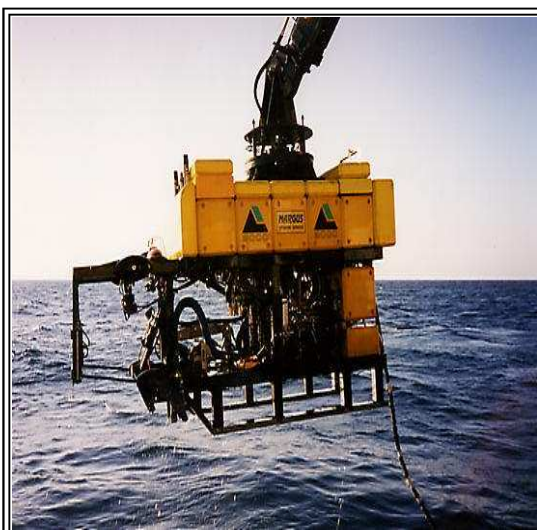
Suboptic 97 (San Francisco) consacre la généralisation des méthodes et des procédures d'installation. Les communications présentées portent sur l'informatisation des différentes procédures de sélection de la route, de navigation, de pose, d'ensouillage et contrôle de la liaison plutôt que sur de nouveaux matériels eux-mêmes télécommandés. Les capacités colossales des liaisons à fibres optiques récentes, ( avec leur capacité colossale) qui maintenant atteignent le téraoctet, ont conduit à des exigences d'ensouillage, tant en profondeur qu'en qualité. ( que)La performance des engins à dû suivre et ( que) l'on arrive à des engins de poids, de dimensions et de puissance tels qu'ils ont eu, nous l'avons vu, des incidences profondes sur la structure et la propulsion des navires.

Les mises en service des ROV sur les navires câbliers de France Télécom sont les suivantes :



*ROV du type SCARAB*

**1978** : Scarab 1 est en service partagé entre les trois navires de l'ACMA de la zone Est. 1990 : Scarab 3 est en service partagé entre les trois navires de l'ACMA de la zone Est à compter du 15 août.

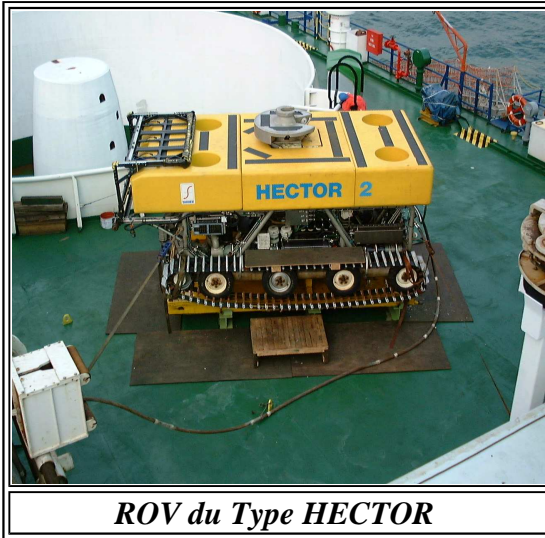


*ROV du type SCORPIO 2000*

**1994** : Scorpio 2000 (fourniture Margus) est installé sur le Raymond Croze le 1 septembre, démobilisé en 2003 mais remobilisé en février 2004 pour les boîtes noires du Boeing 737 tombé en mer au large de Sharm El-Sheick.

**1996** : Scorpio 2000 (prêt du CEA) est installée Vercors le 1er janvier, puis placée en dépôt à Singapour pour l'ensouillage complémentaire de SEA-ME-WE 3.





**ROV du Type HECTOR**

**2000** : Hector 2 mis en service sur des navires de circonstance (Hondo River et Normand Carrier) pour des opérations sur le câble Flag. Modifié pour répondre aux normes ACMA en 2003, il est mobilisé sur le Léon Thévenin.

**2001** : Hector 3 mis en service sur le Léon Thévenin à Brest puis mobilisé sur le Raymond Croze en 2003, en remplacement du S2000.

**2002** : Hector 4 est embarqué à bord du Chamarel au Cap (Afrique du Sud)

**2004** : Hector 5 en construction.

### **Conclusion.**

Les efforts considérables consentis pour protéger les câbles sous-marins devant les agressions extérieures chalutages et ancrages dans les approches des zones portuaires entraînent un coût de l'installation représentant une part comprise entre 20 et 40 % du montant total d'un projet. Ceci paraît énorme par rapport aux 5 à 10% des débuts du coaxial. Est-ce que cela a eu un effet conséquent sur la diminution des interruptions ?

Malheureusement, aucune statistique globale n'est disponible. Lors des derniers forums Suboptic (1997 et 2001), ATT et Alcatel en 1997, puis Global Marine en 2001 ont publié des analyses sur les défauts. Tout en déclarant que les défauts sont très variables selon les régions et les risques, quelques idées générales peuvent être dégagées :

(i) D'une façon générale, l'ensouillage a permis de diviser par 10 le nombre des défauts sur les câbles à fibres optiques avec la généralisation des profondeurs d'ensouillage à - 1 mètre.

(ii) Les causes naturelles (tremblements de terres, courants de turbidité, ..) représentent toujours moins de 10% des défauts.

(iii) Il y a 10 fois plus de dérangements par faibles profondeurs (2 défauts/1000 Km parmoins de 200 mètres) qu'au delà de cette profondeur (0,2 défaut/1000 Km au delà de 200 mètres).

(iv) Les actes de pêche sont toujours la cause d'environ 50 % des défauts mais la part des croches par chalutage a diminué (principalement depuis le retrait du service des câbles TAT 1 et TAT 2 en 1982) par rapport aux croches des dragues à coquilles.

Ceci est encourageant, surtout lorsque l'on considère le coût de la perte de trafic lorsqu'un câble débitant plusieurs dizaines de Gigabits s'interrompt .Mais bien sûr tout cela est très difficile à évaluer, surtout avec l'immense réseau très maillé avec des branches contenant une part importante de capacité inutilisée permettant la plupart du temps un re routage immédiat, à condition que les opérateurs veuillent bien s'entendre malgré la concurrence acharnée introduite par la déréglementation.

