

AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DES CENTRES D'USINAGE ET DE TOURNAGE



CENTRE TECHNIQUE
DES INDUSTRIES
MÉCANIQUES

Amélioration de la productivité d'exploitation des centres d'usinage et de tournage

par P. Padilla
(CETIM, Etablissement de Senlis)

Les centres d'usinage et de tournage constituent et constitueront encore pour longtemps les éléments fondamentaux du système de production des entreprises de la mécanique. Ils sont utilisés à la fois dans les ateliers traditionnels de fabrication et dans les unités automatisées flexibles. De plus, leur introduction dans les ateliers traditionnels concrétise très souvent une première étape dans la démarche de modernisation des entreprises.

Pour retirer un gain important de productivité de l'usage de ces équipements, une attention particulière doit être portée à leur implantation dans l'entreprise, tant sur le plan de l'étude des procédés de fabrication que sur le choix de l'environnement technologique.

- Choix de l'environnement technologique induit par de tels équipements : préparation du travail, montages, outillages, contrôle. Cet aspect du problème est en général mal perçu. Seulement 4 % des industriels s'adressent à un partenaire extérieur pour réaliser les études nécessaires [1].

- Incidence de l'implantation des centres d'usinage sur l'organisation technique de l'entreprise. Les connaissances à ce propos sont em-

L'implantation des MOCN : aujourd'hui et demain

Les centres d'usinage sont appelés à rester pour longtemps les éléments fondamentaux du système de production des entreprises de la mécanique. En effet, ils sont tout aussi bien utilisés dans les unités automatisées flexibles que dans les unités mixtes à caractère traditionnel. Les problèmes que rencontrent aujourd'hui les industriels se situent à trois niveaux :

- Définition des conditions de rentabilité. 90 % des entreprises ne tiennent pas compte des incidences de l'intégration d'une machine-outil à commande numérique sur la qualité, les stocks et les en-cours dans leurs calculs de rentabilité [1]. 20 % des chefs d'entreprises déclarent mal cerner leurs coûts de fabrication [1].

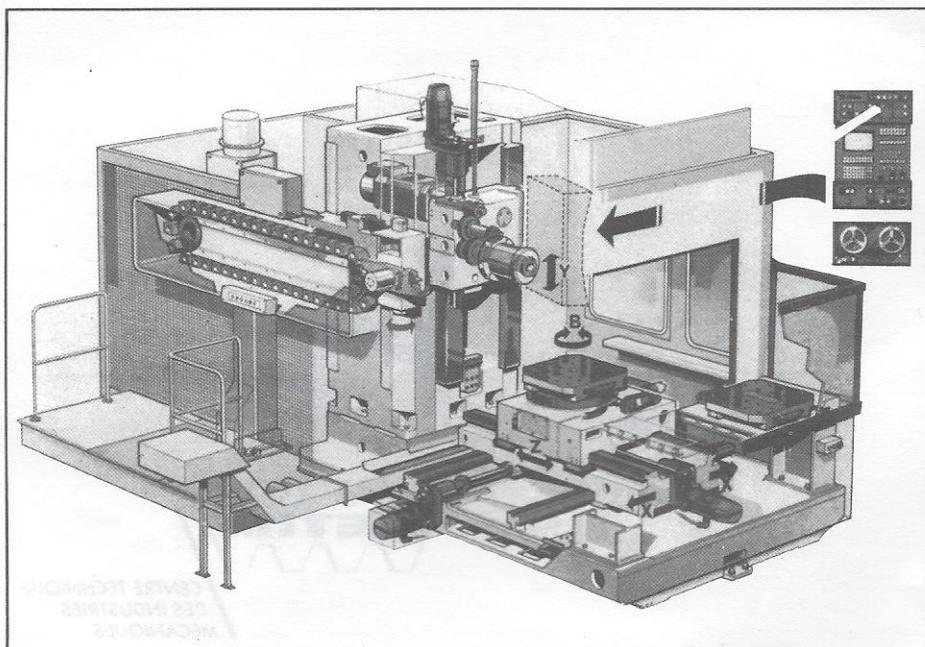


Fig. 1. Vue éclatée d'un centre d'usinage 4 axes CU101 Huron-Graffenstaden.

bryonnaires. Un retard certain a été pris dans ces domaines par rapport aux allemands, japonais et italiens. Le dernier rapport de conférences du *Flexible Manufacturing System-Club* (novembre 1986) fait bien ressortir que les travaux de recherche et développement sur l'intégration des systèmes de production sont très développés chez nos concurrents.

L'enjeu est donc important pour les industriels français.

Les prévisions d'implantation de machines à commande numérique pour les années à venir sont d'environ 30 000 machines pour la période 1984-1990, 60 000 pour la période 1990-1998. 60 % de ces équipements seront implantés dans des entreprises de 10 à 99 personnes (d'après des études du BIPE, janvier 1986 sur le parc français de machines-outils : recensement et perspectives de croissance).

La modernisation de l'outil de pro-

duction dans les PME se fera davantage par des intégrations successives de centres d'usinage évolués que par la mise en place d'ateliers flexibles qui n'ont pas encore atteint le degré de performances prévues par leurs promoteurs.

Ces considérations montrent qu'un effort d'étude important dans le domaine de l'optimisation des conditions d'investissement et de l'exploitation des centres d'usinage doit contribuer à faire progresser :

- la compétitivité des entreprises utilisatrices de centres d'usinage,
- le développement de l'investissement productif, dans la mesure où les industriels pourront disposer des outils et des méthodologies nécessaires à la définition de l'utilisation optimale des matériels modernes, au travers des études de rentabilité et de conditions d'environnement.

Succès et insuccès dans les actions de modernisation

Durant les cinq dernières années, on a fait miroiter aux entreprises qu'un certain nombre d'outils nouveaux apporteraient toutes les solutions aux problèmes de production. Force est de constater que l'on est allé vite en besogne et que dans beaucoup de cas l'introduction de ces technologies sophistiquées s'est traduite par des échecs notoires. Le manque de préparation de l'entreprise, l'annonce de performances théoriques non vérifiées, les déficits en formation des personnels et le manque de maîtrise technologique sont dans beaucoup de cas à l'origine de ces déconvenues qui ont contribué, par ailleurs, à mettre en péril l'entreprise (fig. 2).

Les succès notables enregistrés dans les actions de modernisation concernent les entreprises qui ont adopté une démarche de bon sens, et qui ont commencé par introduire les machines-outils à commande numérique dans les unités de production.

La grande leçon à retenir est qu'il faut se moderniser en élaborant un plan cohérent qui prenne en compte :

- l'organisation de l'entreprise, d'abord,
- la formation des hommes et des femmes de l'entreprise,
- les gisements de productivité potentiels (qui ne peuvent se définir que dans la mesure où l'on procède à une analyse globale du système de production).
- la durée de chacune des étapes de l'action de modernisation (en tenant compte de l'ensemble des éléments concernés du système de production).

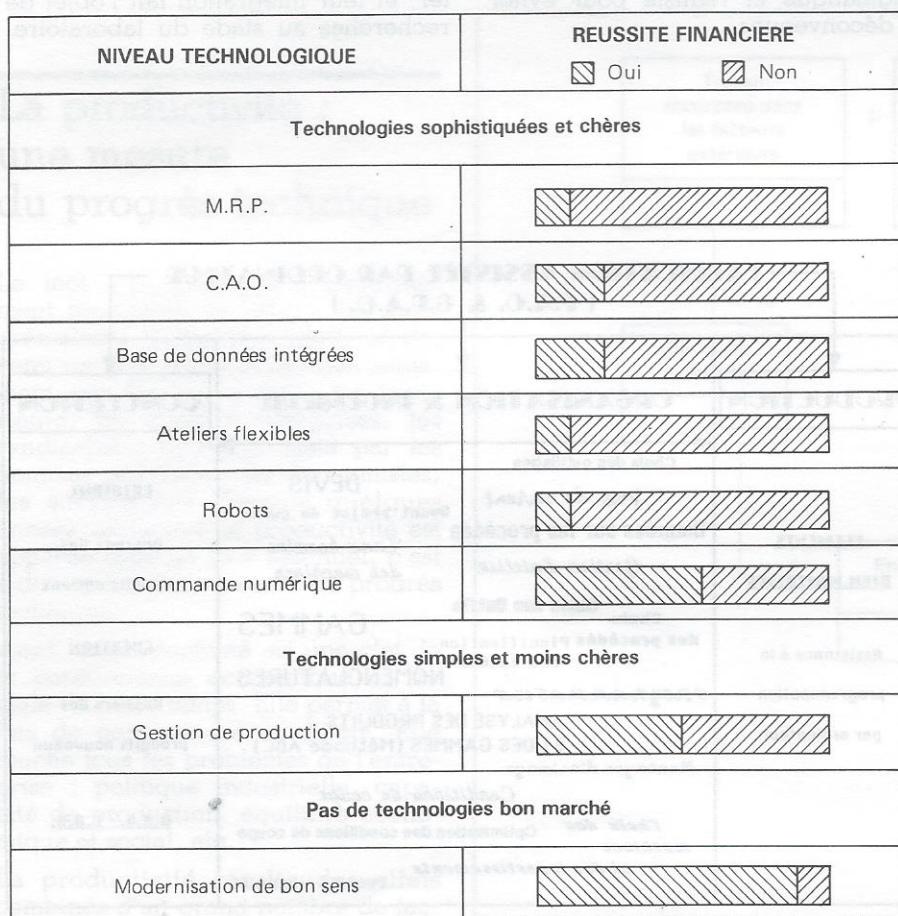


Fig. 2. Bilan sur l'introduction des nouvelles technologies en termes de réussites et non réussites financières pour les entreprises.

Amélioration de la productivité d'exploitation des ateliers

Les étapes de modernisation et d'investissement de l'entreprise

Etape n° 1

Analyse préalable des tâches du processus productif.

Etape n° 2

- 1 - Maîtrise des tâches productives (fiabilité, qualité, connaissance des paramètres et des évolutions de tendance).
- 2 - Simplification ou suppression des tâches ne créant pas de valeur ajoutée.

Etape n° 3

- 1 - Pré-automatisation avec des technologies simples et peu coûteuses.
- 2 - Automatisation peu coûteuse ou suppression des tâches ne créant pas de valeur ajoutée.

Etape n° 4

Modernisation avec les moyens de haute technologie.

permet de dégager des retours d'investissement quasi immédiats, et permet de dégager ainsi les ressources nécessaires à la mise en place des étapes suivantes. Il convient d'étudier avec une attention particulière les investissements du type CAO, CFAO, GPAO, qui ont parfois des retours d'investissement étalement sur cinq à dix ans, car la mise en place de ces outils génère une consommation de ressources importantes de l'entreprise, et n'entraîne pas des améliorations de productivité significatives avant trois ou quatre années, voire plus.

C'est en partie pour ces raisons qu'il convient de franchir l'étape de simplification de tâches de production avant d'acquérir des outils sophistiqués car cela permettra de générer des ressources nécessaires aux autres étapes de la modernisation.

Il est utile de bien maîtriser les limites des outils modernes proposés sur le marché en adoptant une démarche pragmatique et réaliste pour éviter les déconvenues.

Ne pas confondre « flexible » et « automatisé ».

Un atelier dit « flexible » est en réalité un atelier automatisé permettant de fabriquer une famille de pièces. Dans la mesure où l'on souhaite fabriquer d'autres pièces que celles prévues au moment de la conception de l'atelier, cela entraîne une étude technologique nouvelle de l'ensemble et des modifications coûteuses. Il ne faut pas confondre « flexible » et « automatisé ».

Ne pas confondre CFAO et FAO

Un système de CFAO est souvent présenté comme la solution idéale pour la préparation du travail. Dans l'état actuel des choses, les outils ne traitent que des calculs ou des interprétations géométriques, car les données technologiques et le savoir-faire sont beaucoup plus complexes à traiter, et leur intégration fait l'objet de recherches au stade du laboratoire.

Améliorations possibles de productivité

- de 15 à 25 % par simplification des tâches (cette amélioration est généralement globale) en :

- réimplantant l'unité de production,
- étudiant les changements rapides d'outils,
- améliorant la maintenance,
- appliquant une politique de qualité,
- améliorant la gestion.

- de 40 à 50 % si une nouvelle technologie est particulièrement bien adaptée au problème posé. Cette amélioration est généralement locale.

- Technologies concernées :
 - robots,
 - CFAO - FAO,
 - automatisation intégrée,
 - systèmes dits « flexibles ».

Une attention toute particulière sera accordée à la notion de retour d'investissements. En effet, l'amélioration de productivité par simplification

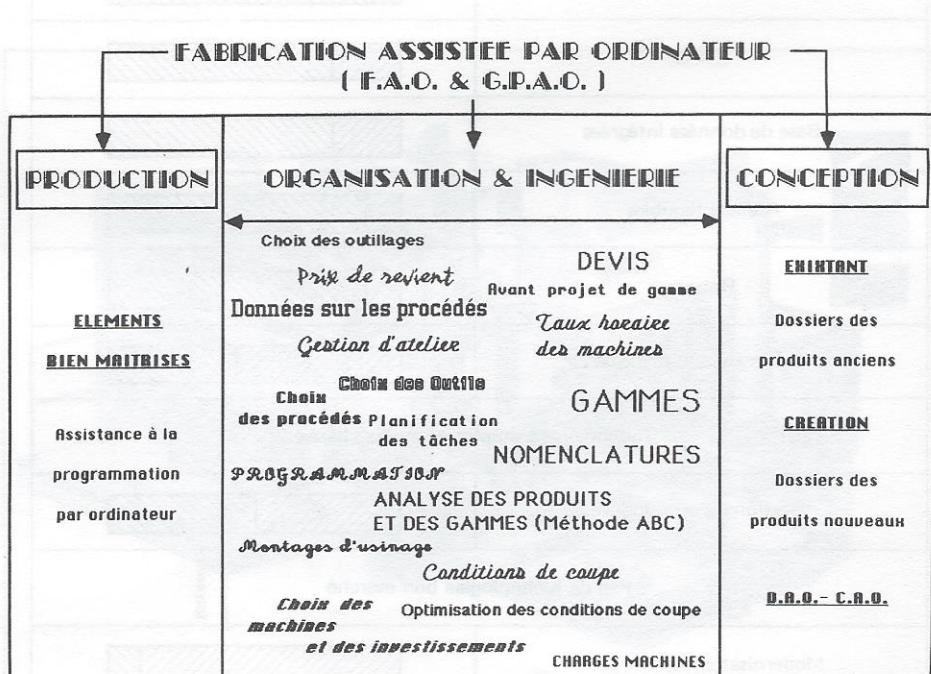


Fig. 3. Illustration des quelques éléments technologiques et économiques qui restent à intégrer pour réaliser les premiers logiciels de CFAO.

Quelques applications de la CFAO pour des procédés ayant un traitement de calcul géométrique sont opérationnelles dans les domaines de la chaudronnerie, tôlerie ou dans la réalisation de formes complexes. On est cependant encore loin des systèmes de CFAO intégrés pour les besoins des entreprises de mécanique générale. On dispose par contre d'un ensemble d'outils de FAO qui traitent la réalisation de certaines tâches d'études et de dimensionnement de la production. C'est dans ce créneau que la majorité des entreprises trouvent des solutions à leur problème. Là encore, il convient d'être prudent et de ne pas confondre CFAO et FAO en sachant que les produits informatisés ne peuvent traiter que les problèmes pour lesquels ils ont été conçus. Il faut tout de même savoir que nous avons encore beaucoup de progrès à faire dans ce domaine (voir fig. 3) sur l'ensemble des domaines à couvrir).

niques, efficacité de la direction, circulation des matières premières et des pièces, utilisation relative des unités de production selon leur degré d'efficacité et enfin, capacité professionnelle et effort des travailleurs.

Les indicateurs de productivité

Pour mesurer la productivité, on utilise des indices du type P_i :

production

$$P_i = \frac{\text{facteur (i) de la production}}{\text{facteur (i) de la production}}$$

Les termes de ces différents rapports sont évalués soit en unités physiques, soit en valeur. Les estimations en valeur doivent être faites en utilisant un système de prix normalisés, pour les produits comme pour les facteurs.

On peut schématiser le processus de production selon le schéma de la figure 4 .

Les indices de productivité peuvent être représentés par les expressions suivantes :

- productivité rapportée au travail :
= P/B
- productivité rapportée à tel autre facteur particulier D :
= $P/\text{quantité de } D$
- productivité globale des facteurs :
= P/E
- productivité nette du travail :
= $(P-D)/E$

Chaque entreprise doit établir ses indices pour suivre ses performances. La productivité étant conditionnée par un ensemble de facteurs internes et externes à l'entreprise, il convient d'être très précis dans la définition des indices et aborder les analyses avec une bonne connaissance de l'ensemble des problèmes de l'entreprise.

La productivité : une mesure du progrès technique

Le mot « productivité », pratiquement inemployé et connu des seuls spécialistes jusque vers 1949, est devenu un mot usuel, utilisé non seulement par les techniciens, les ingénieurs, les chefs d'entreprises, les syndicalistes ouvriers, mais par les hommes politiques, les économistes, les sociologues. Depuis quelques années seulement la productivité est apparue sous un jour essentiel, c'est à dire comme une mesure du progrès technique.

Ainsi, la productivité est une clef de la connaissance économique et sociale de notre temps. Elle permet à la fois de comprendre et d'agir. Elle touche tous les problèmes de l'entreprise : politique industrielle, capacité de production, équilibre économique et social, etc.

La productivité résulte des effets combinés d'un grand nombre de facteurs distincts mais interdépendants, tels que quantité et qualité de l'équipement employé, améliorations tech-

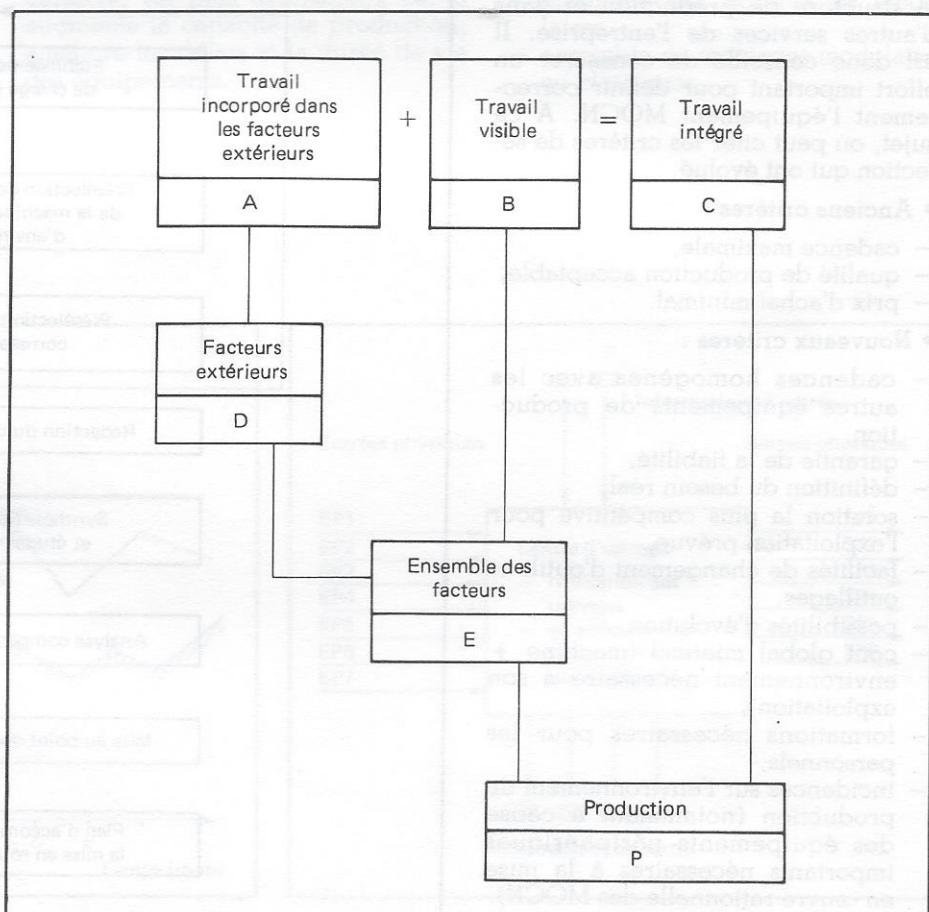


Fig. 4. Ensemble des facteurs internes et externes liés au travail de production.

Bien définir l'équipement MOCN

On oublie trop souvent que la première condition à respecter consiste à faire le bon choix de matériel. Cette étape est de loin la plus importante pour les améliorations de la productivité car elle conditionne les retours d'investissements dans un premier temps, mais aussi les évolutions futures de l'unité de production.

Il convient d'apporter au dossier d'établissement du cahier des charges une attention toute particulière avec une démarche nouvelle, car nous ne sommes plus à l'époque du changement de machine par une machine un peu plus moderne. Nous entrons dans une phase où le changement de machine correspond à une mutation technologique qui va entraîner des bouleversements dans la structure de production et dans d'autres services de l'entreprise. Il est donc conseillé de consacrer un effort important pour définir correctement l'équipement MOCN. A ce sujet, on peut citer les critères de sélection qui ont évolué.

• Anciens critères :

- cadence maximale,
- qualité de production acceptable,
- prix d'achat minimal.

• Nouveaux critères :

- cadences homogènes avec les autres équipements de production,
- garantie de la fiabilité,
- définition du besoin réel,
- solution la plus compétitive pour l'exploitation prévue,
- facilités de changement d'outils et outillages,
- possibilités d'évolution,
- coût global minimal (machine + environnement nécessaire à son exploitation),
- formations nécessaires pour les personnels,
- incidences sur l'environnement de production (notamment à cause des équipements périphériques importants nécessaires à la mise en œuvre rationnelle des MOCN).

La démarche présentée figure 5 permet de bien conduire cette première étape.

Enfin, il faut se rappeler que si la modernisation est nécessaire, elle coûte néanmoins fort cher et ne présente pas toujours les garanties d'amélioration espérées, car elle apporte souvent des bénéfices très inégaux. Afin de réduire les risques, les entreprises ont intérêt à considérer leurs investissements de modernisation avec pragmatisme et discernement.

Il faut également éviter certaines démarches qui consistent à moderniser pour réduire la main d'œuvre directe, car ce n'est pas nécessairement l'objectif de la modernisation. Par contre, quand on étudie certaines actions de modernisation, on est souvent amené à constater que la diminution du coût du personnel ou-

vrier est compensée dans une large mesure par le prix des équipements modernes et les coûts des techniciens de haut niveau nécessaires au fonctionnement de ces installations.

Bien maîtriser les conditions d'exploitation des MOCN

C'est à ce niveau que les gisements de productivité sont les plus importants. En effet, on peut relever dans le diagramme de Sandkey que sur

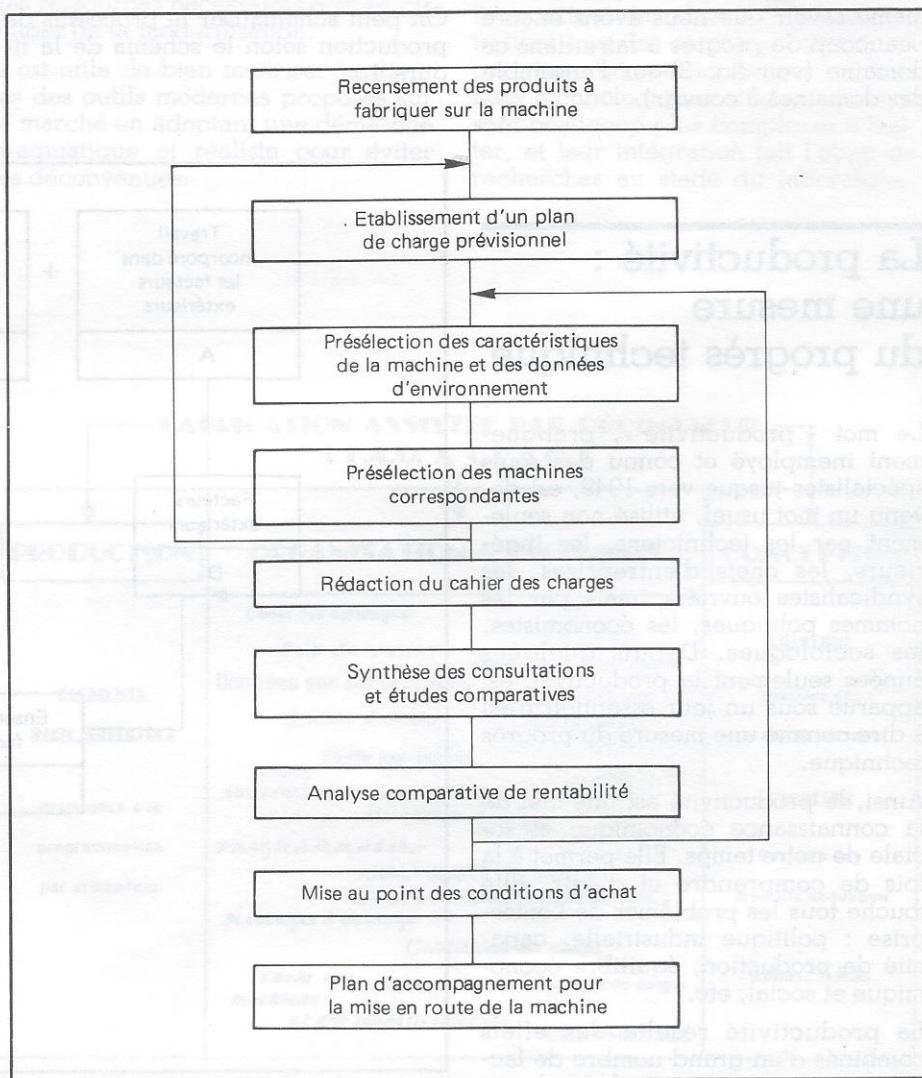


Fig. 5. Démarche en vue de la préparation d'un dossier d'investissement pour l'acquisition d'une machine-outil à commande numérique.

une année de 365 jours disponibles, correspondant à 100 % du potentiel de production, l'utilisation effective d'une machine est de 6 %.

Les 94 % de temps d'arrêts correspondent à :

- 6 % pour causes techniques,
- 10 % à des défauts d'organisation,
- 22 % à l'absence de deuxième équipe,
- 22 % à l'absence de troisième équipe,
- 34 % aux week-end et jours fériés.

L'évolution de l'automatisation et de la surveillance de l'usinage permettront dans un avenir proche d'augmenter progressivement le temps d'utilisation effectué.

Durant la période d'utilisation effective de ces machines, des relevés de comportement de production montrent que :

- 50 % du temps d'utilisation correspondent à des opérations d'usinage ou de changement d'outils,
- 10 à 20 % du temps concernent des phases de mise au point de fabrication,

- 5 à 10 % du temps concernent les phases de changement de production.

L'illustration de ces comportements est représentée par la figure 6.

La productivité des centres d'usinage et de tournage peut être améliorée à condition de maîtriser les éléments suivants :

Politique de maintenance préventive

Pour ce type de matériels, la maintenance préventive est certainement la mieux adaptée car elle consiste à effectuer systématiquement des interventions pour changer des éléments et remettre à neuf les MOCN. Les interventions peuvent être programmées en fonction des observations du comportement antérieur de la machine et en dehors de périodes de production. Ce type de maintenance bien qu'il apparaisse au départ plus coûteux que celui de la maintenance curative, est plus avantageux car il augmente la capacité de production, améliore les délais et la durée de vie des équipements.

La préparation du travail

L'évolution technologique a bouleversé les moyens et les méthodes de préparation du travail pour ces machines. En effet, la préparation du travail comprend la préparation des gammes, les procédures de réglage et la préparation des programmes, et bien souvent les opérations de mise au point. À ce titre, on constate que de mauvaises procédures de réglage associées à un manque de préparation peuvent diminuer de 50 % la productivité de ces machines. Des travaux de recherche importants doivent être développés dans ce domaine.

L'environnement de la machine

On entend par environnement machine, les éléments suivants :

- ensemble des outils nécessaires à satisfaire les conditions de production de la machine,
- ensemble des porte-outils modulaires,
- ensemble de montages modulaires ou classiques,

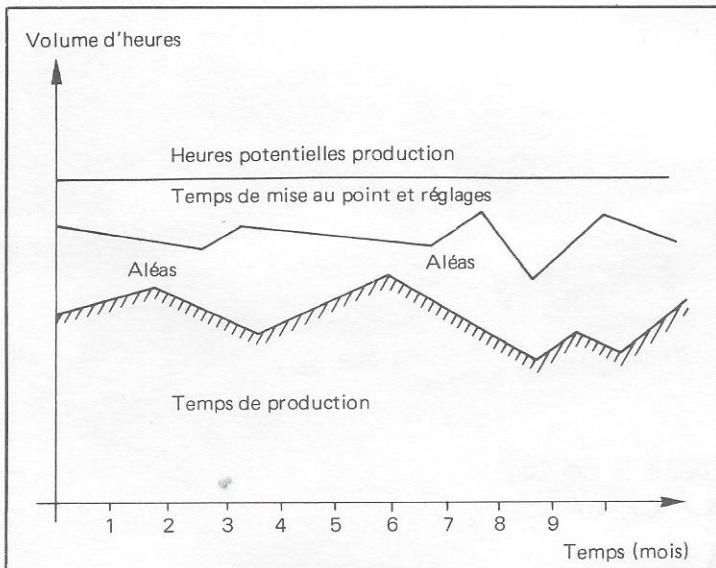


Fig. 6. Illustration graphique du comportement en production d'un ensemble de machines-outils à commande numérique.

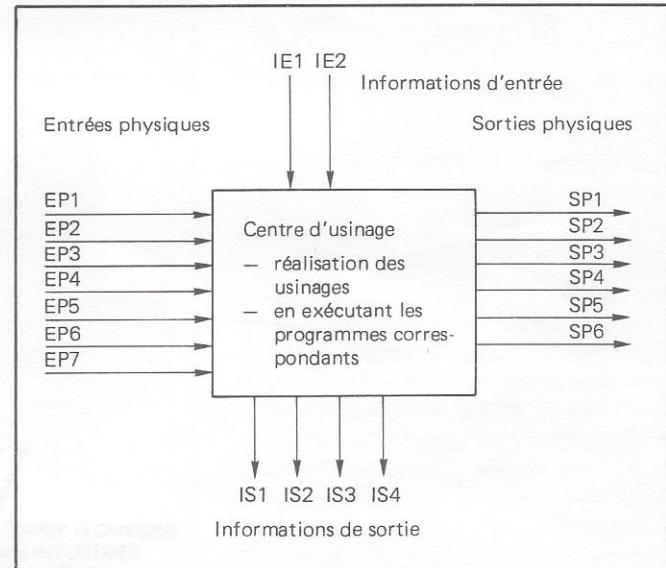


Fig. 7. Représentation symbolique d'un centre d'usinage.

- mobiliers de rangement et de stockage associés à la machine,
- moyens d'aménagement des outils, porte-outils et pièces,
- moyens de contrôle et de méthodologie associés au poste de travail.

L'organisation du travail et la maîtrise des problèmes de qualité

Chaque centre d'usinage ou de tournage peut être représenté suivant le schéma de la figure 7.

Le suivi et le traitement des informations d'entrée et de sortie ainsi que les entrée et sortie physiques doivent être étudiées par le service « organisation de l'entreprise ». L'utilisation rationnelle de la machine sera conditionnée par la qualité des informations et par le suivi qui sera adopté par l'entreprise. Dans tous les cas, l'ensemble de ces éléments doit être parfaitement coordonné pour obtenir la meilleure efficacité de la machine en production.

La formation des hommes

C'est certainement le meilleur investissement d'amélioration de la productivité. Les hommes correctement formés doivent maîtriser l'utilisation de ces matériels pour assurer la meilleure exploitation possible. Le développement de l'information est à revoir pour garantir un équilibre social durant les étapes de la modernisation qui provoquent des perturbations dans les habitudes des personnels de l'entreprise. Il faut créer une ambiance meilleure en responsabilisant les hommes de production et en leur faisant confiance. Enfin, il faut consacrer davantage de crédits à la formation, et penser que les investissements de formation seront des améliorations de productivité de demain.

Améliorer la productivité de production c'est avant tout un état d'esprit associé avec du bon sens. Il n'y a pas de solution miracle, la productivité augmente par des efforts soutenus et quotidiens développés par l'ensemble des acteurs de la production.

Bibliographie

- [1] La perception par les PMI des enjeux des mutations industrielles. Enquête Adepa, mai 1986.
- [2] Jean FOURASTIER, *La productivité*. Collection Que sais-je ? (P.U.F.)
- [3] Pierre BERANGER, *Les nouvelles règles de la production*, Dunod éd.
- [4] AUMIAUX et G. RODDE, *Automatiser la production*, Masson éd.

* L 2 4 7 2 *

Améliorer la productivité des centres d'usinage et de tournage