

Robotique industrielle et sécurité

B. GANGLOFF

Ingénieur Ergonome

Jullet 1981, Japon. Dans une usine, un robot présente soudain des signes de dysfonctionnement. L'opérateur s'en approche : il est violemment projeté contre une autre machine. Ses collègues tentent désespérément de stopper le bras fou. Ils y parviennent enfin en le détruisant à coups de marteau. Trop tard : le premier mort de la robotique gît à leurs pieds.

Depuis, plusieurs accidents similaires se sont produits. Tant il est vrai que, contrairement aux machines classiques, le robot ne s'attaque pas seulement à une main, à un bras, mais à l'individu tout entier. Ces robots, que l'on accuse déjà de dérober le travail des hommes, doivent-ils aussi voler leur vie ? Pourtant les milieux bien informés déclarent en général que les robots améliorent les conditions de travail et accroissent la sécurité. Il importe donc, avant d'aborder les problèmes de prévention, de lever cette ambiguïté et, pour cela, d'établir une distinction entre la gravité des accidents et la probabilité d'occurrence de ces accidents. Nous le ferons en rappelant d'abord succinctement le travail des robots.

1. LES UTILISATIONS DES ROBOTS

Il est possible de classer les robots, selon leur mission, en deux catégories :

- les robots de manipulation, c'est-à-dire de chargement, déchargement, transfert. Ce sont des machines qui, à l'aide d'organes de préhension divers (pincés, ventouses,...), prennent des pièces, les déplacent, et les déposent en de nouveaux lieux. On peut en prendre comme illustration le schéma numéro 3.
- les robots mettant en œuvre une technique spécifique : soudure, peinture, découpage, ébarbage, polissage,... où les outils tenus par le bras des robots correspondent à la fonction et à la technique utilisées. Les schémas 1 et 2 représentent respectivement un robot soudeur et un robot peintre :

Par ailleurs, des sous-catégories pourraient aussi être présentées selon les modes opératoires assignés aux robots (la trajectoire et l'amplitude des mouvements nécessaires à la réalisation de la tâche ; la vitesse des mouvements ; la force déployée ...), selon leur mode de programmation...

2. LES ACCIDENTS LIÉS AUX ROBOTS : LEUR GRAVITÉ ET LEUR PROBABILITÉ

Les robots ne créent pas d'accidents spécifiquement nouveaux. Par

contre la gravité de ceux-ci (quoique variable en fonction de la mission des robots, de leur mode opératoire...), est souvent importante (notamment en raison de la vitesse et de la force déployées, qui sont généralement élevées).

On remarque alors que, quelle que soit la mission et quels que soient les modes opératoires des robots, l'homme est soumis aux risques de heurt :

- heurt simple
- heurt et coincement entre le robot et un autre élément de l'espace de travail
- heurt et projection contre un autre élément.

Par ailleurs des risques différenciés existent selon l'outil utilisé :

- heurt par chute ou par projection d'une pièce manipulée
- brûlure, par exemple par projection de métal fondu
- irradiation, ainsi lorsque le robot utilise une source laser.

La probabilité des accidents est en général faible.

Elle dépend en premier lieu de la situation fonctionnelle du robot. Ainsi une enquête japonaise de 1977, une étude suédoise de 1980,... mettent en évidence que sur 100 accidents, 10 seulement ont lieu pendant la phase d'exploitation :

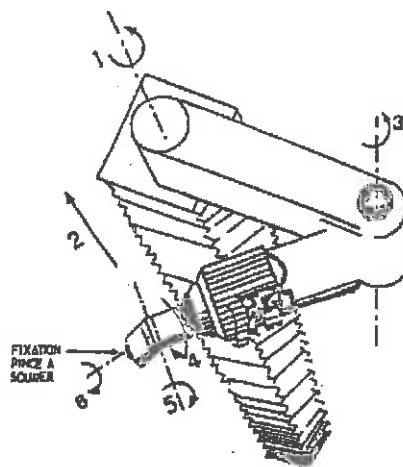


Schéma 1 : exemple de robot soudeur

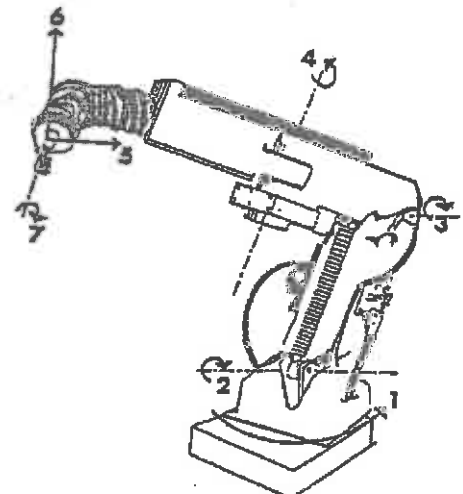


Schéma 2 : exemple de robot peintre

— en phase d'exploitation, le robot travaille de façon autonome. Il peut se passer de la présence de l'homme. Cet éloignement homme-robot explique la sécurité de cette situation

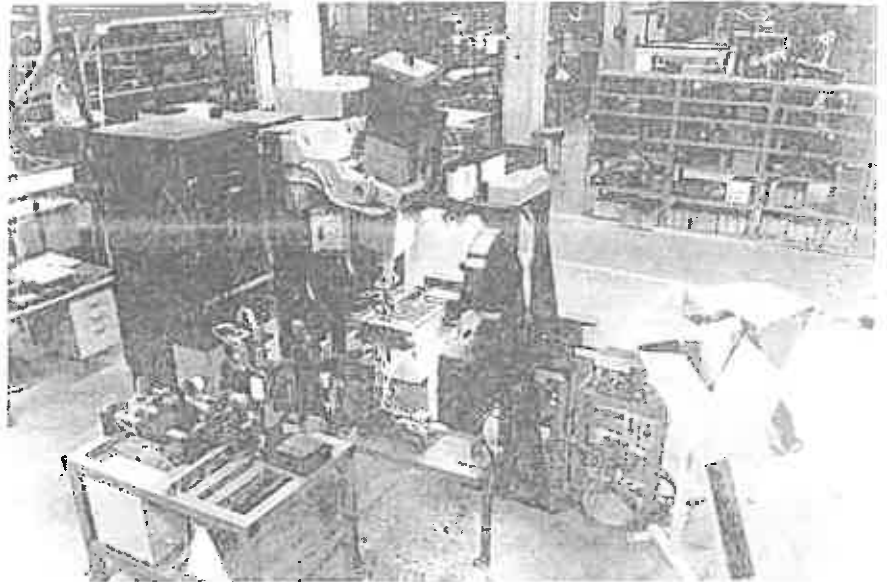
— l'homme doit cependant parfois intervenir à proximité du robot. Ce sont essentiellement ces interventions qui déterminent les accidents. Elles peuvent avoir plusieurs buts : programmation ou modification de programme, réglage, entretien, changement d'outil, diagnostic de dysfonctionnement et dépannage.

Dans les cas de proximité homme-robot, les accidents ont pour principales causes (non indépendantes entre elles) :

- le matériel (défaillance d'un composant, difficulté de programmation,...)
- l'environnement (variation de tension, température, humidité,...)
- le personnel (programmation erronée, non respect des consignes de sécurité,...).

3. LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS

En phase d'exploitation, la prévention doit aboutir à mettre l'homme hors d'atteinte des zones d'action du robot. Cela conduit à dresser des barrières qui, si elles sont franchies, entraînent l'arrêt automatique du robot. Ces barrières peuvent être des grilles, des



Robot d'assemblage IRB 1000 (doc. ASEA)

tapis contact,... ou être de type immatériel (interrupteur optique, phonique, thermique, à jet d'air,...). Ces barrières doivent être assorties de dispositifs anti-shuntage (exemple : tapis contact suffisamment large pour que l'opérateur ne puisse pas l'enjamber) et leur installation complétée par des actions d'information et de formation des opérateurs.

Une prévention intermédiaire situation d'exploitation-situation d'intervention consiste à éviter la fréquence et la durée des interventions. La fiabilité du robot, la mise en place de dispo-

sitifs anti-parasites, de dispositifs de changement automatique d'outil,... limitent ainsi les nécessités d'intervention.

Enfin, lorsqu'il est impossible d'éviter la proximité homme-robot, plusieurs autres mesures peuvent être prises. Nous allons prendre un exemple simple et a priori anodin : le boîtier de commande d'un robot.

Le schéma 3 représente un robot de manipulation avec en parallèle la disposition et le dessin de la commande des moteurs sur le boîtier de commandes.

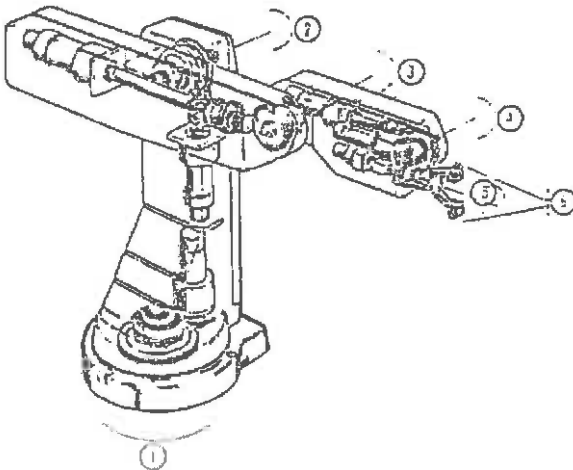
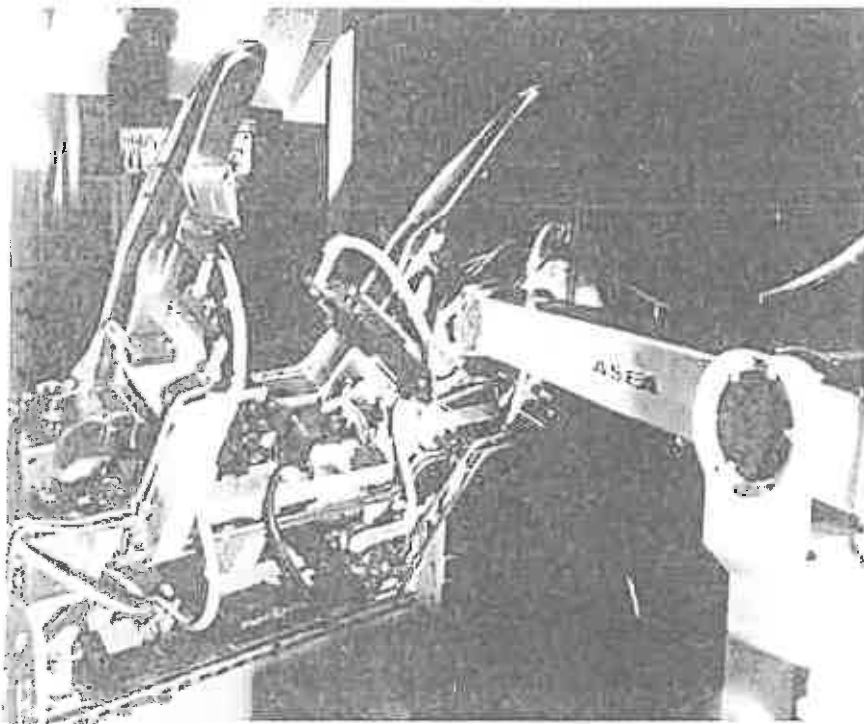


Schéma 3 : robot de manipulation et touches moteurs de son boîtier de commandes (à chacun des 6 moteurs du robot correspondent 2 touches du clavier, l'une avec le numéro du moteur, l'autre avec une flèche ; ces 2 touches entraînent des mouvements en sens inverse du moteur concerné)

←	1
←	2
←	3
←	4
←	5
←	6

On remarque tout de suite que, face au robot, sur lequel les numéros des moteurs ne sont pas indiqués, il n'est pas évident de comprendre promptement sur quel rang il est nécessaire d'appuyer pour agir sur tel ou tel moteur. Par ailleurs, une fois ce rang trouvé, il n'est pas non plus immédiat de savoir s'il faut appuyer sur le chiffre ou sur la flèche pour provoquer tel mouvement (si l'on veut ouvrir la pince, doit-on appuyer sur le 6 ou sur la flèche ?) ; or, selon que l'on appuie sur l'une ou l'autre touche, on obtient des résultats opposés (par exemple déplacement du bras du robot vers soi alors que l'on voulait l'éloigner).

On comprend bien les risques de tels claviers dont l'inadaptation est d'autant plus grave que ce type de clavier est classique et est proposé comme modèle (le robot présenté sur le



Robot de soudage (doc. ASEA)

teurs à qui l'on donne ce type de clavier ne s'y trompent pas puisqu'ils le complètent, dans la mesure de leurs possibilités, en inscrivant en marge les véritables conséquences de l'appui sur les touches, comme en témoigne le schéma 4.

Un tel boîtier pourrait aussi être modifié en utilisant un dessin isomorphe au robot (schéma 5), avec un bouton d'arrêt d'urgence dont la forme est facilement discriminable de celle des autres touches. On percevrait ainsi immédiatement les deux touches sur lesquelles il convient d'agir pour faire évoluer tel moteur.

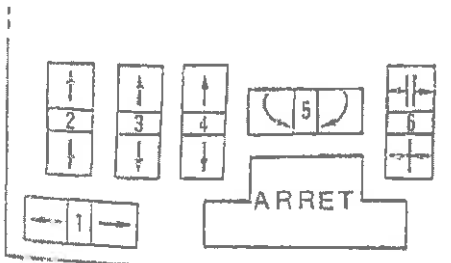


Schéma 5 : proposition d'un clavier "ergonomique"

schéma 3 est un robot didactique soumissionné notamment à l'Education Nationale afin de familiariser les étudiants avec le fonctionnement des robots). D'ailleurs, en usine, les opéra-

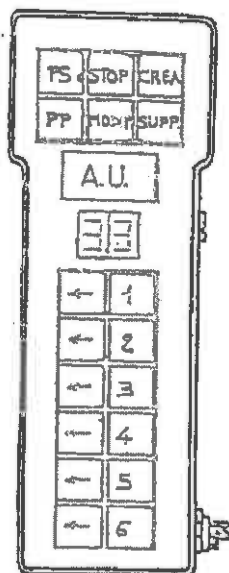


Schéma 4 : clavier de commandes fourni aux opérateurs et modifications apportées par ceux-ci.

CONCLUSION

Le nombre de robots utilisés dans l'industrie ne cesse de croître. Cependant les robots ne font encore l'objet d'aucune réglementation spécifique de sécurité : il leur est toujours appliqué la réglementation des machines classiques de levage, chargement, déchargement et manutention. Par ailleurs les opérateurs, qui ont déjà été confrontés aux problèmes de l'utilisation des robots, apparaissent très rarement associés à leur conception. Cette coopération apprendrait pourtant aux concepteurs traditionnels que les accidents surviennent généralement du fait du manque de fiabilité des robots, du non respect de principes ergonomiques de base,...

Enfin la responsabilité des gestionnaires financiers, des gestionnaires de production, ne saurait être totalement dérogée : le principe du fonctionnement maximal (en nombre d'heures par jour et en cadence), prôné pour amortir le plus rapidement possible les investissements, améliorer la productivité, ... augmente les risques de dysfonctionnement, entraîne l'utilisation de savoir-faire empiriques de récupération d'incidents, ... et aboutit en outre à des conséquences opposées à celles souhaitées (rappelons que les Allemands, par exemple, substituent au principe de fonctionnement maximal celui de fonctionnement optimal).

