

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

CENTRE D'ÉTUDES DE LA VALLÉE DU RHONE

IRDI/DERDCA/DGR/SPI

Le télémanipulateur MA 23 M : engin d'intervention
par G.STREIFF

*Communication présentée au groupe de travail "Laboratoires chauds
et télémanipulation" les 13, 14, 15 Juin 1984 à Harwell (G.B.)*

1 - INTRODUCTION

Les futures usines de retraitement des combustibles irradiés envisagées dans le monde sont prévues pour pouvoir retraiter plusieurs centaines de tonnes de combustibles par an. La taille des combustibles et des appareils procédé entraînera la réalisation de cellules de très grandes dimensions.

Les niveaux d'irradiation interdiront pratiquement la maintenance "au contact", il sera donc impossible au personnel de pénétrer à l'intérieur de ces cellules pour pouvoir effectuer les opérations de maintenance et d'entretien des appareils, même après décontamination et mise en place d'écran de protection. Ceci sera particulièrement vrai pour les cellules de tête d'usine où s'effectuent la plupart des opérations mécaniques, et qui sont donc celles où les opérations de maintenance seront les plus nombreuses. Le concept de maintenance "au contact" devra de plus en plus faire place au concept de maintenance "à distance".

Les investissements nécessaires pour la construction de ces futures usines seront très élevés et l'on cherchera à avoir un facteur de disponibilité aussi élevé que possible. Pour aboutir à un tel résultat, on devra réduire les temps d'intervention en développant le principe de l'échange standard d'ensembles ou de sous-ensembles défectueux, ceci permettant d'optimiser la taille des appareils procédé et éventuellement de supprimer des unités de secours.

Les temps d'intervention sont seulement limités par l'accessibilité des appareils procédé et la dextérité des équipements d'intervention.

Pour résoudre ces problèmes, de nouveaux principes d'intervention doivent être définis et de nouveaux appareils d'intervention à distance doivent être développés.

La téléintervention devient une donnée de base des futures usines de retraitement, comme d'ailleurs des futurs réacteurs de fusion.

II - PRESENTATION DU MA 23 M

- . Le MA 23 M est un télémanipulateur maître esclave à bras articulés et à commande électronique permettant le retour d'effort. La distance entre le bras maître et le bras esclave étant théoriquement illimitée, cet appareil peut être embarqué sur un porteur se déplaçant dans tout le champ de la cellule puisque seule une liaison par câble électrique relie le bras maître au bras esclave. De capacité 250 N, c'est un appareil de grande dextérité.
- . Les problèmes de maintenance du télémanipulateur lui-même ont été étudiés dès sa conception. Les essais ont montré :
 - que la sortie de cellule d'un appareil défectueux pouvait s'effectuer sous confinement α et protection biologique β ;
 - que sa réparation était réalisable sans difficulté, même en boîte à gant.

Les risques d'incident par rupture des câbles ou rubans sont supprimés par une limitation de courant des moteurs actionnant les 7 degrés de liberté.

- . Notre expérience avec cet appareil porte sur plusieurs centaines d'heures de fonctionnement qui se sont déroulées sans incident. Elle nous a permis de définir et de développer des techniques d'aide à la manipulation facilitant l'utilisation du télémanipulateur MA 23 M par le personnel exploitant. On peut plus particulièrement citer :

*au niveau des moyens de manipulation :

- une aide par l'informatique permettant la téléopération assistée par ordinateur (TAO). L'objectif principal n'est pas d'éliminer l'opérateur dans la boucle de commande, mais de l'aider dans l'exécution de tâches complexes ou délicates en privilégiant certaines fonctions du télémanipulateur. Par exemple, on peut contrôler certains degrés de liberté : l'opérateur définit un plan dans lequel il veut travailler avec une meuleuse ou une direction pour percer un trou et ne peut s'écarter de ce plan ou de cette direction.

On peut aussi supprimer artificiellement le poids de l'objet pris en pince, ce qui diminue la fatigue de l'opérateur tout en conservant un parfait retour de sensibilité ce qui augmente la dextérité ;

- un suivi automatique de la pince du manipulateur par une caméra de télévision embarquée dans le caisson de l'appareil, le suivi s'effectuant par simple orientation d'un prisme en site et en gisement. En effet, des essais de manipulation entrepris avec des caméras pilotées manuellement ont montré que près de 40 % du temps de travail était consacré aux réglages des caméras (mise au point - orientations) ; cette technique permet à l'opérateur de consacrer toute son attention aux travaux de manipulation ;
- une interdiction au télémanipulateur de se déplacer dans certaines zones de la cellule afin d'éviter les collisions avec les appareils précédé ;
- un positionnement programmé du porteur en fonction du travail à effectuer permettant au télémanipulateur de se positionner dans les meilleures conditions de travail ;

*au niveau du poste de travail :

- une étude ergonomique du poste de commande (interface homme-machine) ;
- une définition du positionnement des différentes caméras de télévision ;
- une commande vocale des caméras.

Toutes ces caractéristiques permettent :

- de diminuer la fatigue de l'opérateur ;
- d'augmenter le temps de travail effectif et la sûreté de l'opération.

III - APPAREILS ASSOCIES AU TELEMANIPULATEUR MA 23 M

Le télémanipulateur MA 23 M est un appareil de grande dextérité, mais de puissance limitée. Pour l'utiliser dans les meilleures conditions, il faut l'associer avec d'autres appareils qui permettront :

- de le déplacer dans tout le volume de la cellule grâce à un porteur ;
- de l'aider dans la manipulation de charges lourdes grâce à un palan.

III.1 - Porteur associé au MA 23 M

La possibilité de déplacer le télémanipulateur en différents points de la cellule permet son positionnement dans les meilleures conditions pour entreprendre le travail envisagé et ce travail sera d'autant plus facilité que l'on aura pu également effectuer un positionnement correct des caméras de télévision, celles-ci étant montées sur des tourelles. Pour atteindre cet objectif, le télémanipulateur est fixé sur un porteur qui peut balayer tout le volume de la cellule.

Suivant les types de cellules, ce porteur pourra être :

- un pont équipé d'un fût télescopique lorsque la hauteur des appareils procédé est relativement faible (2 à 3 m) et que ceux-ci sont posés sur le plancher de la cellule (cas des appareils mécaniques de tête d'usine par exemple) ;
- une grue vélocipédique se déplaçant le long d'une paroi de cellule dans le cas d'appareil de grandes dimensions (cas des cellules chimiques).

Cette première association permet donc d'avoir un appareil de grande dextérité et de grand champ d'action que l'on peut positionner de manière idéale en fonction des travaux à exécuter. C'est le télémanipulateur qui va au devant de la tâche. Cette caractéristique permet en outre une conception simplifiée des appareils procédé situés dans les cellules. En effet, il n'est plus nécessaire de ramener les organes sensibles qui exigent une maintenance dans une zone déterminée comme cela est obligatoire avec les télémanipulateurs maître esclave mécaniques du fait de leur champ d'action très limité.

III.2 - Palan associé au MA 23 M

Pour compenser le manque de puissance du télémanipulateur, on a cherché à lui associer un 2ème appareil jouant le rôle de "servante" et permettant la manipulation de charges lourdes. Or, l'appareil le plus simple et le plus fiable qui puisse exister pour manipuler des charges lourdes est un palan dont l'extrémité du câble ou de la chaîne porte un simple crochet d'élingage.

Le palan présente d'autre part l'avantage de ne pas nécessiter un positionnement de précision si le bras de dextérité du MA 23 M est présent pour guider la charge à manipuler. Ce palan permettra non seulement de soulever des charges lourdes, mais de tenir un outil qui ne peut être pris directement en pince par le télémanipulateur.

Ce palan pourra être monté :

- soit sur le porteur même du télémanipulateur ;
- soit sur un chariot indépendant.

Suivant le poids des appareils à déplacer, on pourra également envisager le montage de deux palans :

- l'un associé au porteur du télémanipulateur pour les faibles charges inférieures à 500 daN (cas du démontage d'un sous-ensemble tel que vannes, pompes, ...)
- l'autre monté sur chariot indépendant pour les charges lourdes (cas du démontage d'un appareil, d'un module, ...).

IV - UTILISATION DU SYSTEME MA 23 M : PORTEUR-PALAN

- . L'association du télémanipulateur de dextérité MA 23 M monté sur un porteur et d'un palan de puissance crée un couple dextérité-puissance qui devient un outil de travail particulièrement efficace, pouvant résoudre pratiquement tous les problèmes d'intervention à distance. Ce couple dextérité-puissance peut se déplacer et se positionner là où le travail doit s'effectuer.

- . En cas de maintenance programmée (préventive ou corrective), l'intervention ne doit pas poser de problème, n'étant qu'une répétition des essais inactifs et sera d'autant plus aisée que les positionnements du télémanipulateur et du palan auront été fixés. Un programme peut être utilisé pour effectuer automatiquement les déplacements et les positionnements du système télémanipulateur porteur-palan. Une conception des appareils procédé permettant un démontage des ensembles ou sous-ensembles par le haut facilitera l'intervention.

- Par exemple, le démontage d'un moteur se déroulera de la manière suivante :
 - le bras de dextérité désaccouplera les liaisons électriques et mécaniques et viendra placer lui-même le crochet du palan dans les anneaux de préhension prévus à cet effet ;
 - le palan pourra soulever le moteur, celui-ci étant guidé dans sa manoeuvre de sortie par le bras de dextérité.

- . Un tel système présente le maximum d'intérêt lorsque l'on se trouve en présence d'une intervention non programmée : l'association dextérité-puissance permettant de toujours résoudre le problème posé. Dans de nombreux cas, on pourra utiliser des moyens de manutention tels que élingues, palonniers ou faire appel à des outillages particuliers (meule, cisaille, visseuse, ...) qui seront, suivant leur poids, soit pris directement en pince par le télémanipulateur, soit tenus par le palan et guidés par le télémanipulateur. Ce système multiplie les solutions de dépannage et d'intervention. Il est particulièrement bien adapté aux problèmes de démontage partiel d'une installation (en cas de modification du procédé) ou de démantèlement.

- . Il est bien entendu possible de monter 2 bras de dextérité ce qui augmente encore les possibilités de travail, en particulier pour les interventions délicates, mais entraîne un encombrement général plus important pouvant nuire au positionnement le plus judicieux du bras de dextérité. On devra donc, dans la mesure du possible, concevoir des ensembles et sous-ensembles ne nécessitant qu'un seul bras de dextérité.
- . Le principe de l'échange standard de sous-ensemble ou d'ensemble défectueux est particulièrement bien adapté à un tel système. Il permet une intervention rapide, diminuant ainsi les temps d'immobilisation de l'installation.

V - CONCLUSIONS

L'association d'un bras de dextérité et d'un simple appareil de puissance tel qu'un palan permet la réalisation d'un outil d'intervention particulièrement efficace.

Pouvant se déplacer et se positionner là où un travail doit être exécuté, elle permet d'effectuer ces travaux dans les meilleures conditions possibles. La conception des machines procédés, (en particulier, les appareils mécaniques qui sont la cause la plus fréquente des interventions), peut être très fortement simplifiée, les zones d'intervention n'étant plus tributaires d'un hublot et du champ d'application de manipulateurs maître esclave mécaniques.

Le couple dextérité-puissance se retrouve d'ailleurs dans la vie courante : déplacement d'une pièce soulevée par un palan qu'un opérateur commande d'une main, son autre main guidant et positionnant cette pièce.

Ce couple présente un excellent compromis dans le choix des moyens de télémanipulations existants.
