

AUTOMATISATION ET TRAVAIL : LE CAS DE LA MACHINE-OUTIL

Par Paul S. Adler et Bryan Borys

Un examen critique de la littérature essentiellement anglo-saxonne de ces trente dernières années permet aux auteurs de confronter les différentes approches des relations technologie-travail et de discuter plus particulièrement la thèse de la « déqualification » de l'opérateur. Adler et Borys exposent leur propre point de vue, discuté ensuite par Alain d'Iribarne, et plaident en faveur d'une prise en compte des tendances à long terme, qui permettrait de mieux cerner les liens entre compétence et automatisation.

Bien que le changement de rôle de l'opérateur lié à l'introduction des machines-outils à commande numérique soit souvent cité comme le modèle même de la déqualification, un examen des données disponibles montre que la déqualification n'est ni particulièrement étendue ni rentable dans le long terme. Un examen critique de trois décennies de recherche sur les machines-outils à commande numérique nous permettra de :

- affiner la notion d'automatisation ;
- mettre en lumière la relation entre les compétences et les caractéristiques du produit ;

* Cet article a été traduit de l'anglais par Yann Darré.

- repenser le concept de compétence ;
- réévaluer l'impact de la spécialisation des tâches sur les compétences ;
- réintroduire la distinction fondamentale entre court et long terme.

Le cas de la machine-outil à commande numérique suggère que l'importance accordée aux facteurs politiques et sociaux dans l'analyse de l'entreprise doit être réconciliée avec la place occupée par les facteurs économiques et techniques dans l'analyse d'ensembles plus larges et de tendances à plus long terme.

AUTOMATION ET TRAVAIL

Depuis la révolution industrielle, l'impact des machines sur le travail humain a été l'objet de nombreux débats. Le principal objet de ces débats a été le plus souvent les changements dans les niveaux d'emploi. Mais la question de l'impact de l'automatisation sur la qualité du travail a parfois dominé. Depuis les années 60, ce deuxième thème a refait surface, stimulé par une révolution informatique qui, tour à tour, promettait et menaçait de modifier radicalement la société moderne et les formes modernes de travail.

Les machines-outils à commande numérique (MOCN) ont été souvent appelées comme témoin clé dans ces débats. C'est un cas particulièrement intéressant du fait que le passage de la machine-outil conventionnelle à la MOCN ne change à peu près rien au processus de l'usinage des métaux lui-même mais change la forme et le lieu du contrôle sur le processus : la combinaison machine/opérateur est remplacée par une nouvelle combinaison machine/unité de contrôle informatique/opérateur et programmeur.

L'analyse la plus fréquemment citée des changements dans la qualité du travail entraînés par cette substitution conclut qu'elle conduit à une « déqualification » de l'opérateur (Braverman, 1974, p. 202) ; avec la MOCN, il est possible de retirer de son domaine de compétence ce qui restait encore de qualification après trois quarts de siècle de « rationalisation ».

L'analyse des données plus ou moins anecdotiques sur cette déqualification a suggéré plusieurs thèses dont l'objet dépasse le seul cas de la métallurgie, thèses qui font maintenant figure d'orthodoxie :

- il y a un éventail de configurations de travail plus ou moins compatible avec une technologie donnée (Piore et Sabel, 1984) ;
- un mauvais climat de relations industrielles — selon l'observateur plus ou moins inévitable dans un contexte capitaliste — encourage des configurations de travail peu qualifié et peu autonome (Wilkinson, 1983) ;
- d'où le fait que la compétence des opérateurs MOCN est souvent sous-utilisée (Noble, 1979, 1984) ;
- des pertes de productivité pourraient bien provenir de cette sous-utilisation de ressources humaines (Shaiken, 1984).

Bien que ces thèses soient assez largement admises, et qu'un certain degré de sous-utilisation soit peut-

être la norme, certains indices révèlent que la compétence utilisée dans l'usinage a nettement augmenté avec le passage à la MOCN. Si l'on admet une corrélation même approximative entre le salaire et la compétence, alors les chiffres tirés du *Occupational Outlook* (Bureau of Labour Statistics, 1984) sont sans équivoque : le taux de salaire horaire moyen pour un opérateur sur machine conventionnelle est de \$ 8.12 (en supposant une semaine de 40 heures) ; par contre, un opérateur sur MOCN gagne en moyenne \$ 9.25 et un programmeur \$ 12.00. L'opérateur sur MOCN et, *a fortiori*, la combinaison opérateur/programmeur appellent un salaire horaire moyen nettement plus élevé que l'opérateur classique. S'il est certain que beaucoup d'autres facteurs contribuent à déterminer ces salaires, la persistance de tels différentiels n'accrédite pas l'idée d'une déqualification.

Ces données très globales, qui cadrent mal avec les quatre thèses énoncées plus haut, sont provocantes mais ne sont guère la preuve définitive d'une requalification. Elles sont, néanmoins, étayées par une analyse plus fine des salaires, qu'on trouvera plus bas, ainsi que par des comparaisons internationales qui suggèrent que les pays où l'on trouve les qualifications les plus élevées connaissent une plus grande productivité.

La contradiction apparente entre ces indices et les thèses de la déqualification s'explique dans une large mesure par l'attention excessive portée aux processus socio-politiques dans l'entreprise au détriment des facteurs technico-économiques, et par l'absence complète de données statistiques systématiques durant trois décennies de recherche sur la MOCN. Cet article passe en revue ces travaux de recherche et, les confrontant aux données disponibles, suggère quelques nouvelles voies d'investigation.

Dans les paragraphes qui suivent, nous étudions la séquence de modèles théoriques qui ont dominé successivement dans les années 60, 70 et 80. Dans la deuxième partie, nous décrivons les plus anciennes études, celles fondées sur l'évaluation des postes. Dans la troisième partie, nous passons en revue les bases empiriques de la critique par Braverman et ses disciples des effets déqualifiants de la MOCN. Dans la quatrième partie, nous examinons les théories qui affirment que la notion même de « qualification requise » est trompeuse, insistant sur le poids du social, politique et idéologique dans la définition de la qualification, dans la reconnaissance de la compétence et dans la catégorisation

des personnels et des emplois en qualifiés et non qualifiés. Notre passage en revue de ces trois écosystèmes fera apparaître la nécessité d'éclaircir le concept de compétence.

Notre synthèse des données disponibles (dans la cinquième partie) nous amène, dans la sixième partie de cet essai, à quatre leçons clés. Elles sont tout à fait différentes de celles énoncées plus haut, même si elles ne sont pas entièrement contradictoires; ces leçons aussi peuvent voir leur champ de validité étendu bien au-delà du cas de la machine-outil :

— Pour être complet, le concept d'automatisation devrait inclure une caractérisation de son impact sur le profil des aléas opératoires. Si les systèmes automatiques comme la MOCN fonctionnaient avec une parfaite régularité, le pronostic de déqualification aurait peut-être été confirmé. Mais la maîtrise de ces aléas demande des interventions qualifiées.

— L'analyse de l'impact de l'automatisation sur les compétences doit être attentive aux changements simultanés dans les caractéristiques du produit, ces derniers changements constituant souvent une voie indirecte d'influence positive de l'automatisation sur les compétences requises.

— On doit penser les changements qualitatifs des formes de compétence, parce que la disparition d'une forme ne signifie pas nécessairement une réduction du niveau global de compétence requise si une autre forme prend sa place.

— Notre compréhension du fonctionnement de l'usine moderne exige la reconnaissance des aspects collectifs du travail. Les notions individualistes du travail et de la compétence — fondées en particulier sur le modèle de l'artisan autonome — sont inadéquates pour comprendre le travail sur équipement automatique.

Notre conclusion principale est que même s'il n'y a pas une seule manière de produire qui s'imposerait spontanément et instantanément sur toute installation, la contrainte de la compétitivité ne peut être ignorée dans l'analyse des tendances à long terme: étant donné que toutes les combinaisons socio-techniques ne sont pas également productives, et étant donné l'internationalisation de la concurrence, les tendances à long terme vont refléter ces différentiels de productivité, et un modèle d'utilisation efficace de la MOCN va progressivement s'imposer. La réelle et importante variation entre établissements dans les contenus de travail et les formes d'organisation que l'on trouve

à chaque niveau d'automatisation n'exclut pas une corrélation approximative mais importante entre automatisation et compétence. Le poids des facteurs politiques et sociaux dans le destin de chaque organisation particulière — facteurs qui ont été au centre de la majeure partie des recherches récentes — ne réduit pas le poids des facteurs techniques et économiques dans ces tendances longues. Si cette thèse est juste, il en découle des conséquences importantes pour les stratégies de compétitivité et les politiques de personnel; nous en suggérons quelques unes dans la conclusion.

LES ÉVALUATIONS DES POSTES DE TRAVAIL

Les toutes premières études sur la MOCN étaient fondées sur les évaluations de postes (*job evaluations*).

LA MÉTHODOLOGIE DE L'ÉVALUATION DES POSTES

Crossman et *alii* (1966) ainsi que Hazlehurst et *alii* (1969) nous offrent les deux études les plus rigoureuses des besoins en compétences de l'usinage. Tous deux partaient de l'hypothèse que la compétence peut s'analyser à partir de la décomposition du poste en un ensemble de tâches, tâches qui peuvent être dimensionnées et ensuite mesurées selon ces dimensions.

Crossman et *alii* (1966) étudiaient la fabrication dans une usine aéronautique et découvraient un léger déclin de la compétence requise pour la MOCN comparée aux machines traditionnelles, et cela dans les deux dimensions de compétence qu'ils retenaient, les compétences intellectuelle et manuelle. Ceci est établi sur la base d'une comparaison de mesures composites de la compétence nécessaire pour chacune des différentes catégories de tâches. La compétence dans chaque catégorie est mesurée sur une échelle ordinale et on a calculé une moyenne de ses scores, pondérée par le nombre d'heures de travail requises dans chaque catégorie et par les poids donnés par le système d'évaluation du travail de l'entreprise. L'étude conclut que les emplois sur MOCN requièrent moins d'heures de travail qualifié que des emplois similaires sur machines conventionnelles.

Hazlehurst et *alii* (1969) élargissaient l'éventail des compétences de base dans la conduite des machines-outils en prenant en compte les compétences motrices, perceptives, conceptuelles, discrétionnaires (1969, p. 170). La capacité requise dans cha-

cune de ces dimensions est mesurée sur une échelle ordinale et les exigences de la MOCN comparées à celles de machines conventionnelles. Ils concluaient que la MOCN est typiquement associée à un niveau supérieur de compétences discrétionnaires et conceptuelles, mais à un niveau inférieur de compétences motrices et perceptives. Hazlehurst et ses collègues évitent de recombinaison leurs mesures analytiques en une mesure composite de la compétence globale : ils limitent leurs conclusions à des formulations concernant chacune des catégories de compétences prises séparément.

CRITIQUES DES ANALYSES DE POSTES

L'étude de Crossman (1966) utilisait le système institutionnalisé d'évaluation des tâches pour pondérer et ainsi agréger les différents facteurs de compétence. Cette procédure – quoique sujette aux distorsions dues aux facteurs politiques/institutionnels (Treiman 1979) – a le mérite de fonder l'agrégation sur les exigences réelles de l'entreprise, ou du moins sur la représentation qu'en a l'entreprise.

Néanmoins l'étude souffre d'une imperfection cruciale : l'exclusion de quelques unes des dimensions de la compétence, en particulier ce que Hazlehurst appelle la discrétion ou la responsabilité. Les auteurs justifiaient cette exclusion par le fait que la responsabilité ne fait pas partie du concept traditionnel de compétence. Mais qu'en est-il si l'automatisation requiert davantage de sens des responsabilités de la part de l'opérateur ? Et comment justifier cette exclusion si la responsabilité devient un facteur important dans les systèmes d'évaluation de postes utilisés dans l'entreprise (comme dans le cas de la sidérurgie (Stieber 1959)) ? Nous voulons savoir si le déclin des compétences traditionnelles n'est pas contrebalancé par l'augmentation de facteurs non traditionnels. Hazlehurst et *alii* (1969) n'ignoraient pas de tels changements qualitatifs mais il leur manquait une méthode d'agrégation.

La comparaison de ces deux études fait émerger un deuxième problème clef. Même appuyée sur la séparation de dimensions distinctes, la comparabilité entre les compétences requises par les MOCN et les compétences classiques n'est pas établie. Belitsky (1978, p. 12), par exemple, écrit : « les opérateurs sur systèmes automatisés doivent être capables de venir à bout de difficultés inattendues et variées ; l'initiative individuelle est davantage sollicitée que dans les formes traditionnelles de supervision. En fait, l'initiative est peut-être même la

« compétence » la plus importante que doivent détenir les opérateurs » (voir aussi Davis, 1979). Si l'étude de Crossman exclut la responsabilité, on peut se demander dans quelle mesure la variable « discrétion » utilisée par Hazlehurst saisit ces nouvelles formes de responsabilité.

ÉTUDES DU PROCÈS DE TRAVAIL

Crossman, Hazlehurst et leurs collègues analysaient d'un point de vue strictement technique les compétences requises par les MOCN. Par contraste, Braverman affirmait que ces changements du contenu du travail n'étaient pas tant les conséquences de la technologie que celles de son introduction dans un procès de travail capitaliste.

LA THÈSE DE LA DÉQUALIFICATION

L'attaque de Braverman contre le « déterminisme technologique » était fondée sur l'idée que la technologie, en elle-même, est neutre dans ses effets sur le travail et les compétences ; c'est, affirme-t-il, la façon dont la technologie est utilisée dans la recherche du profit qui engendre une tendance à la déqualification. La lutte entre patrons et ouvriers sur l'intensité du travail est, selon Braverman, cruciale pour le profit. Dans cette perspective, le fait qu'une nouvelle machine permet un contrôle patronal accru sur les travailleurs et permet ainsi une intensification du travail est aussi important sinon plus que la productivité intrinsèque de cette machine.

Braverman prend la MOCN comme témoin vedette de son argument et montre que les deux exigences de l'entreprise capitaliste, abaisser les coûts et augmenter le contrôle, étaient satisfaites par l'automatisation qui simplifiait et déqualifiait les emplois :

« La commande numérique est donc utilisée pour diviser le processus entre des ouvriers séparés, chacun représentant beaucoup moins, en termes de formation, de capacités et de coût horaire, qu'un opérateur compétent. Nous voyons encore une fois ici le principe de Babbage mais dans le cadre d'une révolution technique. Le processus est devenu plus complexe mais c'est au détriment des travailleurs, qui ne progressent pas avec le processus mais au contraire le subissent. Chaque travailleur ne doit pas en comprendre et en savoir plus que l'ouvrier unique qui l'a précédé, mais beaucoup moins » (Braverman, 1974, p.200).

Le « principe de Babbage »¹ permet donc une répartition plus efficace du travail et, par ce moyen, du moins l'affirme-t-on, on baisse l'ensemble de la masse salariale. Cela permet, en même temps, une extension du contrôle patronal sur le procès de travail. Comme les tâches deviennent plus fragmentées, cassant l'emploi d'opérateur en emplois d'opérateur et de programmeur, le contrôle et l'autonomie exercés par les opérateurs traditionnels sont déplacés dans les départements des méthodes et de la programmation. Ainsi Braverman peut-il affirmer que sous l'impact de l'automatisation capitaliste l'opérateur a de moins en moins d'autonomie et que la production de pièces usinées est de plus en plus régentée par les contremaîtres, planificateurs et programmeurs.

Le travail de Noble (1977, 1979, 1983, 1984) introduit une variante intéressante de la thèse de la déqualification en incluant la science et la technologie dans le domaine des facteurs qui sont subordonnés aux exigences patronales et à la recherche du profit. Selon Noble, ce n'est pas seulement le *mode d'utilisation* mais aussi la *conception* des nouvelles technologies qui est dirigée par un mobile de profit par le contrôle. Cette proposition n'autorise pas la moindre chance d'enrichissement du travail sous des conditions capitalistes. (On trouve un recueil de textes allant dans ce même sens chez MacKenzie et Wajcman, 1985).

L'analyse de Noble de la MOCN est centrée sur les débuts de la MOCN, lorsqu'elle était en compétition avec une forme alternative d'automatisation de la machine-outil : le *record playback* (RP). Le RP fonctionne suivant le principe du pianola (voir Noble, 1984, chapitre 7) : le programme d'une pièce est produit par un appareil qui enregistre la séquence des réglages de la machine faits par un opérateur qualifié fabriquant cette pièce : « Avec sa forme d'information par le mouvement, le RP ne requiert pas une réduction formelle de la compétence aux mathématiques ou une anticipation abstraite complète et détaillée des mouvements de la machine et des instructions algorithmiques précises pour le système de contrôle. Ainsi, avec le RP, la programmation était grandement simplifiée. Et, tan-

dis qu'avec la MOCN le programme fini doit être « testé » en pratique sur la machine, pour détecter les erreurs et les corriger péniblement, avec le RP de telles corrections seraient faites la première fois, tandis que le programme – et la première pièce – sont fabriqués par la machine. Plus important, tandis que la MOCN suppose la programmation dans les bureaux et le contrôle du management sur le processus, le RP se prête à la programmation dans l'atelier et au contrôle par l'ouvrier et/ou le syndicat » (Noble, 1984, p. 151).

En contrepartie, la MOCN permet la production de pièces d'une complexité qui dépasse les capacités humaines – et qui dépasse de ce fait les capacités du RP. Que de telles pièces soient plus courantes dans les ateliers de l'aéronautique militaire que dans la plupart des ateliers civils et que l'aviation militaire américaine ait été à l'origine du développement de la MOCN conduit Noble à la conclusion que la « meilleure » technologie n'a pas gagné, excepté sur le terrain du contrôle capitaliste et de la technique militaire.

Il est intéressant de noter que dans l'exposé de Noble, une fois que la MOCN a été choisie, certaines configurations de compétences sont rendues très improbables. L'argument de Noble réaffirme donc une forme de déterminisme technologique qui est très différent de celui qui dominait dans la génération de recherche des Crossman et Hazlehurst.

Shaiken (1984) nuance l'analyse en tentant de montrer pourquoi la déqualification est si fréquente même lorsqu'elle risque d'entraîner une perte de productivité et de rentabilité. Son argument peut être résumé par l'affirmation qu'« une fois qu'une certaine voie de conception est choisie, il peut être très difficile d'en changer la direction » (Shaiken, 1984, p. 65). Chez Shaiken la notion d'inertie de la conception permet donc de rester dans le cadre de Braverman/Noble tout en acceptant que, même du point de vue capitaliste, la déqualification soit souvent improductive.

CRITIQUE DE LA THÈSE DE LA DÉQUALIFICATION

De nombreux auteurs ont critiqué la thèse de la déqualification pour sa sous-estimation du rôle de la résistance ouvrière dans la détermination des formes du procès de travail, ou encore pour sa sous-estimation du rôle de la variabilité des conditions compétitives des firmes ; mais ces critiques

¹ « Le maître fabricant, en divisant le travail afin de le faire exécuter dans différents processus requérant chacun des degrés différents de compétence et de force, peut obtenir exactement la quantité précise nécessaire à chaque processus ; alors que si le travail entier est exécuté par un ouvrier, cette personne doit être dotée de suffisamment de compétence pour exécuter la plus difficile et de suffisamment de force pour exécuter la plus pénible des opérations dont le travail se compose » (Babbage, 1835, pp. 137-138).

n'ont apporté que des nuances et non une critique fondamentale. Nous esquisserons trois objections qui ne permettront pas seulement de nuancer l'analyse de Braverman, Noble et Shaiken, mais qui permettront d'y identifier des difficultés conceptuelles cruciales.

La résistance des travailleurs et les dynamiques du pouvoir

L'un des problèmes de la thèse de la déqualification – comme certains de ses tenants l'ont reconnu – est que les capitalistes ne gagnent pas toujours dans leurs luttes contre les travailleurs (Brighton Labor Process Group, 1977 ; Friedman, 1977 ; Palmer, 1975 ; Nulty, 1982). Les syndicats peuvent jouer un rôle important dans le processus d'adaptation aux nouvelles technologies. Quoique les syndicats aient rarement le pouvoir d'empêcher l'adoption de nouvelles technologies, ils peuvent souvent avoir une influence sur la façon dont une technologie est utilisée, particulièrement en ce qui concerne les licenciements et la refonte de l'échelle des salaires (McLoughlin, 1979 ; Slichter et alii, 1960 ; Roy, 1952 ; Montgomery, 1976 ; Friedman, 1977).

Mais la difficulté théorique fondamentale est ailleurs : supprimer les formes traditionnelles d'autonomie du métier ne diminue pas nécessairement le pouvoir des ouvriers. La thèse de Braverman suppose, comme le font ses successeurs, que les ouvriers qualifiés, en vertu de leur « autonomie », exercent plus de pouvoir (ou exercent leur pouvoir plus efficacement) que les opérateurs moins qualifiés. De cette supposition, il en découle que le déploiement capitaliste de technologies est conçu pour attaquer l'autonomie ouvrière.

Or, lorsque les exigences requises pour la conduite de machine sont déplacées vers un autre emploi ou vers un ordinateur, il est vrai que le travail devient souvent un travail de surveillance plus que de production. Mais si l'autonomie ouvrière change ainsi de forme, elle ne diminue pas nécessairement. Premièrement, la responsabilité de l'ouvrier quant à la surveillance le place souvent en position d'exercer un pouvoir considérable : il « *contrôle les contrôles* » (Hirschhorn, 1984). Deuxièmement, le travail de surveillance de la machine n'est pas aussi facile à contrôler que celui de l'opérateur traditionnel, puisqu'une bonne partie de la journée d'un surveillant est occupée à « ne rien faire », à regarder la machine. C'est seulement quand la machine se dérègle (ou, plus important, quand elle est sur le point de se dérégler) que le surveillant peut remplir sa fonction, et la prescription détaillée *ex ante* de

la conduite adéquate dans une telle situation est difficile à établir (Noble, 1979, pp. 43-44).

De ces deux effets, on peut déduire que le contrôle patronal du comportement d'un opérateur sur MOCN n'est pas une mince affaire. La fragmentation diminue peut-être le pouvoir lié au métier des opérateurs, mais leur nouvelle position dans le processus de fabrication peut leur conférer d'autres sources de pouvoir. Il semble donc prématuré d'affirmer, comme le font beaucoup de théoriciens de la déqualification, que l'introduction de la MOCN et la fragmentation du métier tendent à diminuer le pouvoir ouvrier. (Il peut, néanmoins, rester vrai que le patronat *croit* que la MOCN renforce leur contrôle. La question est alors de savoir l'importance de leurs mobiles dans la conception et le déploiement des nouvelles technologies. Nous reviendrons sur ceci dans les chapitres suivants).

Mais il y a ici des difficultés plus profondes pour les tenants de la thèse de la déqualification : ceux-ci affirment implicitement que (à l'intérieur des relations sociales capitalistes) la résistance des travailleurs à l'administration patronale se fait au détriment de la productivité. Considérons le cas cité par Wilkinson (1983) des opérateurs qui, en violation des règles de l'atelier, utilisaient les capacités de leurs machines pour améliorer des programmes. A propos de cette pratique, Wilkinson écrit : « *La direction a tacitement reconnu les aptitudes de ces opérateurs, et exprime parfois son admiration pour le travail effectué. Les programmeurs aussi semblent avoir accepté que les opérateurs contribuent à la programmation, et parlent d'un allègement très bien venu de leur propre charge de travail* » (Wilkinson, 1983, p. 62).

Nous avons ici un cas où la conception des équipements et les idéologies patronales ont toutes deux été contrecarrées par les opérateurs qui ont trouvé un meilleur moyen d'accomplir le travail, gagnant de cette façon l'approbation tacite du patronat pour leur refonte *ad hoc* du procès de travail². La lutte de classe dans le procès du travail passe aussi par l'imposition par les ouvriers de méthodes plus productives (Burawoy, 1979).

² Les vues « naïves » des théoriciens de la déqualification sur les dynamiques du pouvoir sont aussi démenties par de récentes analyses du rôle des syndicats. L'argument conventionnel est que la syndicalisation a des effets négatifs sur la productivité. Freeman et Medoff (1979) trouvent au contraire que la syndicalisation, en fournissant aux ouvriers une manière de s'exprimer autrement que par le *turnover*, tend à augmenter la productivité.

Contrôle et productivité

Un deuxième défaut fondamental des théories de la déqualification est leur interprétation très étroite du contrôle. Braverman et ses successeurs identifient le contrôle avec le pouvoir sur d'autres à l'exclusion du pouvoir de produire (voir Salaman, 1979 pour un examen de cette distinction).

Le rapport salarial implique, bien sûr, une tension permanente entre employés et employeurs sur l'intensité du travail ; mais cela ne doit pas nous faire oublier que le patronat joue un rôle plus directement productif dans la coordination de l'ensemble complexe d'activités interdépendantes que constitue l'entreprise moderne. Marx, qui ne sous-estimait guère la nature conflictuelle de la relation employeur/employé, reconnaissait aussi que : *« Tout travail social ou commun, se déployant sur une assez grande échelle, réclame une direction pour mettre en harmonie les activités individuelles. Elle doit remplir les fonctions générales qui tirent leur origine de la différence existant entre le mouvement d'ensemble du corps productif et les mouvements individuels des membres indépendants dont il se compose. Un musicien exécutant un solo se dirige lui-même, mais un orchestre a besoin d'un chef »* (Marx, 1967, p. 331) (Ed. sociales, livre I, tome 2, p. 23). Le contrôle a une dimension productive.

La deuxième faiblesse dans la notion de contrôle exposée par l'école Braverman est due au fait de voir dans le conflit sur le lieu de travail le seul déterminant de l'intensité du travail. Il serait nettement plus plausible de voir dans les prérogatives patronales institutionnalisées — et en particulier la menace de licenciement — une force largement suffisante pour établir et maintenir un niveau normal d'intensité du travail, niveau qui, étant donné les autres sources de la productivité (l'automatisation en particulier), serait en général suffisant pour assurer un taux de profit normal.

La troisième faiblesse de cette notion de contrôle est le fait d'escamoter une réalité fondamentale : l'augmentation du « pouvoir sur » est souvent coûteuse à la fois en termes de surcharge administrative et en termes de production manquée due à une organisation inefficace et hostile. L'entreprise doit s'assurer que les compétences sont utilisées au mieux et non pas détruites par des changements inappropriés dans l'organisation du travail. L'impératif du « pouvoir sur » ne peut, sans répercussions sérieuses sur la compétitivité, dominer le « pouvoir de ».

La thèse de Noble échoue ici. Il montre que quelques-uns de ceux qui développent l'automatisation de la machine-outil étaient motivés par des buts de « pouvoir sur », mais il ne tente même pas de caractériser l'ensemble de la dynamique du développement et de la diffusion de la MOCN. Sur ce point, c'est-à-dire sur l'essentiel, rien ne vient contredire le sens commun : la diffusion plus rapide de la MOCN par rapport à celle du RP reflète surtout les capacités productives supérieures de la MOCN.

La progression historique des compétences requises

Noble et Shaiken sont éloquents dans leurs descriptions des limitations techniques de la MOCN et, en conséquence, sur le fait que la compétence garde son importance dans la conduite des machines (Noble 1984 ; Shaiken 1984). Leur critique finit donc par se focaliser non pas sur les effets déqualifiants mais plutôt sur les intentions mal avisées des concepteurs et des patrons.

Aucune de ces études ne peut donc être considérée comme une réfutation convaincante de l'idée commune selon laquelle l'automatisation et les niveaux de compétence sont positivement corrélés. Les tenants de la thèse de la déqualification présentent une argumentation qui les oblige à poser que le niveau moyen de qualification des travailleurs est en baisse. C'est pour cela que les études citées par Spenner (1983) sont embarrassantes pour Braverman et *alii* : elles montrent une requalification progressive sur longue période et une promotion aussi bien de la force de travail globale que des occupations individuelles.

Comme Elger (1982) le fait remarquer : *« Il est nécessaire de reconnaître que le caractère perpétuellement en révolution de la production moderne mécanisée rend, de manière persistante, « incomplète » la subordination du travail au capital (au sens d'une direction et d'un contrôle total par le capital). D'un côté, il crée de nouvelles compétences et suscite l'apparition de nouveaux champs de négociation, nés de la coordination complexe et de l'interdépendance du travail collectif ; d'un autre côté, en période d'accumulation rapide sans remplacement massif du travail vivant par du travail mort, l'armée de réserve de main-d'œuvre diminue et fournit les fondements d'une organisation des travailleurs puissante »*.

Nous examinerons plus loin quelques données qui pourraient corroborer un diagnostic de requalification par la MOCN.

LA CONSTRUCTION SOCIALE DE LA COMPÉTENCE

En opposition à la fois au postulat des praticiens de l'évaluation des postes selon lequel la technologie change inévitablement les caractéristiques objectives du travail, et à l'affirmation des théoriciens de la déqualification pour qui le patron capitaliste choisit (et conçoit) des technologies sur la base de sa capacité à changer ces caractéristiques dans un sens qui lui est favorable, les théoriciens de l'école de la construction sociale nient la pertinence de telles généralisations et minimisent la pertinence des caractéristiques objectives du travail. Les besoins réels en compétences et les termes utilisés pour caractériser ces compétences sont, selon ces auteurs, tous deux, avant tout, les produits de l'intersection locale de forces sociales, politiques, idéologiques et économiques. Les seuls objets de recherche valables seraient, dans cette optique, « l'étiquetage » de certaines catégories d'emplois et de travailleurs et les dynamiques toujours idiosyncrasiques et locales des changements dans le profil des soi-disant qualifications.

LA THÈSE DES TENANTS DE LA CONSTRUCTION SOCIALE

Plusieurs études (voir, par exemple, le symposium paru dans le *Cambridge Journal of Economics*, septembre 1979 ; et Elbaum, 1984) soutiennent que les facteurs institutionnels locaux, spécifiques aux industries, régions ou marchés, déterminent à la fois le contenu du travail et son étiquetage en qualifié ou non-qualifié. Dans un cas donné, les caractéristiques du marché, ou le rapport de forces entre travailleurs et directions ou encore l'environnement légal peuvent jouer le rôle prépondérant.

Elbaum et Wilkinson (1979), par exemple, comparant les industries sidérurgiques anglaises et américaines à la fin du XIXe siècle, maintiennent que : « On peut trouver des différences entre les deux pays au niveau de la croissance et des modèles de demande, dans l'application et le développement des nouveaux processus et techniques, et dans la structure de contrôle de la production. Ces éléments se combinent pour produire une différence dans la structure industrielle et produisent d'importants indices de développement divergents dans l'organisation du travail et dans les relations industrielles » (Elbaum et Wilkinson, 1979, p. 275).

Des recherches récentes sur les compétences « tacites » (Kusterer, 1978 ; Jones et Wood, 1984) sem-

blent offrir une base théorique à cette vision. La thèse est simple : les travailleurs disposent d'une gamme de compétences dont certaines sont explicitement reconnues alors que d'autres restent presque invisibles. Une question très intéressante se pose alors : par quels processus certaines compétences sont-elles reconnues ? Evidemment, des facteurs sociaux et politiques peuvent ici jouer un rôle clé. Le débat sur les effets de l'automatisation sur les compétences n'est-il alors qu'un écran de fumée ?

CONSTRUCTION SOCIALE ET COMPÉTITIVITÉ

En contradiction avec leur thèse centrale, ces études de la construction sociale montrent, parfois inconsciemment, l'étroite dépendance des résultats de ces processus sociaux sur les impératifs techniques et économiques du contenu réel des compétences.

Elbaum (1984, p. 99), par exemple, dans son étude sur la sidérurgie à la fin du XIXe siècle, déclare : « les considérations d'efficacité jouent tout au plus un rôle subsidiaire, de coulisses, dans la formation de marchés du travail internes ». Ou encore (1984, p. 103) : « Dans la sidérurgie, la structure des salaires s'écarte des standards compétitifs parce que le contenu hétérogène des emplois suscite dans la main-d'œuvre l'apparition de différents groupes qui disposent de moyens de négociation variables ». De l'autre côté, Elbaum démontre de manière convaincante que la principale source de changement de ces leviers de négociation est le changement du rôle productif joué par les différents segments de la force de travail. Les facteurs politiques et idéologiques jouent évidemment un rôle mais, de l'avis même d'Elbaum, avant tout un rôle de médiation et non pas un rôle fondamental.

De la même façon, l'histoire du système de l'apprentissage en Angleterre conforte l'affirmation selon laquelle la construction sociale de la distinction qualifié/non-qualifié ne peut ignorer la réalité sous-jacente aux compétences. Du côté de la construction sociale, Turner (1962), par exemple, affirme que, au XIXe siècle, en Angleterre, « la nette démarcation entre travailleurs qualifiés et non qualifiés dans, par exemple, le bâtiment et les industries d'équipement est dans une large mesure un produit du système traditionnel de l'apprentissage » (1962, p. 111). Mais comme More (1982, p. 112) le fait remarquer, Turner lui-même reconnaît que si cette classification des emplois ne se posait pas sur la réalité des compétences, l'inefficacité du système

finirait bien par provoquer une réorganisation. Même le pouvoir syndical – pourtant considérable – n'empêcherait pas un tel alignement (Lee, 1981, p. 71).

Sans nul doute, il existe d'importantes variables socio-politiques qui interviennent entre le contenu réel d'un emploi et la représentation qu'en ont le patronat et les travailleurs. Néanmoins, les entreprises ne peuvent se permettre de négliger pour longtemps les besoins réels du processus de production.

LA REQUALIFICATION DANS L'UTILISATION PRATIQUE DE LA MOCN

Mises à part les difficultés théoriques, le problème clé est que toute cette théorisation a procédé sans la moindre donnée statistique. Aussi maigres que soient les données statistiques dont nous disposons, elles suggèrent que les problèmes que doivent affronter les entreprises de métallurgie qui instituent des mesures visant à la déqualification sont suffisamment sérieux pour montrer qu'une stratégie déqualifiante est tout simplement inefficace. Noble reconnaît l'écart entre théorie et pratique : « *La déqualification des opérateurs sur machine ne s'est pas produite dans l'ensemble... Le patronat a donc dû mettre sur les machines des gens qui savaient ce qu'ils faisaient simplement parce que les machines (et la programmation) n'étaient pas totalement fiables ; elles ne fonctionnent pas par elles-mêmes et ne fournissent pas des pièces bien usinées... De ce fait, alors que beaucoup de fabricants avaient initialement essayé de mettre des personnes non qualifiées sur les nouveaux équipements, ils ont rapidement vu leur erreur et augmenté la classification* » (Noble, 1979, p. 42 ; voir aussi Noble, 1984, p. 269 ; et Shaiken, 1984, pp. 80-90).

Cette leçon peut se lire aussi dans la presse industrielle. Les patrons directement concernés par le déploiement de la MOCN avouent que la déqualification dont parle les études théoriques, et promise par les fournisseurs des MOCN, n'est pas rentable : « *les opérateurs sur MOCN ne sont pas de simples presse-boutons* » avertit l'*American Machinist* (1981, p. 187). Et K. Williams et C. Williams résument ainsi les résultats d'une étude sur trente-trois utilisateurs et six producteurs d'équipement à contrôle numérique : « *On espérait généralement que, avec la commande numérique, le niveau de qualification et la compétence technique requise d'un opérateur sur machine allaient être considérablement moindres que pour un opérateur de première classe sur une machine conventionnelle. Les témoi-*

gnages rassemblés dans cette étude ne confirment pas une telle attente. Au contraire, la compétence et le savoir technique de l'opérateur (et en conséquence son taux de salaire) restent à peu près les mêmes qu'avec l'équipement classique. Dans quelques cas ils augmentent, en particulier quand la machine vient d'être introduite » (1964, p. 28).

Les salaires des ouvriers sur les machines traditionnelles et sur les MOCN peuvent donner un indicateur de ces besoins en compétences (souvenons-nous du pronostic de Braverman cité plus haut, d'une réduction de salaire pour l'opérateur sur MOCN). A la suite des théoriciens du « capital humain » (comme Becker, 1976) nous pourrions faire l'hypothèse que, dans la mesure où la compétence est un facteur rare et productif, les salaires vont refléter le niveau de compétence. Il est vrai que cette hypothèse est sujette aux critiques de la construction sociale des catégories de qualification. De plus les hypothèses alternatives ne peuvent être ignorées ; en particulier des firmes plus grandes ou plus rentables peuvent être à la fois plus disposées à investir dans la MOCN et capables de payer de plus hauts salaires sans regarder aux besoins en compétences de la MOCN ou à la compétence de leurs ouvriers. Néanmoins, on peut difficilement croire qu'une réduction majeure des compétences requises due à la MOCN n'engendrerait pas, sur un large échantillon et sur le long terme, une tendance perceptible à la baisse des niveaux relatifs du salaire des opérateurs sur MOCN³.

La prise en compte des données disponibles sur les salaires peut donc peut-être jeter quelque lumière sur la question de la compétence. Les taux moyens de salaires pour les catégories A, B, C d'opérateurs traditionnels et sur MOCN pour 80 000 emplois dans dix-neuf zones métropolitaines ont été recueillis par le *Bureau of Labor Statistics* (1982). L'analyse de ces données montre que, tandis que les salaires moyens des catégories A, B, C sont significativement différents, il n'y a aucune différence statistiquement significative entre le salaire moyen d'un opérateur de catégorie A et celui d'un opérateur sur MOCN⁴. Sans un modèle plus com-

3 La question des salaires se pose aussi dans l'affirmation que la raison majeure de l'introduction de la MOCN est de pallier une pénurie d'opérateurs qualifiés pour les machines conventionnelles (Noble, 1984, pp. 39-41 ; Belitsky, 1978, p. 13). Cette proposition reflète la prévalence de l'idée de déqualification parmi les patrons et non seulement chez les sociologues. Mais aucune pénurie d'opérateurs qualifiés n'est discernable dans les données (Rosenthal, 1982).

4 Ces résultats ont été obtenus par une analyse de variantes de deux facteurs (ville x emploi) sur les données du *Bureau of Labor statistics* (1982). De multiples comparaisons ont été faites en utilisant les intervalles de Tukey à un intervalle de signification de 5 %.

plet des déterminants des salaires qui prend en compte les autres facteurs pertinents (syndicalisation, usines urbaines/usines rurales, taille de l'usine, etc.), ces résultats restent provisoires. Néanmoins, ces données sont au moins compatibles avec l'hypothèse selon laquelle les opérateurs sur MOCN sont aussi bien payés que les opérateurs hautement qualifiés de catégorie A ; ces données sont donc difficiles à réconcilier avec une thèse de déqualification.

Un deuxième élément empirique peut s'ajouter au dossier. Plusieurs études internationales témoignent de façon éloquente du fait que les opérateurs qualifiés sont la clef pour une utilisation efficace et rentable de la MOCN.

Sorge, Hartmann et alii (Sorge et alii, 1983 ; Hartmann et alii, 1983) comparèrent les expériences d'usines de mêmes caractéristiques en Allemagne et en Grande-Bretagne dans l'utilisation des machines CNC (la deuxième génération des MOCN). Ils ont trouvé que, à taille d'usine et à longueur de séries égales, « les firmes anglaises ... forment et emploient des ouvriers notablement moins qualifiés que les sociétés allemandes » (Hartman et alii, 1983, p. 221). Ces observations les conduisent à insister sur l'extrême malléabilité de la technologie des MOCN.

Mais leur analyse nous conduit à une deuxième conclusion tout à fait différente, même si elle n'est pas entièrement contradictoire : dans la mesure où leur étude met aussi en lumière la productivité supérieure des usines allemandes, nous devons croire que la « malléabilité » de la MOCN est surtout une licence pour les usines anglaises d'utiliser inefficacement la MOCN : « Les firmes, particulièrement en Allemagne, voient de plus en plus l'intérêt qu'il y a à insister sur les qualifications comme option viable lors de la mise en œuvre de la nouvelle technologie. Ce n'est pas parce que c'est une conséquence nécessaire mais parce que la MOCN s'est développée dans un contexte qui lie le succès économique à ce processus. Il y a une parenté frappante entre l'usage croissant de la MOCN et l'intérêt renouvelé des entreprises à former et à employer des ouvriers qualifiés » (Hartman et alii, 1983, p. 230).

Malgré leur prémisse de « malléabilité », et l'affirmation que l'utilisation d'ouvriers qualifiés sur MOCN n'est pas « nécessaire », les auteurs ont donc été amenés à la conclusion que les patrons (spécialement en Allemagne) commencent à réaliser que l'utilisation compétitive efficace de la

MOCN présuppose une force de travail plus qualifiée.

Le fait que les ateliers anglais sont beaucoup moins productifs que les ateliers comparables en Allemagne est le point de départ d'une étude de Daly et alii (1985) fondée sur des interviews effectuées dans une douzaine d'usines en Grande-Bretagne et en RFA. Leur conclusion : « Le plus grand écart constaté concernait les compétences techniques de ceux qui avaient le statut de contremaître, pour lesquels le degré de compétence des Allemands était nettement supérieur » (1985, p. 60). L'encouragement à l'apprentissage et l'utilisation de ces ouvriers qualifiés comme contremaîtres font que les ouvriers et les surveillants des entreprises allemandes sont techniquement plus compétents, ce qui conduit à une forme de surveillance fondée plus sur des exigences techniques que sur une autorité arbitraire.

Manifestement, il existe des différences significatives entre les modèles nationaux d'utilisation de la MOCN. Mais tout aussi manifestement, beaucoup de ces différences ont pour résultat des variations dans la productivité. Dans un marché mondial de plus en plus interdépendant, la « liberté » des entreprises d'utiliser la nouvelle technologie de différentes manières pourrait être de durée limitée s'il s'agit seulement de la liberté d'être inefficace.

VERS UNE THÉORIE PLUS ROBUSTE

Les analyses des effets supposés déqualifiants de la MOCN étaient fondées sur l'hypothèse que les objectifs de déqualification étaient réalisables et que les promesses des fournisseurs de MOCN quant aux moindres coûts du travail étaient réalistes. Or, l'expérience dément ces hypothèses. Taylor (1978, p. 95) résume cette confusion entre théorie et pratique : « Il pourrait sembler que l'opérateur sur MOCN aurait besoin d'être formé aux méthodes du montage et à rien d'autre, dans la mesure où les autres jugements sont inscrits dans le programme de la machine. En pratique, néanmoins, les opérateurs de telles machines sont choisis parmi les ouvriers expérimentés, polyvalents ». Qu'y-a-t-il dans nos idées sur la compétence et l'automatisation qui provoque cette confusion ? Quatre facteurs apparaissent critiques : notre conception de l'automatisation, l'interaction de l'effet de l'automatisation sur la compétence et sur les caractéristiques du produit, notre concept de compétence, et enfin l'association que nous imaginons entre spécialisation et déqualification.

LA NATURE DE L'AUTOMATISATION

Un des principaux handicaps des recherches des effets de la MOCN sur la compétence tient dans une image mythique de l'automatisation de la machine-outil comme évoluant vers un processus totalement pré-spécifié et stable. La plus grande partie de la compétence requise pour la conduite des MOCN serait certainement obsolète si les programmes et les machines étaient complètement fiables et sans erreurs.

Il est donc crucial de comprendre « *que l'équipement complexe d'usinage introduit des incertitudes non négligeables dans le processus de production rendant nécessaire une augmentation de l'intervention humaine en mesure de parer à ces incertitudes. Ce phénomène renverse donc partiellement la tendance à utiliser l'automatisation pour simplifier les emplois* » (Blumberg et Gerwin, cité par Burnes, 1984, p. 351).

Cette idée de l'automatisation est en contradiction avec celle généralement admise qui veut que la MOCN fasse disparaître l'incertitude du processus de production. Une analyse plus poussée pourrait suggérer que l'automatisation change le profil de l'incertitude telle que, même si les processus plus automatisés connaissent moins de perturbations et en abaissent le coût total, il reste des événements imprévus, et ceux-ci ont un coût unitaire moyen de détection et de correction plus élevé (Adler, 1982). Un tel changement dans le profil des perturbations aurait un impact considérable sur les compétences requises dans la mesure où il n'est plus rentable de contrôler la qualification par la vérification *a posteriori*; l'efficacité suppose que les travailleurs effectuent un contrôle *a priori* et donc qu'ils aient une plus grande connaissance et maîtrise du processus (Adler, 1982; Hirshhorn, 1984).

Un deuxième facteur, la flexibilité associée à l'automatisme, pousse dans le même sens. L'automatisation, telle la MOCN, permet une plus grande variabilité dans le processus de production pour répondre de manière flexible aux demandes de l'environnement. Le passage des machines classiques à la MOCN tend à réduire la longueur des séries (Putnam, 1978) et pourrait être associé à de plus fréquentes introductions de nouveaux produits. Cette augmentation de la fréquence du changement exige, elle aussi, un niveau supérieur de compétences (Hirshhorn, 1984).

Enfin, il y a un troisième type de changement lié à la tendance de l'automatisation à s'auto-alimenter. Le passage à la MOCN favorise l'apparition de la

CNC (commande numérique avec calculateur) où la programmation peut être faite sur la machine elle-même, et la CNC est la condition d'émergence des ateliers flexibles fondés sur la DNC (où la machine est contrôlée directement par l'ordinateur central). Ces changements technologiques rapides demandent une augmentation des compétences (Abernathy, Clark et Kantrow, 1983; Graham et Rosenthal, 1985).

Ces arguments nous conduisent aux propositions suivantes, qui devront être vérifiées par de futures recherches empiriques.

PROPOSITION 1A – *La fréquence des incidents (pannes de machine, pièces défectueuses, etc.) et leur coût total sont réduits par l'automatisation, mais la gravité moyenne des incidents restants augmente.*

PROPOSITION 1B – *Ce nouveau profil d'incidents dans le processus de production sera mieux géré avec une décentralisation de la compétence et de la responsabilité; les gains de productivité qui seront ainsi réalisés compenseront les craintes patronales d'une perte de contrôle.*

Par conséquent, et au contraire des théories de la déqualification et de leur hypothèse d'une centralisation croissante à travers l'automatisation, nous pourrions voir la proposition suivante confirmée :

HYPOTHESE 1C – *Les utilisateurs de la MOCN qui augmente les capacités et la responsabilité des travailleurs y gagnent par une plus grande productivité et de plus grands profits que ceux qui ne le font pas.*

L'INTERACTION ENTRE COMPÉTENCES ET CARACTÉRISTIQUES DU PRODUIT

Il est tentant de se fixer sur la question apparemment rigoureuse : « *toutes choses étant égales par ailleurs, quelle est la relation entre l'automatisation de la machine-outil et les compétences requises de l'opérateur* » ? Mais beaucoup d'études sur l'impact de la MOCN ont montré que les caractéristiques du produit sont d'importants médiateurs de l'effet de la MOCN sur la qualification. Buchanan affirme que : « *La compétence et la liberté d'action dans l'atelier tendent à rester importantes pour des organisations produisant un éventail large et changeant de produits complexes, de haute valeur et de grande qualité, en petits lots, avec des délais de livraison serrés, dans un marché féroce et compétitif. La compétence et la liberté d'action peuvent être réduites lorsque des produits simples et des conditions com-*

merciales moins exigeantes permettent une standardisation des procédures et moins de pression quant à la production et à la qualité » (1985, p. 26).

Une question méthodologique potentiellement importante se pose alors : l'analyse doit-elle se fixer sur l'impact de l'automatisation sur les compétences requises pour la production d'un ensemble donné de produits (avec un taux constant de changement de modèles, une taille constante du lot, un degré constant de complexité des pièces), ou devons-nous nous fixer sur l'impact global de l'automatisation sur la compétence requise, à la fois par son effet « direct » (pour un ensemble donné de produits) et par son effet « indirect » (l'automatisation influant sur la compétence à travers des changements dans la gamme des produits) ?

Le problème perdrait progressivement de son importance s'il y avait une tendance générale à la simplification et à la standardisation des produits. Mais, bien que certains voient dans la standardisation la tendance générale de l'industrie moderne, Piore et Sabel (1984) mettent en lumière une tendance à la « spécialisation flexible » due à la sophistication croissante de la demande et au fait que les nouvelles technologies (spécialement celles fondées sur les micro-processeurs) réduisent la pénalité de coûts associés à une diversité plus grande des produits.

On peut soutenir que la MOCN est un exemple parfait de ces nouvelles technologies. Dans leur étude sur les ateliers allemands et anglais, Sorge et alii (1983, pp. 34-38) montrent que beaucoup d'entreprises utilisent la MOCN pour produire des lots plus petits, pour s'adapter à des marchés spécifiques et pour fournir plus de variété aux modèles existants. De même, aux USA, Putnam (1978) montre que les utilisateurs de MOCN ont des changements de modèles plus fréquents, des lots plus petits et des produits plus complexes que les non-utilisateurs. Si la capacité de l'automatisation à changer les coûts différentiels entre petits et grands lots et entre produits plus et moins complexes compte pour beaucoup dans le changement que nous constatons dans la gamme typique de produits, il semble logique d'inclure les effets indirects de l'automatisation sur la qualification.

Ces arguments nous conduisent à formuler les propositions empiriques suivantes :

PROPOSITION 2A – L'utilisation de la MOCN est positivement corrélée à une plus grande complexité des produits, à une plus grande fréquence

d'introduction de nouveaux produits et à des lots plus petits.

PROPOSITION 2B – Les caractéristiques des produits (complexité, fréquence d'introduction de nouveaux produits, taille moyenne des lots) sont positivement corrélées aux niveaux de compétence des travailleurs.

HYPOTHESE 2C – Les ouvriers des ateliers MOCN ne sont peut-être pas plus qualifiés que ceux des ateliers classiques pour une gamme de produits ayant les mêmes caractéristiques, mais ils sont plus qualifiés dans le cas typique où ces caractéristiques ont évolué.

QU'EST-CE QUE LA COMPÉTENCE ?

Il est certain que si nous voulons caractériser les relations entre l'usine, sa technologie et la compétence de sa force de travail, nous avons besoin d'un concept de compétence plus riche. Comme Spenser le résumait en 1983 : « Tout projet d'étude des transformations de la compétence, quelles que soient les motivations théoriques, gagnerait à un traitement plus explicite et compréhensif de la compétence » (1983, p. 835).

Trois tentatives

Notre critique de l'évaluation des postes nous a permis d'esquisser la définition de la compétence implicite dans ces travaux : la compétence peut s'analyser comme un ensemble de capacités dont chacune contribue à la compétence globale. La critique de cette définition – difficulté d'incorporer le changement qualitatif et de construire des mesures agrégées de la compétence – a été faite p. 8.

Une deuxième définition de la compétence peut se trouver chez Braverman : « Le concept de compétence est traditionnellement lié à la maîtrise du métier (craft), c'est-à-dire à la combinaison de connaissances des matériaux et des processus et à la dextérité manuelle requise pour faire marcher une branche spécifique de la production » (Braverman 1974, p. 443).

Nous allons voir pourquoi cette référence au métier peut être trompeuse.

Une troisième définition de la qualification se cache derrière la notion de métier : la compétence comme source de satisfaction dans le travail. D'où la préoccupation de Braverman lorsqu'il remarque : « que le travail s'est de plus en plus subdivisé en petites opérations qui ne suffisent pas à soutenir l'intérêt ou à engager les capacités des humains

dotés d'une éducation moyenne ; que ces petites opérations exigent toujours moins de compétences et de formation ; et que la tendance moderne du travail par son « décervelage » et sa « bureaucratization » est aliénante pour des fractions toujours plus larges de la population active » (Braverman, 1974, p. 4).

Mais la compétence n'est pas nécessairement synonyme de satisfaction. Que certains travailleurs n'aient pas le stress et la difficulté de quelque emploi hautement qualifié, tandis que d'autres se satisfont des demandes minimum d'un emploi sous-qualifié est un fait ni surprenant ni controversé (Lawler, 1973, p. 167). Plus important, si nous prenons le cas des opérateurs dans les salles de contrôle des raffineries, il n'est pas du tout évident qu'une définition féconde de la compétence exclut la possibilité que l'automatisation enrichisse la plupart des dimensions de la compétence tout en réduisant précisément celles qui sont le plus fortement en corrélation avec la satisfaction et l'intérêt (Hirschhorn, 1984).

Une alternative : la compétence comme capacité productive

Mais alors que sont ces compétences réelles ? Les théoriciens du capital humain (par exemple Becker, 1976) conçoivent la compétence comme le fruit d'un investissement en formation que les travailleurs doivent faire pour avoir accès aux emplois les mieux payés.

La notion de capital humain peut dépasser l'imagination du non-économiste, mais l'idée sur laquelle elle repose est solide : la compétence est précieuse pour la production, par conséquent les employeurs payeront pour elle ; la somme qu'ils auront à payer dépend avant tout du coût d'acquisition de la compétence. Le modèle offre une mesure quantitative simple de la valeur de la compétence : le coût de sa formation. La limite essentielle de cette démarche est son oubli des aspects plus qualitatifs des exigences du travail : nous avons besoin d'un cadre pour comprendre les qualités que la formation est censée faire naître (Adler, 1986).

Ces aspects qualitatifs peuvent s'analyser selon trois dimensions.

— La responsabilité

La question de la responsabilité de l'opérateur et les difficultés à la théoriser ont été traitées ci-dessus. Shaiken, qui affirme à la suite de Braverman que les opérateurs sur MOCN ont été déqualifiés, concède néanmoins que « les patrons sont largement en

accord sur le fait que l'opérateur doit être responsable, alerte et motivé » (Shaiken, 1984, p. 92 ; voir aussi Belitsky, 1978, p. 13). Lund et alii (1978, p. 54) constatent : « Il a été largement affirmé que la MOCN met la compétence dans la machine et requiert donc une moindre compétence de l'opérateur. Ce que cette étude montre, néanmoins, c'est un respect grandissant pour la compétence requise par la MOCN et une reconnaissance de ce que, quoique l'opérateur n'ait pas besoin de toutes les compétences requises pour un opérateur sur machine classique, un haut degré de vigilance mentale et la capacité à réagir rapidement en cas de problème sont requis ».

Il importe de comprendre qu'avec le passage à la MOCN, la responsabilité n'augmente pas seulement en degré mais change aussi de forme. A cause de la périphérisation de l'opérateur par rapport au processus de production, il n'est plus possible d'interpréter l'exigence de responsabilité de l'opérateur simplement comme une question de quantité d'effort mise en application ; c'est une attitude, un sens des responsabilités pour l'intégrité du processus qui sont recherchés : « Le patronat a appris de la manière dure, par les épreuves de l'expérience, qu'avec la MOCN il dépendait invariablement de la force de travail autant, sinon plus, qu'auparavant... Comprenant que des équipements coûteux pourraient être endommagés, des pièces précieuses perdues par manque de compétence, d'attention et de motivation, les patrons décidèrent d'augmenter la classification et la paye des opérateurs sur MOCN... » (Noble, 1984, pp. 244-246).

— L'abstraction

La tâche de contrôle d'une MOCN ne requiert pas seulement une connaissance technique de l'usinage mais aussi la capacité de suivre le processus d'usinage abstraitement — c'est-à-dire sans participation physique — l'opérateur étant en mesure de discerner les problèmes potentiels avant qu'ils ne provoquent un accident coûteux. Cette deuxième dimension cruciale a été reconnue par Hazlehurst et alii qui notent que : « Le degré de caractère direct ou indirect des contrôles de machine implique des quantités différentes de charge mentale » (1969 p. 172).

Ce caractère abstrait des compétences requises par la MOCN naît de ce qu'on soulage l'opérateur de la participation directe dans le processus du contrôle de l'usinage. Comme les tâches de l'opérateur se déplacent de l'usinage vers la surveillance, on insiste moins sur les réflexes physiques fondés sur l'expérience et acquis pendant l'apprentissage que

sur la compréhension abstraite de l'usinage et du processus de programmation (voir aussi Zuboff, 1982). Certains opérateurs vont percevoir un tel glissement comme une perte ; d'autres vont le voir comme un défi ; mais, pour le théoricien, prendre le parti du premier contre le second semble trahir un conservatisme romantique ⁵.

— L'interdépendance

Le degré et la forme d'interdépendance constituent une troisième dimension qualitative affectée par l'automatisation. Comme l'a montré Buchanan dans son étude sur l'automatisation en Grande-Bretagne : « *Les systèmes informatiques ont aussi augmenté l'interdépendance entre les opérateurs, les programmeurs et le bureau des méthodes* » (Buchanan, 1985, p. 2).

Ici nous voyons une progression de la forme de l'interdépendance des postes de travail, progression allant de l'autonomie vers une dépendance séquentielle et finalement vers l'interdépendance « réciproque » (Thompson, 1967). Cette progression a d'importantes ramifications pour le contenu de travail aussi bien que pour l'organisation : l'interdépendance réciproque, fréquemment favorisée par l'automatisation, appelle des « savoir-faire sociaux » plus étendus. Dans la mesure où les tâches de l'usinage tendent à se répartir en plusieurs emplois, les détenteurs de ces emplois doivent travailler ensemble de manière à préserver la continuité du processus. Comme l'a montré Belitsky (1978, p. 41), « *le plus grand défi n'était pas de former les gens à leur travail mais de les former à travailler avec d'autres gens* ».

Au-delà du métier

Cet aperçu de trois dimensions qualitatives de la compétence montre à quel point le modèle artisanal du métier est inadéquat. Premièrement, la responsabilité de l'opérateur sur MOCN est peut-être moins directe que celle de l'opérateur sur machine traditionnelle mais n'est pas moins cruciale pour la productivité. Deuxièmement, l'expertise conceptuelle remplace l'expertise manuelle ; bien que l'expertise globale puisse être plus grande avec la MOCN, la satisfaction peut être réduite dans cette nouvelle combinaison. Finalement, le contrôle sur

5 Le conservatisme est souvent à la fois masqué et justifié par le fait que les patrons essaient parfois de prendre avantage de tels glissements qualitatifs pour obtenir des classifications plus basses pour ces emplois transformés. Plusieurs des cas que nous avons étudiés montrent que la résistance des syndicats peut empêcher les directions de baisser la classification des opérateurs sur MOCN lors de son introduction, et une décennie d'expérience avec les nouveaux équipements laisse souvent les directions satisfaites du maintien, pour les opérateurs MOCN, d'une classification semblable à celle des opérateurs sur machine conventionnelle.

l'ensemble du processus de l'usinage par un seul opérateur est remplacé par un effort plus largement collectif incluant opérateur et programmeur ; quoique cela puisse avoir des effets négatifs sur l'autonomie individuelle, il est possible que cela ait des effets positifs sur l'autonomie collective.

On peut vérifier ces arguments en testant empiriquement les propositions suivantes :

PROPOSITION 3A – A travers le changement dans le profil des incidents (proposition 1A), la MOCN augmente la responsabilité des travailleurs mesurée, par exemple, par le poids de la responsabilité relativement aux autres catégories dans les systèmes d'évaluation de poste.

PROPOSITION 3B – Avec la MOCN, c'est la machine bien plus que l'opérateur qui guide l'outil d'usinage ; la MOCN augmente ainsi le caractère abstrait du travail, mesuré par la durée de formation théorique par rapport à la formation sur le tas.

PROPOSITION 3C – La MOCN augmente l'interdépendance des travailleurs, mesurée par la quantité de temps passé en discussion avec les autres opérateurs et les programmeurs, par la redéfinition des structures organisationnelles, et par l'apparition de nouvelles procédures plus complexes pour définir ces rapports.

PROPOSITION 3D – Le capital humain des opérateurs sur MOCN, reflétant ces trois nouvelles formes de compétence, est supérieur au capital humain des opérateurs sur machines traditionnelles ; cette augmentation globale de la compétence se reflète dans les scores globaux de l'évaluation des postes.

HYPOTHESE 3E – De 3D, il découle que dans l'analyse d'un échantillon suffisamment large et en contrôlant les conditions du marché du travail local, la taille de l'entreprise et le taux de syndicalisation, les opérateurs MOCN auront en moyenne des salaires plus élevés que les opérateurs sur machine conventionnelle.

AUTOMATISATION ET SPÉCIALISATION

Le point de mire principal des premières études sur la qualification MOCN était l'opérateur. Mais avec la MOCN apparaissent de nouvelles catégories : les programmeurs et les ouvriers de maintenance spécialisés ; de plus, la MOCN influe sur le niveau de compétence dans les unités chargées de l'outillage. Ignorer ces changements, c'est manquer un effet important de la MOCN.

Malgré ces changements, les chercheurs ont malheureusement continué d'utiliser le concept étroit de compétence individuelle, limitant leur analyse à l'opérateur avant et après la MOCN. Une telle approche est de plus en plus problématique quand la productivité et l'efficacité sont déterminées non pas uniquement par les compétences des opérateurs et la technologie mais aussi par la coordination de tâches spécialisées.

Deux changements dans les interprétations dominantes sont requis pour s'attaquer à ce problème. Premièrement, l'attention doit être recentrée sur les besoins en compétence du « travailleur collectif » pris comme un tout, plutôt que sur le seul opérateur. Même si nous avons tort et si la recherche future devait découvrir que les opérateurs sur MOCN sont moins qualifiés que les opérateurs classiques, nous avons quand même besoin de savoir si le glissement d'un seul opérateur à la combinaison d'un opérateur et d'un programmeur représente une croissance ou une décroissance des besoins totaux de compétence de l'entreprise.

Deuxièmement, lorsque nous retournons à l'analyse spécifique du travail de l'opérateur, nous devons être plus clairs sur l'impact de la spécialisation. Comme l'affirme Babbage, pour un niveau donné de technologie, une division du travail accrue réduira les besoins en compétence. Quand, par exemple, l'opération d'usinage traditionnel est divisée entre plusieurs opérateurs et un régleur, la productivité organisationnelle croissante reflète une décroissance réelle dans la capacité productive de chaque travailleur. Dans ce cas la déqualification est manifeste, et bien avant Braverman elle fut décrite par Smith (1904) et Babbage (1835). Mais l'analyse est entièrement autre quand la spécialisation est associée à l'automatisation.

Lorsque la MOCN permet d'ôter à l'opérateur le contrôle du cheminement de l'outil pour le faire passer au programmeur, cela ne signifie pas nécessairement que le travail de l'opérateur se trouve déqualifié. Les soustractions à l'ensemble des tâches de l'opérateur doivent être comparées à l'addition de nouvelles tâches : contrôler une machine plus puissante, gérer la nouvelle interdépendance associée à une fonction de programmation spécialisée, et renouveler ses compétences pour suivre la croissance du savoir abstrait et formel qui accompagne le changement technologique.

Par contraste avec l'analyse de Babbage, dans le cas du dynamisme technologique, l'impact de la spécialisation sur les compétences individuelles de

l'opérateur n'est pas nécessairement négatif. La nouvelle technologie crée d'autres exigences en compétence qui peuvent contrebalancer les effets déqualifiants d'une spécialisation sans changement technologique. Une analyse adéquate des effets de l'automatisation sur le travail doit alors comprendre une analyse de la relation entre l'organisation du travail et la compétence de chaque travailleur, et montrer comment, à son tour, cette relation est affectée par l'automatisation.

Les propositions empiriques qui découlent de cette argumentation sont :

PROPOSITION 4A – Avec la MOCN, nous observons une croissance de la division du travail dans l'atelier (du moins pour autant qu'elle introduise une fonction de programmation spécialisée) et, en vertu de la proposition 3C, une plus grande interdépendance entre travailleurs.

PROPOSITION 4B – L'augmentation de la spécialisation qui accompagne la MOCN ne réduit néanmoins pas la compétence requise dans la plupart des postes individuels, même celle des emplois les moins qualifiés (voir la proposition 3E) ; la spécialisation qui accompagne la MOCN augmente la complexité de chaque tâche (la programmation comparée à la lecture des « bleus », une maintenance plus complexe).

HYPOTHESE 4C – Une fois contrôlés les autres déterminants du salaire (marché local, taille d'établissement, syndicalisation), le coût salarial horaire moyen de l'ensemble des postes impliqués dans l'usinage par MOCN est plus élevé que dans les ateliers traditionnels.

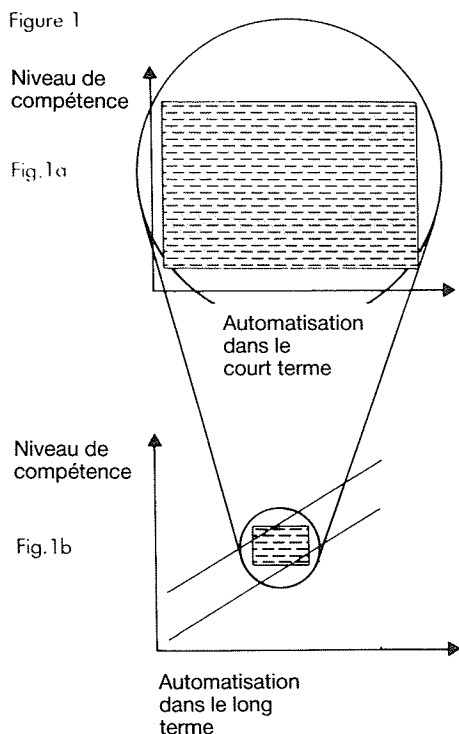
COURT TERME ET LONG TERME

Nous avons avancé dans cet essai plusieurs critiques théoriques des écoles de l'évaluation des postes, des théories de la déqualification et de la construction sociale. Avant de résumer ces résultats, nous devons adresser une critique plus fondamentale à la stratégie de recherche communément adoptée dans les études sur l'automatisation et la compétence : aucune des recherches étudiées plus haut n'a de vue à long terme sur ce sujet.

Notre analyse ne nie pas les effets des facteurs institutionnels, politiques et sociaux dans une usine particulière ou dans le court terme ; nous affirmons plutôt que de tels effets ont une importance moindre dans les tendances à long terme des compétences que les effets dus à la recherche par les entreprises d'un surcroît de productivité. Les analyses en

coupe instantanée et même les études sur des périodes historiques spécifiques, dans la mesure où elles ne reconnaissent pas le caractère transitoire des institutions et des idéologies, n'arrivent pas à cerner la puissance de l'automatisation dans la détermination des compétences.

Cette distinction est illustrée par le schéma 1. La partie 1A du schéma représente la relation automatisation-compétence à un moment donné dans une usine donnée. A chaque point dans le temps et pour chaque usine spécifique, de nombreux facteurs influent sur les niveaux de compétence : dans le court terme, l'efficacité des diverses formes d'organisation du travail n'est pas démontrée, la concurrence n'a pas sélectionné les établissements les plus efficaces, et les conditions économiques et politiques locales peuvent accorder une influence exceptionnelle soit aux travailleurs, soit au patronat. Sur une période plus longue et sur de plus grands agrégats, par contre, ces facteurs locaux et institutionnels perdent de leur importance par rapport à la sélection par la concurrence : la relation plus fondamentale entre l'automatisation et la compétence – dans notre hypothèse, une augmentation des besoins en compétence entraînée par l'automatisation – peut être distinguée à travers ce « bruit » (partie 1B).



Si ce contraste du court terme et du long terme est bien posé, un examen plus rapproché du premier révélera des différences dans la productivité associées à différentes configurations automatisation/travail, comme cela est montré dans le schéma 2.

Ce schéma nous permet d'établir une synthèse des théories que nous avons examinées :

- Les évaluations de postes dotées d'une méthodologie plus robuste et nuancée, et poursuivies sur un échantillon relativement important, offrent une base de connaissance irremplaçable sur les relations techniques qui vont dominer le long terme.
- Les analyses du procès de travail offrent une interprétation puissante de la nature et de la signification de ce « bruit » qui entoure les tendances longues : une bonne part de la variabilité que l'on voit dans le schéma 2 est due au fait que le rapport salarial est fondamentalement antagonique.
- Les analyses de la construction sociale nous conduisent à un niveau de détail encore plus fin : quelle que soit la tendance longue, et quelle que soit la nature d'ensemble des rapports de production dominants, l'analyse des situations particulières doit être sensible au pouvoir du langage à créer des réalités locales.

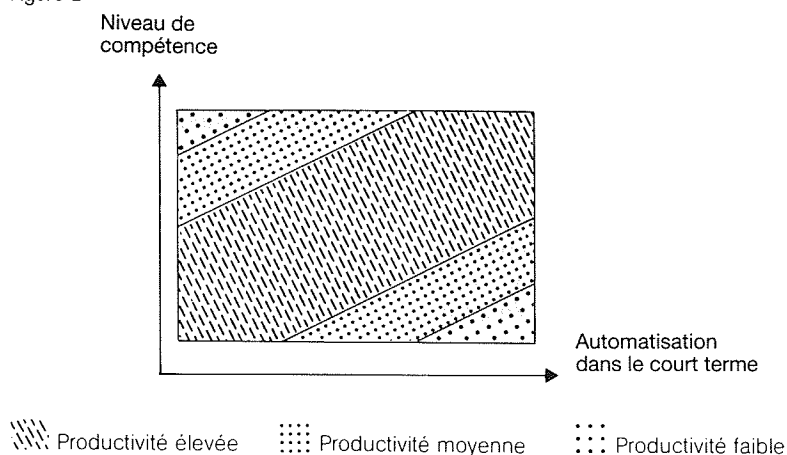
Ces analyses, en fin de compte, ne sont pas contradictoires ; elles s'adressent à différents niveaux de détermination. A chaque niveau, le rôle central est joué par des forces d'une nature particulière : au très long terme et aux larges agrégats correspond une dominance de la technologie elle-même ; au moyen terme et aux agrégats moyens correspond une dominance de l'économique et du politique ; au court terme et au plan local aucune règle générale ne s'impose, et des facteurs idéologiques peuvent même parfois jouer le rôle prépondérant.

CONCLUSIONS

A la lumière de cette critique des stratégies de recherche, nous pouvons revoir les quatre leçons esquissées dans l'introduction et avancer les réorientations suivantes :

- Bien qu'il existe de nombreuses configurations de travail compatibles avec une technologie et une forme de machinerie donnée, toutes ne sont pas également productives. Les facteurs institutionnels tels que les contrats à long terme, les habitudes non concurrentielles d'industries spécifiques ou les cadres nationaux permettent assurément à de nom-

Figure 2



breuses formes d'organisation du travail peu productives de survivre. Néanmoins, sur le long terme – et cela peut être plusieurs décennies – les grandes lignes de l'évolution des compétences vont refléter la croissance plus rapide et la plus grande robustesse des organisations plus productives. C'est une caractéristique importante d'une économie décentralisée que de connaître une grande variabilité dans le court terme et au niveau local ; ceci ne doit pas nous masquer les tendances plus profondes.

– Quoiqu'un climat de relations industrielles conflictuelles influence les intentions patronales vers une organisation du travail à compétence et autonomie moindres, ces intentions ne se matérialisent pas toujours. Non seulement la résistance ouvrière mais aussi les intérêts à long terme du patron conduiront à l'introduction d'approches plus productives et donc à des formes d'organisation du travail ayant recours à des ouvriers plus qualifiés et plus responsables. C'est une caractéristique importante de la société capitaliste que les intentions patronales dominent souvent le court terme et le niveau local ; ceci ne doit pas masquer les effets des contraintes structurelles qui surdéterminent cette intentionnalité.

– La sous-utilisation des formes de compétences traditionnelles comme la dextérité manuelle dans la conduite de la MOCN s'accompagne souvent d'une sur-utilisation d'autres compétences plus nouvelles. Etant nouvelles, ces compétences – responsabilité accrue, compréhension abstraite du processus d'usinage et capacité à coopérer avec les autres travailleurs – sont souvent difficiles à identi-

fier et à mesurer. Il est dans la nature des relations industrielles capitalistes de ne pas permettre une reconnaissance immédiate des nouvelles compétences, les forces sociales et politiques engendrant des décalages notables ; ceci ne doit pas masquer le fait que l'intérêt des patrons est de reconnaître, tôt ou tard, les investissements dans le capital humain.

– L'avertissement de Shaiken (1984) à propos des pertes de productivité dues au refus de reconnaître les compétences requises est bienvenu. Néanmoins, comme nous le suggérons ci-dessus, il est raisonnable de s'attendre à ce que, avec le temps, les pressions de la concurrence dans l'industrie métallurgique « sélectionnent » des formes d'organisation du travail plus productives, particulièrement à la lumière d'une compétition internationale grandissante. Dans les économies capitalistes réelles, et à l'opposé des modèles trop abstraits, la productivité n'est pas partout et toujours le seul déterminant significatif des choix d'organisation du travail ; ceci ne doit pourtant pas masquer la subordination structurelle des entreprises à la pression concurrentielle.

Ces quatre leçons s'appliqueraient bien au-delà du cas de la MOCN. Selon Shaiken (1984), les capitalistes sont congénitalement incapables d'accepter un haut niveau de compétence ouvrière comme un moyen de compétitivité. Il en découle que la diffusion sur grande échelle de formes d'organisation du travail plus « progressistes » soit impossible, à moins d'un changement de forme de société. Mais cette conclusion est sûrement exagérée comme en

témoignent l'histoire d'autres industries aux États-Unis ou même celle de la métallurgie dans d'autres pays où la promotion des ouvriers a été poursuivie vigoureusement, mais où la forme fondamentale de la société – le capitalisme – est, en dépit de nombreuses différences de détails au niveau institutionnel, fondamentalement la même qu'aux États-Unis.

De voir dans les tensions autour de la compétence un dilemme « fondamental » pour le capitalisme est une erreur d'analyse : la société capitaliste est compatible avec un large éventail de niveaux de compétences et de types de procès de travail.

Ceci ne signifie pas néanmoins qu'une main-d'œuvre dotée des nouvelles compétences ne constitue pas un défi considérable pour les politiques traditionnelles du patronat. Trois types de défis découlent des changements induits par l'automatisation traités plus haut. Ils dérivent de l'évolution du travail automatisé sur les trois dimensions de la compétence.

Premièrement, avec une responsabilité accrue, la gestion des ressources humaines doit trouver les moyens de renouveler l'engagement personnel des travailleurs.

Deuxièmement, l'abstraction grandissante du travail automatisé, d'un côté exige l'augmentation du niveau de connaissances générales et scientifiques d'une proportion importante de travailleurs jusqu'ici peu qualifiés ; de l'autre côté, le travail automatisé ne tend pas seulement à être abstrait dans le sens de « général », mais aussi abstrait dans le sens du « manque d'un objet tangible d'effort » : les ouvriers des systèmes automatisés sont souvent censés travailler dans et autour du système plutôt que sur le système comme le font les professionnels et les cadres. D'où un risque d'ennui, plainte fréquente des opérateurs MOCN (Shaiken, 1984). Les patrons se trouvent alors en face du problème suivant : la responsabilité pour les résultats croît au même temps que l'ennui du travail fait baisser la motivation.

Un troisième défi majeur est créé par les interdépendances entraînées par l'automatisation. Les facteurs traditionnels de promotion – en particulier l'effort individuel – deviennent moins importants que les facteurs plus subjectifs comme les compétences sociales. Le risque de contestation croît.

Ces défis à la gestion des ressources humaines alimentent un défi d'une nature plus globale et complexe : comment créer et diriger une main-d'œuvre de plus en plus consciente de son rôle dans le système de production ? L'entreprise est à la fois obli-

gée de chercher une participation plus importante des travailleurs pour assurer la croissance de la productivité et de trouver un nouveau système de relations industrielles permettant de gérer les divergences comme les convergences d'intérêts.

Paul S. Adler et Bryan Borys
Université de Stanford

Bibliographie

- Abernathy W., Clark K. and Kantraw A., 1983, *Industrial Renaissance*, New York, Basic Books.
- Adler P. S.
1982, *Beyond Deskilling: The Forgotten Dimensions of Work*, Unpublished, Graduate School of Business Administration, Harvard University.
1986, *New Technologies, New Skills*, *California management review*, XXIX, I, Fall, pp. 9-28.
- American Machinist
1980, Training Programmers, *American Machinist*, pp. 130-134.
1981, Getting more out of NC, *Special Report 738*, pp. 185-192.
1983a, Computers Prevail in NC Tape Preparation, *American Machinist*, pp. 113-115.
1983b, The Thirteenth American Machinist Inventory of Metalworking Equipment 1983, *American Machinist*.
1984, The Economics of CNC for Automatic Turning, *American Machinist*, p. 81.
- Babbage C., 1835, *On the Economics of Machinery and Manufactures*, London, C. Knight and Co.
- Becker G. S., 1976, *The Economic Approach to Human Behavior*, Chicago, Univ. of Chicago Press.
- Belitsky A.H., 1978, *New Technologies and Training in Metalworking*, Wash., D.C. : National Center for Productivity and Quality of Working Life.
- Bell R.M., 1972, *Changing Technology and Manpower Requirements*, Watford : Engineering Industry Training Board.
- Blauner R., 1964, *Alienation and Freedom: The Factory Worker and His Industry*, Chicago : Univ. of Chicago Press.
- Braverman H., 1974, *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century*, New York : Monthly Review Press.
- Bright J.R., 1958, *Automation and Management*, Boston : Harvard University.
- Brighton Labor Process Group, 1977, *The Capitalist Labor Process*, *Capital and Class 1*, pp. 3-42.
- Buchanan D.A., 1984, *Canned Cycles and Dancing Tools: Who's Really in Control of Computer Aided Machining?*, Unpublished, University of Glasgow.
- Burawoy M., 1979, *Manufacturing Consent: Changes in the Labor Process under Monopoly Capitalism*, Chicago : Univ. of Chicago Press.

- Bureau of Labor Statistics
1982, *Industry Wage Survey: Machinery Manufacturing*, January 1981, U.S. Department of Labor: Bull. 2124.
1984, *Occupational Outlook Handbook*, U.S. Department of Labor, Bull. 2205.
- Childs J.J., 1969, *Principles of Numerical Control*, New York: Industrial Press.
- Clawson D., 1980, *Bureaucracy and the Labor Process*, New York: Monthly Review Press.
- Crosby P.B., 1979, *Quality is free*, New York: New American Library.
- Crossman E.R.W.F. et alii
1960, *Automation and Skill*, Research Paper 9, Dept. of Scientific and Industrial Research: Problems of Progress in Industry Series, H.M.S.O., London.
1966, *Evaluation of Changes in Skill-Profile and Job Content Due to Technological Change*, Working Paper, Univ. of California, Dept. of Industrial Engineering and Operations Research.
- Daly A., Hitchens D.M.W.N. and Wagner K., 1985, *Productivity, Machinery, and Skills in a Sample of British and German Manufacturing Plants*, *National Institute Economic Review* 111.
- Davis L.E.
1962, *The Effects of Automation on Job Design*, *Industrial Relations* 2 (1), pp. 53-71.
1979, *The Coming Crisis for Production Management: Technology and Organization*, in Davis L.E. and Taylor J.C. (eds), *Design of Jobs*, Santa Monica, California: Good-year.
- Doeringer P.B., Piore M.J., 1971, *Internal Labor Markets and Manpower Analysis*, Lexington, Mass.: Heath.
- Edwards R., 1979, *Contested Terrain*, New York: Basic Books.
- Elbaum B., 1984, *The Making and Shaping of Job and Pay Structures in the Iron and Steel Industry*, in Paul Osterman (ed), *Internal Labor Markets*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Elbaum B. and Wilkinson F., 1979, *Industrial Relations and Uneven Development: A comparative Study of the American and British Steel Industries*, *Cambridge Journal of Economics* 3, pp. 275-303.
- Elger T., 1982, *Braverman, Capital Accumulation, and Deskilling*, in Stephen Wood (ed), *The Degradation of Work?*, London: Hutchinson.
- Forslin J., Sarapata A., and Whitehill A.M., Ed., 1981, *Automation and Industrial Workers*, Computer Applications in Production Engineering.
- Freeman R.B. and Medoff J.L.
1984, *What Do Unions Do?*, New York: Basic Books.
- Friedman A.L., 1977, *Industry and Labour: Class Struggle at Work and Monopoly Capitalism*, London: Macmillan.
- Friedmann G., 1961, *The Anatomy of Work*, New York: Free Press.
- Goldhar J.D. and Jelinek M., 1985, *Computer Integrated Flexible Manufacturing: Organizational, Economic, and Strategic Implications*, *Interfaces* 15/3, pp. 94-105.
- Gordon D.M., 1976, *Capitalist and Socialist Efficiency*, *Monthly Review* 28, pp. 19-39.
- Graham M.B.W. and Rosenthal S.R., 1985, *Flexible Manufacturing Systems Require Flexible People*, Boston: Manufacturing Roundtable Research Report.
- Hackman J.R. and Oldham G.R., 1980, *Work Redesign*, Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Hartmann G., Nicholas I., Sorge A. and Warner M., 1983, *Computerised Machine-Tools, Manpower Consequences and Skill Utilisation: A Study of British and West German Manufacturing Firms*, *British Journal of Industrial Relations* 21 (2), pp. 221-231.
- Hawkesworth R.I., 1978, *The Movement of Skill Differentials in the U.K. Engineering Industry*, *British Journal of Industrial Relations* 16 (3), pp. 277-286.
- Hazlehurst R.J., Bradbury R.J. and Corlett E.N., 1969, *A Comparison of the Skills of Machinists on Numerically-Controlled and Conventional Machines*, *Occupational Psychology* 43 (3), pp. 169-182.
- Hirschhorn L., 1984, *Beyond Mechanization*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Jones B., 1982, *Destruction or Redistribution of Engineering Skills? The Case of Numerical Control*, in Stephen Wood, *The Degradation of Work?* London: Hutchinson.
- Jones B. and Wood S., 1984, *Qualifications tacites, division du travail et nouvelles technologies*, *Sociologie du travail*, 4-1984, pp. 407-421.
- Kelley M.R.
1984a, *Tasks and Tools: An Inquiry into the Relationship between Tasks, Skills, and Technology with Application to the Machining Labor Process*, PhD. Thesis, Massachusetts Institute of Technology.
1984b, *Computer-Controlled Machines and the Disruption of Workplace Productivity: Establishing a New Labor-Management Relationship*, Working Paper, J.F. Kennedy School, Harvard University.
- Kelly J.E., 1982, *Scientific Management, Job Redesign and Work Performance*, New York: Academic Press.
- Lawler E.E.
1973, *Motivation in Work Organizations*, Monterey, Calif.: Brooks/Cole.
1982, *Pay and Motivation*, New York: Addison-Wesley.
- Lee D.J., 1981, *Skill, Craft and Class: A Theoretical Critique and a Critical Case*, *Sociology* 15 (1) pp. 56-78.
- Lund R.T., Barnett C.J. and Kutta R.M., 1978, *Numerically Controlled Machine Tools and Group Technology: A Study of U.S. Experience*, Center for Policy Alternatives, MIT.
- MacKenzie D. and Wajcman J., Eds, 1985, *The Social Shaping of Technology*, Stratford, England: Open University Press.
- Marx K., 1967, *Capital: A Critique of Political Economy*, Vol. I, New York: International Publishers.
- McLoughlin D., 1979, *The Impact of Labor Unions on the Rate and Direction of Technological Innovation*, Technical Report, Institute of Labor and Industrial Relations, University of Michigan.

- Montgomery D., 1976, Workers' Control of Machine Production in the Nineteenth Century, *Labor History* 17, pp. 486-509.
- More C., 1982, Skill and the Survival of Apprenticeship, In Stephen Wood, *The Degradation of Work?* London: Hutchinson.
- National Machine Tool Builders' Association, 1982, *Economic Handbook of the Machine Tool Industry*, McLean, Virginia: NMTBA.
- Naville P., 1966, Methods of Job Evaluation on Automated Tooling, In Organisation for Economic Co-Operation and Development, *Manpower Aspects of Automation and Technical Change*. Paris: OECD, Manpower and Social Affairs Directorate, Social Affairs Division.
- NC Society, 1981, Getting More out of NC, *American Machinist* Special Report 738, pp. 185-192.
- New York State Department of Labor, 1969, *Manpower Impacts of Industrial Technology*, New York State Department of Labor.
- Noble D.F.
1977, *American by Design: Science, Technology and the Rise of Corporate Capitalism*, New York: Alfred A. Knopf.
1979, Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools, In Andrew Zimbalist, *Case Studies on the Labor Process*, op. cit.
1983, Present Tense Technology, *Democracy*, pp. 8-24.
1984, *Forces of Production: A Social History of Industrial Automation*, New York: Alfred A. Knopf.
- Nulty L.E., 1982, Case Studies of IAM Local Experiences with the Introduction of New Technologies, In Kennedy D., Craypo C., and Lehman M. (eds), *Labor and Technology: Union Responses to Changing Environments*, Pennsylvania State University.
- Office of Technology Assessment, 1984, *Computerized Manufacturing Automation: Employment, Education, and the Workplace*, Technical Report OTA-CIT-235, U.S. Congress, Off. of Technology Assessment.
- Palmer B., 1975, Class Conception and Conflict: The Thrust for Efficiency, Managerial Views of Labour and the Rebellion 1903-22, *Review of Radical Political Economics* 7 (2).
- Penrose E.T., 1980, *The Theory of the Growth of the Firm*, White Plains, New York: Sharpe.
- Perrow C.
1970, *Organizational Analysis: A Sociological View*, Belmont, California: Brooks/Cole.
1984, *Normal Accidents*, New York: Basic Books.
- Piore M.J., 1968, The Impact of the Labor Market upon the Design and Selection of Productive Techniques within the Manufacturing Plant, *Quarterly Journal of Economics* 82, pp. 602-620.
- Piore M.J. and Sabel Ch.F., 1984, *The Second Industrial Divide*, New York: Basic Books.
- Putnam G.P., 1978, Why More NC Isn't Being Used!, In, *Machine and Tool Blue Book*.
- Roberts R.S., Jr, 1964, *Management Decisions to Automate*, Working Paper ISU-4530, Stanford Research Institute.
- Rosenthal N.H., 1982, Shortages of Machinists: An Evaluation of the Information, *Monthly Labor Review*, pp. 31-36.
- Salaman G.
1979, *Work Organizations*, London: Longman.
1981, *Class and the Corporation*, Glasgow, Fontana Paperbacks.
- Schoepflein R.N., 1977, Secular Changes in the Skill Differential in Manufacturing, 1952-1973, *Industrial and Labor Relations Review* 30 (3), pp. 314-324.
- Shaiken H., 1984, *Work Transformed*, New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- Skinner W., 1978, *Manufacturing in the Corporate Strategy*, New York: John Wiley and Sons.
- Slichter S.H., Healy J.J., and Livernash E.R., 1960, *The Impact of Collective Bargaining on Management*, Washington, D.C.: Brookings Institute.
- Smith A., 1904, *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, London: London: Oxford University Press.
- Smith D.N. and Evans L., 1977, *Management Standards for Computer and Numerical Controls*, Ann Arbor, Mich.: Inst. of Science and Technology.
- Soeda M., 1980, Comparison of Programming Costs for N/C Machining, *International Journal of Production Research* 18 (2), pp. 179-187.
- Sorge A., Hartmann G., Warner M., and Nicholas I., 1983, *Microelectronics and Manpower*, Berlin: Gower.
- Spenner K.I., 1983, Deciphering Prometheus: Temporal Change in the Skill Level of Work, *American Sociological Review* 48, pp. 824-837.
- Steffy W., Smith D.N., and Souter D., 1973, *Economic Guidelines for Justifying Capital Purchases with Numerical Control Emphasis*, Univ. of Michigan, Institute of Science and Technology.
- Stieber J., 1959, *The Steel Industry Wage Structure*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Stone K., 1975, The Origins of Job Structures in the Steel Industry, In Richard C. Edwards, et alii, *Labor Market Segmentation*, Lexington, Mass.: D.C. Heath.
- Swords-Isherwood N. and Senker P., eds, 1980, *Microelectronics and the Engineering Industry, the Need for Skills*, London: Frances Pinter.
- Taylor R.G., 1978, The Metal Working Machine Tool Operator, in W.T. Singleton, *The Analysis of Practical Skills*, Lancaster, England: MTP Press.
- Thompson H. and Paris M., 1982, The Changing Face of Manufacturing Technology, *Journal of Business Strategy* 3 (1), pp. 45-52.
- Thompson J.D., 1967, *Organizations in Action*, New York: McGraw-Hill.
- Treiman D.J., 1979, *Job Evaluation - An Analytic Review*, National Research Council.
- Treiman D.J. and Hartmann H.I., Eds, 1981, *Work, Women, and Wages*, Wash., D.C.: National Academy Press.
- Trist E.L., Higgin G., Murray H., and Pollock A.B., 1963, *Organizational Choice*, London: Tavistock.

Turner H.A., 1962, *Trade Union Growth, Structure and Policy*, London : Allen and Unwin.

U.S. GPO, 1978, *Use of Numerically Controlled Machine Tools Can Improve Productivity in Defense Plants*, Technical Report, Department of Defense.

Ure A., 1835, *The Philosophy of Manufactures*, London.

Wallace M. and Kalleberg A.L., 1982, Industrial Transformation and the Decline of Craft : The Decomposition of Skill in the Printing Industry, 1931-1978, *American Sociological Review* 47, pp. 307-324.

Wallace T.A.H. and Whitehall F.B., 1984, Some Industrial Relations Aspects of New Technology in the Machine Shop Environment, In T. Lupton (ed), *Proceedings of the First International Conference on Human Factors in Manufacturing*. IFS (Publications) Ltd and North-Holland.

Weick K., 1969, *The Social Psychology of Organizing*, New York : Addison-Wesley.

Wilkinson B., 1983, *The Shopfloor Politics of New Technology*, London : Heinemann Educational Books.

Williams L.K. and Williams C.B., 1964, The Impact of Numerically Controlled Equipment on Factory Organization, *California Management Review*, pp. 25-34.

Wood S., Ed, 1982, *The Degradation of Work ? Skill, Deskilling and the Labour Process*, London : Hutchinson and Co.

Woodward J.

1965, *Industrial Organization : Theory and Practice*, London : Oxford University Press.

1970, *Industrial Organization : Behavior and Control*, London : Oxford University Press.

Zager R., 1978, The Problem of Job Obsolescence : Working it out at River Works, *Monthly Labor Review*, pp. 29-32.

Zimbalist A., Ed, 1979, *Case Studies on the Labor Process*, New York : Monthly Review Press.

Zuboff S., 1982, New Worlds of Computer Mediated Work, *Harvard Business Review*.