

Jean-Marie JOLY

SGE-BTP - Rungis

**Vers l'automatisation
des opérations
de manutention
sur les chantiers
de construction**

RESUME

Vers l'automatisation des opérations de manutention
sur les chantiers de construction

Présentation du programme M88

- Avec ce programme MANUTENTION 88 la concertation industriel fabricant de matériel - entreprise améliorant la productivité prend toute sa valeur.
- Cette synergie dont l'aspect le plus spectaculaire est l'automatisation de la production se traduira en réalité par tout un ensemble de progrès dans la précision, les performances et les caractéristiques, dont l'incidence sur la productivité sera significatif.

Sur un plan pratique ceci s'illustre en particulier par le raccourcissement et l'efficacité du cycle de la grue, la réduction du délai global etc ...

- Mais le programme génère aussi une mutation des méthodes chantier liée d'ailleurs à de nouvelles compétences pour différentes catégories d'intervenants

(Revalorisation des métiers du bâtiment).

- On évolue ainsi de trois postes principaux de travail assurés par - le grutier | et nécessairement orchestrés
- l'élingueur | par un coordinateur
- le poseur

vers deux, puis ultérieurement un seul poste de pilotage.

c'est-à-dire que l'on passe progressivement de travaux parcellisés à une opération synthétique de production dont le pilote positionné sur le plan de travail, est l'unique responsable, gérant aussi les méthodes et la qualité.

- Deux voies sont ainsi explorées par l'équipe SGE-POTAIN la voie de la programmation pour les chantiers de composants la voie de l'apprentissage (ou de la recopie) de cycles de mise en place de banches et de bétonnage pour les chantiers moins industrialisés

La conception modulaire de ce programme permet bien d'autres développements puisqu'il débouche sur un engin nouveau répondant aux attentes de la profession.

SUMMARY

Towards automation of material handling operations
on building/construction sites

Introduction of the program M88

- With this program : MANUTENTION 88 the concertation between the industrial manufacturer of materials and the building-contractor improving his productivity is emphasized.
- This synergy which most spectacular aspect is the automation of the production, will actually be expressed by a whole lot of progress concerning accuracy, performances and characteristics, whose incidence on the productivity will be significant.

In practice, this is shown in particular by the shortening and the efficiency of the crane-cycle, the reduction of the time allowed etc...

- But also, the program generates an alteration in the methods on the building site, furthermore linked to new skills for different categories of parties intervening.

(Réévaluation of the building trades)

<u>This way, an evolution is performed from three main word stations</u> assured by - the crane-operator - the slinger - the layer	and necessarily orchestrated by a <u>coordinator</u>
---	---

to two and then afterwards on single pilot-station.

This means that gradually, the fragmented works will become a synthetic operation of production for which the operator on work level, will be the only responsible, managing also the methods and quality.

Thus, two ways are explored by the team SGE-POTAIN the way programming for the building sites of components the way apprenticeship (or the recopy) of the cycles for placing the formworks and the concreting for less industrialized construction sites.

The modular conception of this program allows many other developments since it creates a new engine, which complies with the expectations of the profession.

VERS L'AUTOMATISATION DES OPERATIONS DE MANUTENTION
SUR LES CHANTIERS DE CONSTRUCTION

I - Présentation du programme M88

- . Avec ce programme MANUTENTION 88 la concertation industriel fabricant de matériel - entreprise améliorant la productivité prend toute sa valeur.
- . Cette synergie dont l'aspect le plus spectaculaire est l'automatisation de la production se traduira en réalité par tout un ensemble de progrès dans la précision, les performances et les caractéristiques, dont l'incidence sur la productivité sera significatif.

Sur un plan pratique ceci s'illustre en particulier par le raccourcissement et l'efficacité du cycle de la grue, la réduction du délai global etc ...

- . Mais le programme génère aussi une mutation des méthodes chantier liée d'ailleurs à de nouvelles compétences pour différentes catégories d'intervenants

(Revalorisation des métiers du bâtiment).

- . On évolue ainsi de trois postes principaux de travail assurés par - le grutier et nécessairement orchestrés
- l'élingueur par un coordinateur
- le poseur

vers deux, puis ultérieurement un seul poste de pilotage.
c'est-à-dire que l'on passe progressivement de travaux parcellisés à une opération synthétique de production dont le pilote positionné sur le plan de travail, est l'unique responsable, gérant aussi les méthodes et la qualité.

- . Deux voies sont ainsi explorées par l'équipe SGE-POTAIN la voie de la programmation pour les chantiers de composants la voie de l'apprentissage (ou de la recopie) de cycles de mise en place de banches et de bétonnage pour les chantiers moins industrialisés

La conception modulaire de ce programme permet bien d'autres développements puisqu'il débouche sur un engin nouveau répondant aux attentes de la profession.

II - L'apport de nouvelles technologies

Ce programme fait appel à des technologies qui se sont développées dans d'autres domaines :

- radiocommande codée
- positionnement angulaire
- capteurs
- centrale de sécurité
- mécanismes et automates

II.1 - Principe général de la démarche

Utilisant les facilités de l'assistance informatique ainsi offertes pour la première fois sur une grue à tour, il était logique de positionner un réseau de capteurs afin de recueillir et centraliser toutes les informations.

Disposant alors des données nécessaires à l'évolution du programme et à la mesure des perfectionnements adoptés, le profil d'une nouvelle génération de matériel se dessine.

Dans cette logique de centralisation de l'information, l'équipe a "branché" un dispositif de radiocommande utilisant un système de codage binaire porté par une modulation haute fréquence.

Il s'agit d'une démarche d'ENSEMBLIER

II.2 - La mesure au service de l'automatisation

De la qualité, de la précision et de la fiabilité des mesures dépendent directement celles de l'automatisme considéré.

Les progrès réalisés dans les capteurs ont été déterminants dans la réalisation de ce programme utilisant un automate programmable industriel standard - (système modulable TELEMÉCANIQUE).

Notons que tous ces appareils faisant appel à une technologie de pointe sont ici soumis sur chantier aux aléas de l'environnement :

- poussière
- chocs
- conditions atmosphériques

Pour comprendre

II.3 - L'apport de la radiocommande : utilisation dans la voie de l'automatisation :

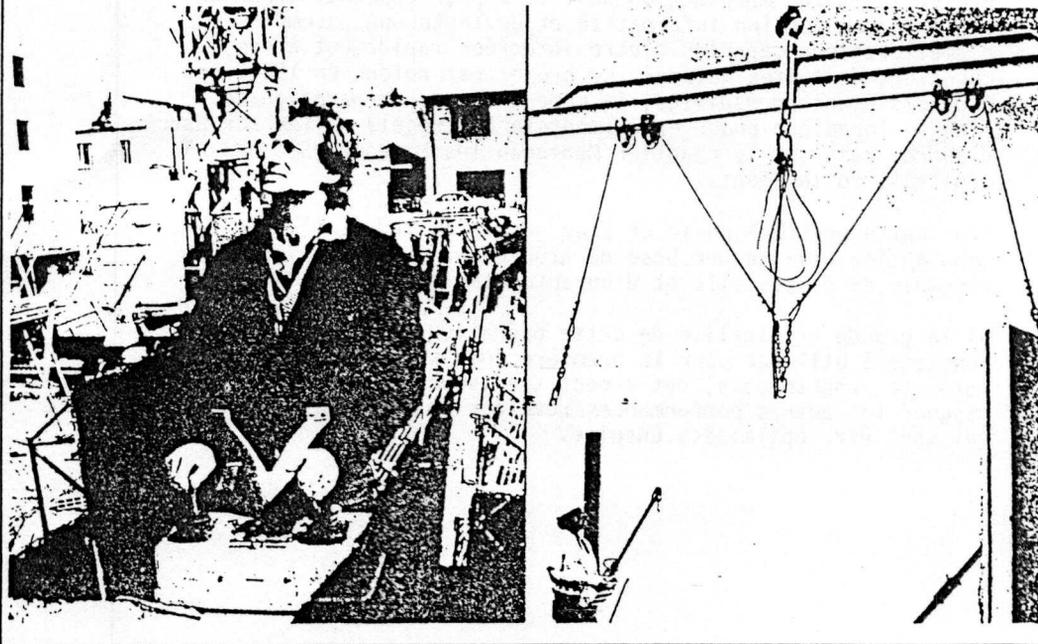
Ainsi pour rapprocher le grutier des zones de contrôle visuel et accroître ainsi l'efficacité et la sécurité l'adoption d'un système de radiocommande lui permet d'être présent sur le plan de travail.

En début de chantier les données du programme pour les opérations de pose sont introduites dans l'armoire ; chaque cycle est programmé.

En fin de cycle, l'opérateur PILOTE, qui dispose du boîtier de la radiocommande, prend en charge le panneau à son arrivée dans la zone de réception pour diriger la pose. Après mise en place du panneau, il "rend la main" à l'automatisme qui ramène le crochet à son point de départ. Les fonctions radiocommandées sont marche/arrêt et arrêt d'urgence, orientation de la flèche, freinage de stabilisation d'orientation, mouvement du chariot, levage montée et descente, rotation du mouffle, avertisseur sonore, autorisation du cycle automatique.

L'élinguage à l'origine du cycle est télécommandé sur la première expérimentation

Situé dans la zone de déchargement des camions de composants, l'opérateur dirige l'élinguage à l'aide d'une boîte à bouton et, selon un numéro de code porté sur le panneau, programme l'automatisme par affichage numérique et établit ce programme selon les paramètres : hauteur, zone de pose, orientation, hauteur de convoyage. Après validation du programme, l'automatisme gère le convoyage du panneau.



III. Origines du projet Manutention 88

III.1 - L'expression d'un besoin

Le système constructif SGE-C en version liaison soudée constitue une méthode de construction rapide utilisant la soudure dans les assemblages de composants banalisés de gros-oeuvre, posés à sec. Ce procédé a d'ailleurs fait l'objet du premier avis technique décerné dans ce domaine.

L'opération du Cendre réalisée en 1982 par SMC BARRAT filiale de SGE permet d'en constater l'extrême rapidité de montage, de l'ordre de deux semaines par bâtiment.

A cette cadence, divers aspects améliorables des grues à tour se trouvent clairement mis en valeur : montage - démontage, alimentation électrique, performances, coûts.

La concertation industriel fabricant de matériel - entreprise souhaitant améliorer la productivité d'ensemble se met en place.

III.2 - La genèse de l'expérimentation de Montceau les Mines

A la suite de cette réflexion, en 1983, SGE-C, SMC-BARRAT et POTAIN déposent donc, en équipe, dans le cadre d'Habitat 88 un projet intitulé "Manutention 88". Il a pour objet de créer un engin de manutention informatisé et de tester un ensemble d'améliorations capables d'être intégrées rapidement à ces chantiers de toutes natures. Le projet est retenu en 1984. Les études s'étant poursuivies, la même année la préparation de l'engin (première phase expérimentale du projet) a lieu sur parc d'abord, puis sur le chantier Montceau les Mines où SMC-BARRAT construit 76 logements.

Pour cette première phase et pour gagner du temps, l'engin de manutention utilise une base de grue Potain F3/29 équipée d'un ensemble de dispositifs et d'un automate.

Si la grande originalité de cette opération de manutention consiste à utiliser pour la première fois sur un chantier un automate programmable, cet aspect spectaculaire ne doit pas masquer les autres performances révélées par l'expérimentation et qui vont être optimisées ensuite.

III.3 - L'analyse

Répondre au marché

Si les grues à tour sont les mieux adaptées aux chantiers de système constructif, comment pouvait-on évoluer pour mieux répondre à la fragmentation du marché, et sa dispersion géographique qui introduisent une nouvelle donne qu'il convient d'analyser :

- la taille moyenne des chantiers en collectifs se situe maintenant autour de 20 à 40 logements,
- l'utilisation des matériels demeure intermittente, la régularité de la commande n'est pas assurée,
- les transferts inter-chantiers sont très coûteux,

les contraintes générales conduisent à des installations de chantier démesurées,

Résumé des souhaits initiaux

- un appareil de levage doit arriver complet sur un chantier en un seul chargement,
- cet appareil doit être monté, prêt à l'emploi, dans la journée de sa livraison,
- le montage doit s'affranchir de la grue auxiliaire d'intervention,
- il faut réduire l'importance de la préparation du terrain et éliminer la voie de grue,
- les appareils de levage doivent être mobiles sur le site du chantier par leurs propres moyens.
- ces appareils doivent être précis et fiables.
- conception d'un matériel et méthode d'exécution : deux démarches liées.

Tous ces souhaits ont permis de construire un programme cohérent de développement et de définir les points qui ont été testés sur Montceau les Mines sachant que les axes de l'étude d'origine portaient sur :

- 1 - Précision . pour améliorer la précision : connaître ou contrôler :
 - . la "self du temps de réponse de transmission des ordres" (contacteurs, motorisation)
 - . la flexibilité de la flèche, du fût, etc ... les conséquences de l'introduction du palonnier tournant (Satellite EMBARQUE)
- 2 - Performances . rapidité de montage et mise en service
 - . performances d'exploitation (amélioration du cycle, charges, etc ...) productivité, durée réduite
 - . autonomie en énergie
 - . autonomie routière
- 3 - Sécurité . fiabilité des organes de sécurité : fin de course, limiteurs de charge et de couple, installation de capteurs, création d'un contrôle de sécurité (et disparition des certifications à chaque chantier).
- 4 - Ergonomie . facilité d'accès aux commandes
 - . possibilités nouvelles des dispositifs de télécommande et radio-commande.
- 5 - Mobilité sur . porter la charge vite et bien : augmentation le site de distribution sur le plan de travail.
 - . assurer le déplacement de poste à poste par ses propres moyens.
- 6 - Assistance informatique . libérer le grutier des opérations répétitives
 - . optimiser les cycles
 - . optimiser la pose et améliorer les méthodes
 - . création d'un automate de chantier
 - . capter l'information (capteurs)

Avec deux voies . la programmation, l'apprentissage

et de nouvelles compétences pour le "PILOTE" véritable chef d'orchestre du chantier gérant la production, les méthodes, la qualité.

LES ETAPES SUIVANTES DU PROJET MANUTENTION 88Première étape - deuxième phase

Objectif : avec le même engin mais autonome en énergie, choix des commandes et optimisation des automatismes, élargissement du domaine d'utilisation.

1. PRECISION ET TEMPS DE REPONSEI.I - Précision et motorisation radiale

Les premières observations faites sur Montceau les Mines montrent que les principaux objectifs d'expérimentation sont tous pratiquement atteints. Un seul point à améliorer, une imprecision toute relative de quelques centimètres sur la distribution, et donc sur la position d'arrêt.

L'analyse montre qu'il y a corrélation entre temps de réponse et précision.

La solution expérimentée porte sur une nouvelle motorisation plus fidèle aux ordres de l'automate (voir notice motorisation). Ainsi l'automate génère-t-il de nouveaux besoins.

I.II- Choix des systèmes de commande du mouvement et influence sur la précision

Montceau les Mines a permis d'observer les capacités particulières des Thyristors appliqués à la commande des moteurs.

Il y a aussi une influence sur les électromécanismes engendrés par le pilotage par automates.

L'observation portera :

- 1) sur l'analyse du temps de réponse de la boucle d'asservissement
- 2) sur la dispersion de la réponse

II - L'AUTONOMIE EN ENERGIE

Il sera procédé à des tests :

- d'alimentation par groupe électrogène
- de coupures, variation de tension, perturbation de l'onde de tension
- comportement de l'automate dans chaque cas.

III. SUR LA BASE DE L'AUTOMATE MIS EN SERVICE, DEUX VOIES SONT A EXPLORER

III.1- La voie de la préprogrammation (suite de Monceau les Mines)

- Dépasser l'actuelle mémorisation de 100 cycles à position finale déterminée (par barycentre de la zone finale) ... à une mémorisation par file et trame de manière à présenter la charge à la verticale du point de pose.
- Associer le palonnier ROTAC par un capteur d'asservissement à la pose en coordonnées XYZ ;
- optimiser les méthodes dans ce contexte et optimiser le cycle.
- tester les limites de la capacité mémoire dans ce nouveau type d'utilisation.

III.II - La voie de l'apprentissage (ou de la recopie du cycle)

La voie de préprogrammation supposait :

- un calepin détaillé) connectés à des
- une étude méthode approfondie) composants industrialisés

La voie de l'apprentissage part d'une étude initiale avec ou sans composants industrialisés, puisqu'elle s'étend aussi bien :

- à la technologie dominante des banches
- au bétonnage automatique sur chantier

Il s'agit de mémoriser les cycles de chantier les plus répétitifs et d'être capable de travailler à l'avancement (bétonnage, mise en place des banches).

Contrairement à la voie de la préprogrammation, il s'agit d'une assistance semi automatique s'étendant à toute une gamme non restrictive de chantier.

Cette voie résulte de la demande formulée par les opérationnels qui souhaitent bénéficier de cette possibilité sur des chantiers diversifiés.

IV - INDEPENDANCE DE L'ENGIN

Ce test s'applique comme prévu sur la suite du programme.

V - CENTRALE DE SECURITE

A partir de capteurs (différents des capteurs classiques tout ou rien traditionnels) capables d'effectuer des mesures de fonctionnement et d'état de charge une centrale de sécurité véritable "boite noire" de l'engin :

- renseigne l'automate sur la position du crochet (en XYZ)
- assure la sécurité d'ensemble de la machine
- affiche la position du crochet
- comptabilise les cycles et manoeuvres, et compare au programme d'usure, fatigue et entretien.

Deuxième étape - première phase

Objectif : poursuite du programme et mesures en matière de :

- rapidité d'exécution, productivité, performances
- indépendance de l'engin
- formation sur l'engin simulé

I. PRECISION ET TEMPS DE REPONSE

Qu'il s'agisse de :

- précision et motorisation radiale
 - choix des systèmes de commande du mouvement et influence sur la précision
 - les constats de productivité
 - les méthodes de mesure de la productivité, les méthodes de chantier et les apprentissages afférents sont à arrêter pour l'avenir.
- Par ailleurs, les choix des systèmes de commande du mouvement seront ou non modifiés.

II. L'AUTONOMIE

L'autonomie effective en énergie est ici réalisée avec les modifications induites par l'expérience acquise.

III. PRODUCTIVITE DANS LA VOIE DE L'APPRENTISSAGE

La productivité issue de la mémorisation des cycles de chantier les plus répétitifs doit être d'abord définie puis mesurée.

Notons qu'il s'agit d'une assistance semi automatique s'étendant ensuite à une gamme non restrictive de chantier.

L'ajustement de la capacité mémoire se fera dans ce cadre par connection d'un micro-ordinateur de manière à effectuer simplement le passage de l'apprentissage à :

- 1) la préprogrammation établissant ainsi un pont entre les deux démarches ;
- 2) la formation assistée aux cycles ;
la formation assistée à la préprogrammation.

L'ensemble de la démarche débouchant ici sur un module de formation assistée et d'utilisation de l'engin.

- IV. Réalisation de la connection entre les deux composantes du projet
- les Etudes Assistées par Ordinateur (composante informatique)
 - Manutention Assistée par Ordinateur (composante robotique)

V. CONTROLE DE SECURITE

Les premiers enseignements du fonctionnement de la Centrale de sécurité, boîte noire de l'engin, seront tirés et permettront d'ajuster :

- les mesures de sécurité à ce type d'engin
- les mesures d'usure fatigue et dispositions préventives d'entretien.

JOLY Jean-Marie
SGE BTP
23 rue du Pont des Halles
94536 RUNGIS Tél. : 41.87.22.36