

EPM/RT-84-2

CRITERES D'IDENTIFICATION
DES TACHES A ROBOTISER:
revue de littérature

Laurent (Villeneuve,) ing., M.Ing., professeur titulaire
Diane (Riopel,) ing., M.Sc.A., associée professionnelle de recherche

Département de Génie Industriel

Ecole Polytechnique de Montréal

août (1984)

REMERCIEMENTS

Ce projet a été réalisé grâce au soutien financier du Conseil de recherches en sciences et en génie du Canada (A-8803).

Tous droits réservés. On ne peut reproduire ni diffuser aucune partie du présent ouvrage, sous quelque forme que ce soit, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'auteur.

Dépôt légal, 2e trimestre 1984
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

Pour se procurer une copie de ce document, s'adresser au :

Service de l'édition
Ecole Polytechnique de Montréal
Case postale 6079, Succursale A
Montréal, (Québec) H3C 3A7
(514) 340-4903

Compter 0,05 \$ par page (arrondir au dollar le plus près), plus 1,50 \$ (Canada) ou 2,50 \$ (étranger) pour la couverture, les frais de poste et la manutention. Régler en dollars canadiens par chèque ou mandat-poste au nom de l'Ecole Polytechnique de Montréal. Nous n'honorons que les commandes accompagnées d'un paiement, sauf s'il y a eu entente préalable, dans le cas d'établissements d'enseignement ou d'organismes canadiens.

TABLE DES MATIERES

	page
REMERCIEMENTS.....	i
TABLE DES MATIERES.....	ii
INTRODUCTION.....	1
1.0 REVUE DE LITTERATURE.....	3
1.1 APPROCHE ECONOMIQUE.....	4
1.2 APPROCHE TECHNOLOGIQUE.....	5
2.0 ANALYSE COMPARATIVE.....	6
2.1 CRITERES D'IDENTIFICATION DES TACHES A ROBOTISER.....	8
CONCLUSION.....	10
BIBLIOGRAPHIE.....	11
ANNEXE.....	14

INTRODUCTION

Dans un contexte de grande compétitivité, les entreprises manufacturières ont la préoccupation d'améliorer constamment leur productivité. L'accroissement du niveau d'automatisation des équipements de production est parmi les solutions envisagées.

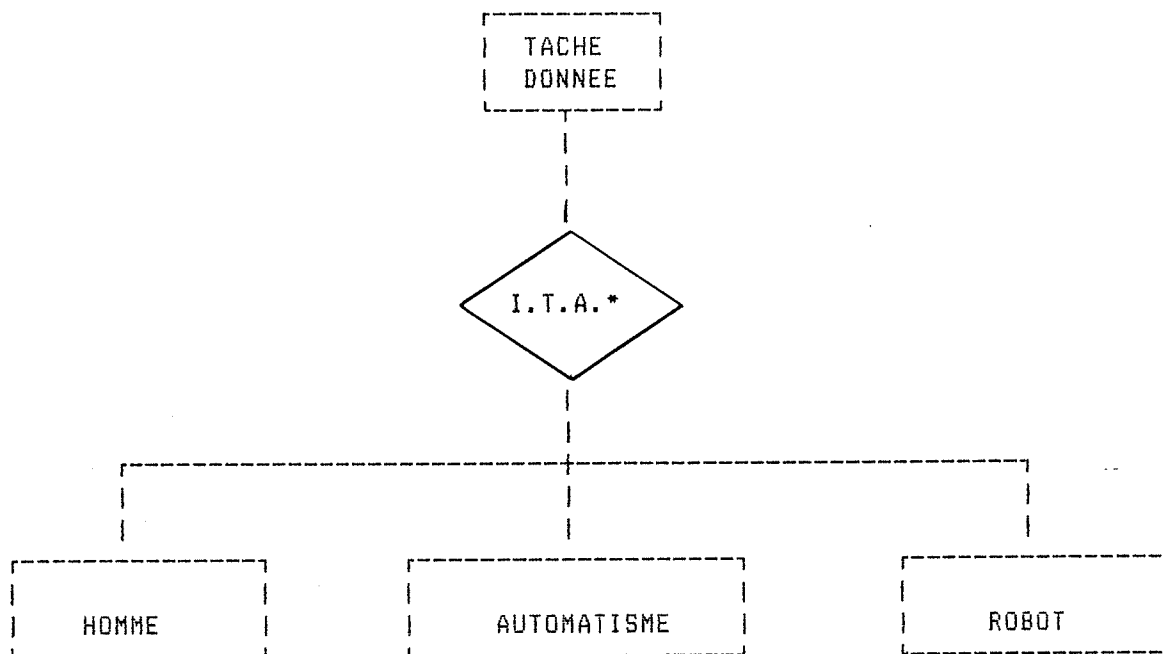
L'objectif de la présente étude est de vérifier s'il existe dans la littérature un outil qui permettrait d'identifier parmi les tâches actuellement effectuées par un opérateur humain* celles à automatiser. L'outil doit aider à déterminer le ou les postes de travail où un changement technologique serait le plus souhaitable.

Les choix technologiques envisagés au début de cette recherche pour une tâche étaient de trois types, soit qu'elle puisse être effectuée par l'homme, soit qu'elle puisse être effectuée par un automatisme, soit qu'elle puisse être effectuée par un robot. Le robot est distingué des automatismes. Il est considéré ici comme offrant plus de flexibilité d'exécution. Tel qu'illustré à la figure 1, une tâche donnée qui serait examinée à l'aide de cet outil, obtiendrait une des trois réponses possibles.

*La forme masculine, utilisée dans le texte, désigne aussi bien les femmes que les hommes.

Figure 1

Choix technologiques



Le premier objectif de la revue de littérature est de constituer une banque de connaissances pour effectuer un choix éclairé de technologie. Suite à la cueillette des critères d'identification et de leur importance relative, il serait possible d'établir le processus de décision et de modéliser l'identification des tâches à automatiser.

*Identification des tâches à automatiser.

1.0 REVUE DE LITTERATURE

Dès le début des recherches, il a été remarqué que la littérature est abondante concernant le processus d'identification des tâches à robotiser. Différents auteurs proposent des listes de points de contrôle pour vérifier si la tâche est robotisable. En d'autres termes, s'il est souhaitable ou peut-être possible de passer d'un opérateur humain à un opérateur robot. Les automatismes ne sont pas envisagés.

Deux sortes de liste de contrôle ont été inventoriées: celle d'approche économique et celle d'approche technologique.

1.1 APPROCHE ECONOMIQUE

Plusieurs auteurs proposent une analyse économique comme premier justificatif de la robotisation [1,2,3,4,5,6,7]. Ils relèvent tous les éléments affectés par ce changement de technologie en comparant les bénéfices au coût de l'investissement et en calculant la période de recouvrement du capital.

La faiblesse de cette approche est qu'il faut déjà avoir identifié un robot qui pourrait remplacer l'opérateur humain. Il faut aussi connaître avec assez de précision tous les coûts engendrés lors de l'achat, de l'implantation et de la mise en service du robot ainsi que les coûts d'opération.

1.2 APPROCHE TECHNOLOGIQUE

D'autres auteurs ont mis au point des listes de contrôle dont les points traités ne sont pas économiques mais à essence technologique [8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]. Ces listes de contrôle comportent de trois à une trentaine de rubriques. La tâche, le produit à fabriquer et les exigences techniques sont examinés. Certaines listes demandent une connaissance assez approfondie des robots disponibles sur le marché.

Les onze listes inventoriées apparaissent en annexe. Chaque point a été reproduit ainsi qu'un bref commentaire sur la méthode proposée.

En écartant dans un premier temps les approches économiques pour les raisons mentionnées plus haut, une étude comparative des listes de contrôle à approche technologique a été effectuée pour dégager les critères d'identification des tâches à robotiser.

2.0 ANALYSE COMPARATIVE

Les listes de contrôle procurent essentiellement une réponse qualitative à la question suivante: ce poste de travail est-il à robotiser? Si à l'intérieur d'une même entreprise, plusieurs réponses affirmatives sont obtenues, ces méthodes n'établissent pas d'ordre de priorité. Seul M. Higgins de PRAB ROBOTS [13] suggère une série de points sur lesquels l'examineur est appelé à faire une évaluation quantitative. Ce résultat quantitatif apporte des informations supplémentaires quant à la séquence d'implantation de robots même s'il comporte une grande part de subjectivité. L'étape suivante est de vérifier l'existence d'un robot pouvant effectuer correctement la dite tâche selon toutes les prescriptions requises et d'examiner les bénéfices possibles.

Tous les points proposés par les auteurs ont été confrontés les uns aux autres dans le but de dégager les critères-clés. Les duplications ont ainsi été éliminées et les questions sur un même sujet ont été regroupées. Il en a résulté 26 critères d'identification des tâches à robotiser. La liste apparaît au tableau 1.

TABLEAU 1CRITERES D'IDENTIFICATION DES TACHES A ROBOTISER

- 1- Risque
- 2- Remplacement de personnes
- 3- Economies
- 4- Tâches de l'opérateur
- 5- Poids à manipuler
- 6- Inspection et qualité
- 7- Cycle de travail
- 8- Equipements auxiliaires
- 9- Mouvement
- 10- Variation du produit
- 11- Lots de production
- 12- Effets positifs
- 13- Contrôle de procédé
- 14- Contenu de travail
- 15- Vie du produit
- 16- Expérience antérieure
- 17- Orientation des pièces
- 18- Espace
- 19- Fréquence de changements de production
- 20- Mises en marche
- 21- Personnel qualifié disponible
- 22- Taux de production
- 23- Précision
- 24- Inventaire
- 25- Energie
- 26- Impacts sur le reste de la production

2.1 CRITERES D'IDENTIFICATION DES TACHES A ROBOTISER

Cette section est consacrée à l'interprétation qu'il faut donner aux vingt-six critères d'identification des tâches à robotiser inventoriés à partir de la revue de littérature. Les critères sont explicités un à un.

- 1- Risque: est-ce qu'il y a un risque pour le travailleur; la tâche est-elle dangereuse, en milieu hostile; est-ce une tâche où des accidents sont fréquents?
- 2- Remplacement de personnes: y a-t-il une possibilité de remplacer une ou plusieurs personnes par un robot; est-il difficile de recruter de la main-d'oeuvre qualifiée et stable?
- 3- Economies: y a-t-il des possibilités d'économies avec un robot?
- 4- Tâches de l'opérateur: est-ce que l'opérateur effectue une tâche ennuyeuse, fatigante, répétitive ou stressante?
- 5- Poids à manipuler: y a-t-il un potentiel de manipuler avec un robot le poids requis incluant l'outillage?
- 6- Inspection et qualité: y a-t-il un potentiel d'améliorer la qualité, l'uniformité du produit, potentiel d'éliminer la variabilité humaine avec un robot?
- 7- Cycle de travail: le temps de cycle est-il suffisamment long pour permettre la manipulation par un robot?
- 8- Equipements auxiliaires: le robot exige-t-il des investissements trop importants pour ces équipements?
- 9- Mouvements: y a-t-il une possibilité d'ajuster les opérations à l'enveloppe d'un robot et possibilité d'atteindre tous les points avec les degrés de liberté?
- 10- Variation du produit: quelle est la fréquence des changements anticipés sur le produit?
- 11- Lots de production: quelle est la taille des lots de production?
- 12- Effets positifs: y a-t-il de nouvelles possibilités de production, une diversification potentielle?
- 13- Contrôle de procédé: y a-t-il potentiel d'exercer un meilleur contrôle de procédé?

- 14-Contenu de travail: y a-t-il possibilité de réduire le contenu de travail?
- 15-Vie du produit: quelle est la durée de vie du produit?
- 16-Expérience antérieure: l'entreprise possède-t-elle une expérience antérieure de robotisation ou d'automatisation?
- 17-Orientation des pièces: les pièces peuvent-elles être présentées dans la bonne orientation?
- 18-Espace: est-ce qu'il y a suffisamment d'espaces pour un robot et ses équipements?
- 19-Fréquence de changements de production: quelle est la fréquence des changements anticipés dans la production?
- 20-Mises en marche: y a-t-il une réduction possible des temps de mise en marche?
- 21-Personnel qualifié disponible: l'entreprise a-t-elle déjà le personnel qualifié nécessaire ou a-t-elle la possibilité d'en entraîner?
- 22-Taux de production: est-ce qu'il y a possibilité de rencontrer les quantités de produits à fabriquer par unité de temps?
- 23-Précision: est-ce qu'il y a possibilité de sélectionner un robot suffisamment précis pour la tâche?
- 24-Inventaires: y a-t-il un potentiel de réduire les inventaires en cours de production?
- 25-Energie: l'énergie appropriée est-elle disponible?
- 26-Impacts sur le reste de la production: si le robot arrête, quel est son impact sur le reste de la production?

CONCLUSION

L'objectif de ce travail était d'élaborer une banque de connaissances sur l'art d'identifier parmi les tâches actuellement effectuées par un travailleur celles qui auraient avantage à être automatisées.

La revue de littérature a permis de constater que plusieurs articles ont été écrits sur l'identification des tâches à robotiser. Vingt-six critères différents ont été repérés par la comparaison des listes de contrôle proposées par onze auteurs. La liste de contrôle la plus longue est composée de seize critères différents et le critère le plus cité est le risque. Il est mentionné par huit auteurs.

Les renseignements recueillis ne permettent pas d'identifier les tâches à automatiser mais il est possible de penser que plusieurs de ces critères sont les mêmes. Il s'agit de leur adjoindre des limites. Exemple: M. Joel L. Pinsky de General Motors lors de sa présentation au Colloque national étudiant de la Société canadienne de génie industriel en février dernier a déclaré au sujet de la taille des lots: "Pour la production de courte durée, utilisez des personnes; pour la production de longue durée, utilisez l'automation fixe."

Les prochaines étapes sont de vérifier auprès des praticiens si tous ces vingt-six critères sont nécessaires et de modéliser le processus d'identification des tâches à automatiser.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] MEYER, Ronald J., "A Cookbook Approach to Robotics and Automation Justification", Robots VI, Conference Proceedings, March 2-4, 1982, Detroit, Michigan, RI of SME, p 21-50.
- [2] VAN BLOIS, John P., "Robotic Justification Considerations". Robots VI, Conference Proceedings, March 2-4, 1982, Detroit, Michigan, RI of SME, p 51-83.
- [3] GERSTENFELD, Arthur, BERGER, Paul, "Industrial Robots: A Productivity Model", Conference Proceedings Applications Worldwide Volume 1, 13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 1-52—1-64.
- [4] VAN BLOIS, John P., "Economic Models: The Future of Robotic Justification", Conference Proceedings Applications Worldwide Volume 1, 13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 4-24—4-32.
- [5] GUSTAVSON, Richard E., "Choosing Manufacturing Systems Based on Unit Cost", Conference Proceedings Applications Worldwide, Volume 1, 13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 4-85—4-104.
- [6] LEWIS, A., NAGPAL, B.-R., WATTS, P.L., "Investment Analysis for Robotic Applications", Conference Proceedings Applications Worldwide, Volume 1, 13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 4-128—4-141.

- [7] "La décision de robotiser". Science et Vie, No 138, Mars 1982, p 142-143.
- [8] "Robot system consideration", Robotic International machine load/Material handling division.
- [9] OTTINGER, Lester V., "A plant search for possible robot applications". Industrial Engineering, décembre 1981, p 26-32.
- [10] NOF, Shimon, KNIGHT, James L., SALVENDY, Gavriel "Effective Utilization of Industrial Robots: A job and skills analysis approach", AIIE Transactions, Vol 12, No 3, septembre 1980, p 216-225.
- [11] RAYMOND, Murray R., "Manufacturing Automation: Where to begin", Manufacturing Engineering and Management, décembre 1972, p 21-24.
- [12] POURRAT, M., "Utilisation de robots de soudage à l'arc et coupage", Actes du Carrefour sur La Robotique Industrielle, 1982, Lyon, p 213-231.
- [13] HIGGINS, William J., "Robot Application Development", Seminar Robots 7, avril 17-21 1983, 10 pages.
- [14] FLECK, James, "The Adoption of Robots", Conference Proceedings Applications Worldwide, Volume 1, 13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 1-41—1-52.

- [15] ROSATO, Pat John. "Robotic Implementation-Do It Right".
Conference Proceedings Applications Worldwide, Volume 1, 13th
International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago,
Illinois, 1983, p 4-33—4-50.
- [16] ABAIR, David, LOGAN, James C.. "The road to a Successful Robot
Project - It's a Two Way Street". Conference Proceedings
Applications Worldwide, Volume 1, 13th International Symposium on
Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, 1983, p 4-74—4-84.
- [17] OSBORNE, David M., "An Introduction to basic concepts and
applications". Midwest Sci=Tech Publishers Inc., 1983, p
169-179.
- [18] ALLAN, John J., "A survey of industrial robots", Productivity
International Inc., 1980, p 159-160.

ANNEXE

La traduction des références anglophones est des auteurs de ce rapport.

"Robot Systems Considerations"

Liste de contrôle préliminaire d'applications en robotique.

- | | | |
|---|-----|-----|
| 1- Est-ce que l'inspection est absolument nécessaire à un poste de travail? | NON | OUI |
| 2- Est-ce que le cycle de l'opération est inférieure à 5 secondes? | NON | OUI |
| 3- Est-ce que 1 ou 2 personnes peuvent être remplacées par période de 24 heures? (une est habituellement requise pour un robot de faible technologie et deux pour un robot de technologie moyenne ou élevée). | OUI | NON |
| 4- Est-ce que les pièces peuvent être présentées dans la bonne orientation? | OUI | NON |
| 5- Est-ce l'opération peut être effectuée avec six degrés de liberté au maximum? | OUI | NON |
| 6- Pour la pièce qui doit être manipulée, en y ajoutant le poids de la pince du robot est-ce que le poids total excède 1500 kg? | NON | OUI |

Cette liste de contrôle est à appliquer à chaque poste de travail. Les réponses aux six questions ne sont que des "oui" ou des "non" et elles sont disposées sur deux colonnes. Si aucune réponse n'apparaît dans la colonne de droite, on est alors en présence d'une application possible de robotique. Cette liste ne considère que des aspects techniques, mais elle requiert une certaine connaissance des robots (exemple questions 5 et 6). L'avantage majeur de cette liste de contrôle est qu'elle permet d'obtenir une réponse globale.

OTTINGER, Lester V.

"A Plant Search for Possible Robot Applications"

Industrial Engineering, décembre 1981, p 26-32.

Tableau 2: Formule d'enregistrement des impressions concernant les applications de robotique.

Description:		Pour automatisation par robot		
Nombre de quarts de travail: ()1 ()2 ()3 ()4		Bon	N A	Mauvais
1-RISQUE	<u>Homme</u> <u>Robot</u>			
	() Main () Manipulateur			
	() Deil () Main			
	() Oreille () Commande			
	() Nez () Température			
	() Dos () Corrosif			
	() Température () Autre			
2-TACHES DE L'OPERATEUR				
	() Ennuyeuses () Créatives			
	() Répétitives () Demande de la			
	() Fatigantes décision			
	() Stressantes () Intéressantes			
3-INSPECTION				
	() Deil () Utilise une			
	() Toucher machine			
	() Mesurer () Ne peut être			
	() Demande un automatisée			
	outil () NA			
4-QUALITE				
	() Opérateur () Peut être			
	contrôle déplacé en			
	() Opérateur aval			
	n'est pas un () Robot peut			
	facteur le faire			
	() Peut être () Périphérie			
	déplacé en peut le			
	amont faire			

Description:	Pour automatisation par robot		
	Bon	N A	Mauvais
5-PRESENTATION DE LA PIECE			
() Non-orientée	() Peut être automatisée		
() Nécessité d'être orientée	() Ne peut être automatisée		
() Difficile à saisir			
() Facile à saisir			
6-POIDS DE LA PIECE (lbs)			
() 0-1	() 50-100		
() 1-5	() 100-250		
() 20-25	() 250-500		
() 25-50	() 500 +		
7-VARIATION DU PRODUIT			
() Peu	() Beaucoup		
() Quelque	() NA		
8-LOTS DE PRODUCTION			
() Très petits	() Bonne qualité		
() Très gros	() Taille variable		
9-FREQUENCE DE CHANGEMENT			
() 1/2 heure	() semaine		
() 1 heure	() mois		
() 4 heures	() 6 mois		
() 8 heures			
10-VARIABLES DU PROCEDE			
() Majeure	() Endommagement la machine		
() Mineure	() Endommagement la pièce		
() Aucune	() Endommagement le robot		

Description:	Pour automatisation par robot		
	Bon	N A	Mauvais
11-EQUIPEMENT DU PROCEDE			
<input type="checkbox"/> Peut être automatisé			
<input type="checkbox"/> Modifications faciles			
<input type="checkbox"/> Modifications difficiles			
12-ESPACE			
<input type="checkbox"/> Actuellement disponible			
<input type="checkbox"/> Non disponible			
13-TEMPS DE CYCLE			
<input type="checkbox"/> Trop rapide <input type="checkbox"/> Bon			
<input type="checkbox"/> Trop lent <input type="checkbox"/> NA			

Les 13 points de contrôle proposés par M. Lester Ottinger se rapportent à des considérations ergonomiques, techniques et de gestion de la tâche. Cette liste ne nécessite pas de qualification. Elle permet de noter ce qui est positif ou négatif pour un homme ou un robot. Pour certains critères, il est facile de conclure à l'aide des niveaux proposés si l'opérateur humain est nécessaire ou si la tâche a intérêt à être robotisée.

Après avoir passé en revue tous les postes de travail de l'usine avec cette liste de contrôle, M. Ottinger propose cette fois un examen plus détaillé. Il demande beaucoup plus de temps, de précision et de connaissance des tâches telles qu'elles sont effectuées actuellement ou telles qu'elles pourraient être robotisées.

NOF, Shimon., KNIGHT, James, L., SALVENDY, Gavriel.,

"Effective Utilization of Industrial Robots - A Job and Skills Analysis Approach"

AIIE Transactions, Vol 12, No 3, Septembre 80, p 216-225.

Comparaison du robot et de l'homme sur les connaissances et caractéristiques.

Les thèmes comparés sont:

A- Action et manipulation

- 1- Capacités de manipulation
- 2- Dimensions
- 3- Force et puissance
- 4- Constance
- 5- Comportement face à la charge
- 6- Vitesse de réaction
- 7- Auto-diagnostic

B- Cerveau et contrôle

- 1- Capacité de calcul
- 2- Mémoire
- 3- Intelligence
- 4- Raisonnement
- 5- Traitement des signaux

C- Energie et services

- 1- Demande d'énergie
- 2- Services
- 3- Fatigue, temps mort et espérance de vie
- 4- Rendement de l'énergie

D- Interface

- 1- Sens
- 2- Communication avec l'opérateur

E- Facteurs divers

- 1- Contraintes environnementales
- 2- Combinaison cerveau-muscle
- 3- Entraînement
- 4- Besoins sociaux et psychologiques
- 5- Différences individuelles

L'approche proposée est l'examen détaillé de la tâche d'un poste de travail existant. Pour vérifier la faisabilité de la tâche par un robot, ils la décomposent en ses éléments. Pour chacun d'eux, il s'agit d'établir les temps d'exécution à l'aide du RTM (Robot Time and Motion), les sens, les membres requis, la capacité de mémoire et les programmes nécessaires au robot.

Cette analyse détaillée de la tâche est presque exclusivement axée sur des aspects techniques. Aucune considération économique intervient dans l'établissement de l'opérateur le plus approprié.

La grille de comparaison doit être tenue à jour pour incorporer les derniers développements de la robotique.

Cette procédure permet d'établir les parties robotisables de la tâche sans la considérer comme un tout. Elle permet d'envisager de la scinder, de la réorganiser.

Cette technique est des plus utiles pour déterminer les caractéristiques du robot.

RAYMOND Jr. Murray

"Manufacturing Automation:Where to begin"

Manufacturing Engineering and Management, Décembre 1972, p 21-24.

Pour M.Raymond, la décision d'automatiser dépend de ces facteurs:

- Le rapport coût de main-d'oeuvre sur coût de matières premières d'un produit
- La quantité à produire par unité de temps
- Le degré de standardisation du produit
- La concurrence
- La disponibilité de personnel qualifié pour planifier, implanter et faire fonctionner les nouveaux équipements
- Les résultats directs et indirects ajoutent de nouveaux moyens de production
- Le coût de remplacement du vieil équipement et le coût d'installation du nouvel
- Les autres coûts
- La période de recouvrement du capital et le seuil de rentabilité
- Le montant requis pour la préparation au changement, la probabilité de succès pour vaincre la résistance du personnel touché par l'automatisation

Il propose aussi 4 conditions minimales pour juger une application particulière:

- 1- La vie du produit doit être d'au moins 2 ans
- 2- La production d'un produit doit être d'au moins de 200 par heure et le contenu de main-d'oeuvre doit être de 50% ou plus du coût total
- 3- Le design du produit doit être relativement arrêté
- 4- La méthode actuelle d'assemblage doit comporter au moins 3 opérateurs

La liste des facteurs intervenant dans la décision d'automatiser comprend plusieurs critères économiques qui demandent une connaissance approfondie de la technologie envisagée.

L'évaluation préliminaire en 4 points a l'avantage d'offrir des indicateurs-limites quantifiés. Ces limites ont certainement été fixées à l'aide de calculs pour des secteurs donnés mais ils ne sont pas présentés dans l'article. Il serait sûrement nécessaire de les actualiser pour tenir compte des derniers développements techniques, l'article date de 1972.

POURRAT, M.

"Utilisation de robots en soudage à l'arc et coupage"

Actes du Carrefour sur La Robotique Industrielle, Presses universitaires de Lyon, Lyon, 1982, p 213-231.

"Quand envisager un automate en soudage ou coupage à l'arc?"

L'achat d'un automate est généralement fait pour l'une des 4 raisons suivantes:

- volonté d'automatiser des fabrications qui ne pouvaient l'être avec des machines spéciales.
- difficulté de trouver une main-d'œuvre qualifiée et stable.
- possibilité de diversification sans avoir à former des opérateurs qualifiés sur des produits de série limitée dans le temps.
- possibilité de récupération de la plus grande partie de l'investissement lors du changement de type de pièce."

"Conditions économiques"

D'une manière générale pour des séries supérieures à 100 pièces/mois, trois éléments sont à prendre en compte pour définir plus précisément la rentabilité d'un automate:

- temps de travail journalier de l'automate
- temps de cycle propre de soudage
- temps de programmation".

L'article porte sur l'utilisation de robot en soudage à l'arc et coupage. Mais les critères pour envisager un automate ne semble pas spécifique au soudage ou au coupage.

Il donne qu'une seule indication quantitative le taux de 100 pièces/mois. Il ne fournit de limites ou bornes de référence pour les 3 temps.

Cette méthode n'en est pas une. M. Pourrat ne fait que proposer des éléments de comparaison.

HIGGIN, William J.

"Robot Application development"

13th International Symposium on Industrial Robots/Robots 7, Chicago, Illinois, Avril 1983, 10 pages.

Guide d'évaluation pour application

Sur une échelle de 0 à 10 inscrire 0 pour un faible potentiel et 10 pour un potentiel élevé

FACTEURS OPERATIONNELS

-Potentiel de faciliter les lancements de production
-Potentiel de rencontrer les temps de cycle et les taux de production
-Potentiel pour le procédé d'être à grand volume
-Potentiel pour le procédé d'avoir longue vie
-Potentiel d'un effet positif en amont
-Potentiel d'un effet positif en aval
-Potentiel d'améliorer la qualité
-Potentiel d'un effet positif sur les temps de mise en marche
-Potentiel de manipuler le poids requis incluant l'outillage
-Potentiel de réaliser les opérations à l'intérieur de l'enveloppe de travail d'un robot

FACTEURS D'ENVIRONNEMENT

-Potentiel de remplacer des gens effectuant des tâches dangereuses
-Potentiel de remplacer des gens travaillant dans un environnement hostile
-Potentiel de remplacer des gens effectuant des tâches stressantes

FACTEURS FINANCIERS

-Potentiel d'impliquer des changement mineurs
-Potentiel de réduire l'inventaire en cours de production
-Potentiel de réduire le contenu de main-d'oeuvre
-Potentiel d'incorporer l'équipement existant
-Potentiel d'utiliser l'outillage existant
-Potentiel d'un réarrangement minimum d'équipement
-Potentiel de pertes de production minimums si le robot failli
-Potentiel d'utiliser de l'équipement périphérique à faible coût

Total des points=

boni =

(+ 10 points pour une expérience antérieure)

Résultat final =

Ce guide d'évaluation proposé par W.J. Higgins requiert une bonne connaissance des robots. Il est relativement simple à compléter si l'on possède la connaissance. Le grand avantage de ce guide est qu'il est quantitatif. Chacun des 21 critères regroupés sous 3 thèmes doit être évalué sur une échelle de 0 à 10 points. Par la suite, les cotes sont sommées et si on possède une expérience antérieure de robotisation on additionne 10 points. Les critères ne sont pas pondérés entre eux. Ils ont tous la même importance.

Le texte propose une démarche en 3 étapes:

1^{re} étape:

Connaître l'équipement disponible. On recommande de se familiariser avec les équipements disponibles sur le marché. Mais on doit éviter de commencer avec un robot et de rechercher la meilleure place pour l'appliquer. L'adéquation doit se faire dans le sens tâche-robot et non l'inverse.

2^{ème} étape:

Evaluer l'entreprise. L'évaluation doit se concentrer sur les procédés et l'équipement mais une attention très spéciale doit être portée sur la connaissance et l'attitude de toutes les personnes de l'entreprise face aux robots. Cette évaluation peut éviter l'échec d'un tel projet.

3^{ème} étape:

Choix de l'application. Le guide d'évaluation facilite cette tâche. Mais il formule les recommandations suivantes:

- si possible concentrer les recherches sur les tâches non-plaisantes ou danqueuses pour les gens;

- débiter en premier par les applications simples.

Ce guide d'évaluation permet de classifier les tâches entre-elles et par conséquent d'établir celle qui accroît le plus les bénéfices. M. Higgins ne recommande pas de borne inférieure à la somme. Cette limite est laissée aux décideurs.

FLECK, James

"The Adoption of Robots"

13th International Symposium on Industrial Robots and Robots 7, Chicago, Illinois, Avril 1983, p 1-41—1-52.

Aspects techniques

- avoir déjà de l'automatisation
- fiabilité du robot
- amélioration de la qualité
- amélioration de l'uniformité

Aspects de gestion et d'organisation

- expérience antérieure d'automatisation
- un meilleur contrôle de processus

Aspects économiques

- disponibilité du capital
- autres systèmes

Aspects du travail

- problèmes de main-d'oeuvre (absentéisme, recrutement, rotation)
- mauvaises conditions de travail
- amélioration des conditions due à la robotisation
- diminution des habilités nécessaires

Cet article révèle les résultats d'une enquête menée auprès d'entreprises du Royaume-Uni qui ont choisi de robotiser des opérations. Certaines ont réussi leur implantation d'autres pas. Lors de l'enquête, on leur a demandé d'établir les critères qui ont contribué à leur succès ou à leur échec.

Ce n'est pas un guide d'évaluation des tâches à robotiser mais les critères relevés sont sûrement à intégrer à un tel genre de guide. L'élément qui est ressorti comme le plus important est une expérience antérieure d'automatisation.

ROSATO, Pat John

"Robotic Implementation - Do it Right"

13th International Symposium on Industrial Robots and Robot 7, Chicago, Illinois, Avril 1983, p 4-33—4-50.

L'auteur décrit les étapes de l'implantation de robots:

- 1- Initiation à la robotique, à l'automatisation
- 2- Enquête de pré-achat - éducation
- 3- Achat
- 4- Entraînement, installation, mise en opération et entretien

La première tâche à robotiser est définie comme celle qui doit être acceptable pour tous. Il arrête son choix sur la "bonne" mais pas nécessairement la "meilleure" parce que la "meilleure" implique les plus faibles coûts initiaux, le taux le plus rapide, facile à opérer, à programmer, à entretenir, réduction de la force ouvrière et résolution de la plupart des problèmes de santé et de sécurité. Le choix ne peut être le meilleur pour tous ces domaines. Il recommande que la première application soit simple et qu'elle s'attaque aux besoins primaires.

Cet article n'est pas un guide d'identification de la tâche à robotiser mais plutôt une sensibilisation à toutes les précautions qu'il faut prendre lors d'implantation de robots. Il explique une démarche à caractère humain à mettre en place. Il recommande la formation de comité avec le plus grand nombre de membres possible pour assurer une acceptation de ce nouveau type de technologie. Il va jusqu'à suggérer les gens qui devraient participer aux différents comités.

ABAIR, David ; LOGAN, James C.

"The Road to a Successful Robot Project-It's a Two Way Street"

13th International Symposium on Industrial Robots/Robots 7, Chicago, Illinois, Avril 1983, p 4-74—4-84.

Identification de l'application

- Examiner chaque poste de travail d'un processus de fabrication manuel.
- Les applications typiques ont une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:
 - . Tâches répétitives
 - . Opération sur plusieurs quarts de travail
 - . Volume de production élevé
 - . Conditions dangereuses
 - . Méthode qui comporte une grande part de main-d'oeuvre
 - . Tâche stressante ou fatigante
 - . Tâche simple qui demande peu de modifications
 - . Faibles coûts pour l'addition d'équipement de support
- Pour chaque application potentielle il faut déterminer exactement les tâches physiques et mentales à effectuer.

Messieurs Abair et Logan tous deux de Prab Robots font part de leur expérience pratique et de leur esprit de vendeur. La démarche qu'ils proposent débute par l'examen des tâches exécutées actuellement par un opérateur humain. Il s'agit de reconnaître les caractéristiques énumérées ci-dessus pour découvrir l'application potentielle. A la suite de cette première identification, on recommande de réaliser des analyses détaillées

des tâches retenues. Ils conseillent comme première application, une application simple. Après, il sera plus facile d'en justifier de plus complexes.

OSBORNE, David M.

"Robots: An Introduction to Basic Concepts and Applications"

Midwest Sci-Tech Publishers, Inc., 1983, p 169-179.

Chapter 16: Is this a good job for a robot?

Est-ce que c'est une bonne tâche pour un robot?

- 1- Combien de fois cette opération sera répétée?
- 2- Quelle est la fréquence des changements anticipés pour ce travail?
- 3- Quel niveau d'uniformité retrouve-t-on dans le travail?
- 4- Quel serait le retour sur investissement acceptable pour le client?
- 5- Est-ce que la tâche peut être faite sécuritairement par un robot?
- 6- Si un robot arrête de travailler, est-ce que le reste de la production arrête?
- 7- En cas de panne, est-ce qu'il y a suffisamment de temps pour passer du système robotisé à un système manuel?
- 8- Est-ce qu'il y a suffisamment d'espace de plancher pour le robot et son équipement?
- 9- Est-ce l'espace aérien est suffisant pour le robot?
- 10- Peut-on isoler l'espace de travail du robot?
- 11- Est-ce que l'énergie appropriée est disponible?
- 12- Est-ce qu'il y a des ingénieurs d'application disponibles dans l'usine?
- 13- Est-ce qu'il y a des opérateurs qualifiés disponibles?
- 14- Est-ce qu'il y a des programmeurs qualifiés disponibles?
- 15- Est-ce qu'il y a des mécaniciens d'entretien qualifiés disponibles?
- 16- Est-ce que le processus est contrôlable par le robot?
- 17- Est-ce que le système de mesure existant est adaptable, si nécessaire?

- 18- Est-ce que le robot est capable d'atteindre tous les points pour faire la tâche?
- 19- Est-ce que l'équipement environnant est adaptable aux caractéristiques du robot?
- 20- Est-ce que le temps du cycle est suffisamment long pour permettre au robot d'effectuer les manipulations?
- 21- Est-ce qu'il existe un robot suffisamment précis pour la tâche?
- 22- Est-ce qu'il existe un robot pour manipuler le poids?
- 23- Est-ce qu'il existe un robot capable de produire tous les mouvements désirés?
- 24- Est-ce que le robot sera capable de se déplacer aux accélérations requises?
- 25- Est-ce qu'il y a des organes de préhension standards de disponible?

Dans son livre, M. David Osborne propose au chapitre 16, une série de 25 questions pour vérifier si une tâche est un "bonne tâche" pour un robot. Ce questionnaire permet de soupeser le niveau de risque, de faisabilité d'un projet de robotisation. Pour répondre à toutes les questions, il faut avoir une connaissance assez approfondie de la tâche, des robots disponibles sur le marché ainsi que des disponibilités matérielles et de main-d'oeuvre de l'entreprise. Ce questionnaire facilite un choix de tâche pour qu'il soit le plus judicieux possible.

ALLAN, John.J.

"A Survey of industrial robots"

Productivity International Inc., 1980, Implementing a Robot p 159-160.

Lorsque vous commencez à considérer les applications de robots, premièrement regardez:

- . Les tâches ennuyeuses et répétitives, où l'absentéisme est élevé parce que les gens ne veulent réellement pas faire le travail
- . Les tâches de manutention de lourds poids qui demande plusieurs personnes parce qu'une seule n'est pas assez forte.
- . Les tâches fatigantes où la performance des employés est inférieure à la fin du quart de travail à celle du début.
- . Les régions dangereuses ou hostiles où il y a eu de fréquents accidents dans le passé
- . Les endroits où les avaries aux produits sont nombreux ou les erreurs de l'opérateur sont fréquentes
- . Les opérations sur plusieurs quarts et où un robot peut remplacer plusieurs personnes.

Cette courte liste de contrôle permet une détection rapide des tâches où la robotisation serait souhaitable. Dans un premier temps, M. Allan propose d'effectuer un simple repérage. L'étude de faisabilité sera faite dans un deuxième temps sur les tâches retenues par cette liste de contrôle.

La démarche se compose de 7 étapes:

- 1°: Identification de la tâche
- 2°: Analyse de l'aire de travail
- 3°: Choix d'un robot
- 4°: Analyse économique
- 5°: Planification
- 6°: Achat
- 7°: Implantation

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL



3 9334 00289314 5