

PROCESSUS ET FORMES SOCIALES D'AUTOMATISATION LE PARADIGME SOCIOLOGIQUE

Michel Freyssenet
CNRS-IRESO-CO-CO

Le débat sur la place et le statut des techniques productives dans le processus de division du travail a connu trois phases ¹. Une quatrième commence. Dans les années cinquante et soixante, est avancée l'idée, en opposition aux thèses friedmaniennes, d'une technique à la fois déterminante sur l'évolution du travail et autonome dans son développement. Lui succède au cours des années soixante-dix, l'affirmation selon laquelle les machines sont conçues pour imposer une forme et une norme au travail humain, thèse étayée alors par des exemples plus suggestifs que démonstratifs. Début des années quatre-vingts, les deux orientations précédentes sont confondues, à tort, dans la même critique du "paradigme technologique". La variété des organisations du travail constatée dans des entreprises de pays différents, utilisant pourtant des machines similaires, amène à conclure à une autonomie de la division du travail par rapport à la technique et à la possibilité de l'orienter dans un sens ou dans un autre en agissant sur les facteurs qui la conditionneraient, à savoir les rapports hiérarchiques et les structures éducatives nationales. La mise en évidence d'une variété d'organisation du travail à technique identique, non seulement dans le même pays, mais dans la même entreprise, voire dans la même usine, a obligé depuis à compléter ou à atténuer les explications exclusivement sociétales. L'autonomie du contenu et de l'organisation du travail par rapport aux techniques productives en a été d'autant plus confirmée aux yeux de beaucoup.

¹ Cet article est la version modifiée et complétée d'une communication présentée sous le titre "Processus et formes sociales d'automatisation" au Colloque international "Maîtrise sociale de la technologie" 9-12 Septembre 1991 à Lyon, organisé par la Maison Rhône-Alpes des Sciences de l'Homme et le Groupement de Recherche en Economie industrielle du CNRS. Il a bénéficié des questions et des remarques du Comité de Rédaction de Sociologie du Travail et des participants aux séminaires "Émergence de nouveaux modèles productifs" du "GERPISA réseau international", "Automathomme" organisé par l'ANACT et le Ministère de la Recherche, "Les rationalisations du travail- Cinquièmes Journées de sociologie du travail" et "Approches multidisciplinaires des technologies" de l'unité de recherche associée CNRS/Paris X "Travail et Mobilités".

Dans le même temps cependant, les interrogations et les doutes croissants des directions d'entreprises sur les modalités de conception et sur le bien fondé des choix d'automatisation faits par leurs services techniques ont permis que s'engagent, dans la deuxième moitié des années quatre-vingts, des recherches de sciences sociales sur les raisons pour lesquelles les installations automatisées n'atteignaient pas les performances escomptées, et sur l'origine des conflits qu'elles suscitaient entre les services techniques et les responsables de la fabrication². Il est devenu dès lors possible d'étudier les processus de conception, et ainsi d'appréhender les techniques productives³. pour ce qu'elles sont, c'est-à-dire comme des "produits" sociaux, ainsi que le fait l'anthropologie depuis longtemps pour les outils des sociétés pré-industrielles. Les résultats obtenus permettent de rouvrir le débat.

Un outil a toujours été la matérialisation de l'intelligence des producteurs, en vue d'atteindre, plus efficacement de leur point de vue, le but qui est le leur. Mais le but poursuivi, les conditions sociales dans lesquelles il doit être atteint et les modalités sociales de constitution et de matérialisation de l'intelligence nécessaire, c'est-à-dire le type de division du travail qui est à l'oeuvre, n'ont pas été les mêmes historiquement et ne sont pas les mêmes socialement. Buts, conditions et modalités ont varié et varient, c'est l'hypothèse que nous retenons, en fonction du type de rapport social qui lie ceux qui concourent aux activités considérées, et en fonction de l'histoire de ce rapport dans chacune des sociétés qui ont permis son développement. C'est pourquoi la forme matérielle des moyens de travail, non seulement en porte la marque, mais également signifie symboliquement et délimite pratiquement, (si elle n'est pas modifiée ou détournée à des fins d'une autre nature) l'usage qui peut être fait de ces moyens dans le rapport social au sein duquel et pour lequel il a été conçu. En ce qui nous concerne ici, il s'agit du rapport salarié⁴.

² À partir de 1978, de nombreuses entreprises, notamment en France, ont adopté d'importants programmes d'investissement en automatisation de la production afin, espéraient-elles, d'élever rapidement la productivité du travail, la qualité des produits et la flexibilité de la production. Les résultats attendus n'ont pas été obtenus. Et cela n'a pas peu contribué à la dégradation de la situation concurrentielle et financière de ces entreprises. Voir à ce sujet: Michel Berry (dir.), "Pour une automatisation raisonnable de l'industrie", *Annales des Mines*, n° spécial, Janvier 1988, 125 pages; et Michel Freyssenet, Jean Claude Thénard "Choix d'automatisation, efficacité productive et contenu du travail" *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, n° 22, 15 décembre 1988, 68 pages.

³ Nous désignons par là les machines et les installations concrètement mises en oeuvre dans l'activité productive. Nous ne parlons pas des techniques en général (la mécanique, l'hydraulique, l'informatique...) et encore moins du développement scientifique et technique. Ils relèvent bien sûr aussi d'une analyse sociologique et ne sont pas sans rapport avec les exigences productives. Mais leur analyse est évidemment encore plus complexe. Elle ne peut, en effet, se réduire ni à montrer leur lien avec le rapport social dominant, en l'occurrence le rapport salarié, même si ce lien n'en est pas moins vraisemblablement important dans leur émergence et surtout dans leur diffusion, ni à reconstituer l'histoire sociale des acteurs et des institutions qui en sont les inventeurs, les développeurs et les applicateurs, bien qu'il s'agisse là d'une étape de recherche indispensable. Dans la problématique suggérée ici, l'analyse doit établir les liens entre les processus d'invention et de diversification des disciplines techniques ou scientifiques et les rapports sociaux que ces processus articulent et traversent au cours de leur histoire.

⁴ Par rapport social, nous entendons, non pas les relations ou les rapports sociaux tels qu'ils se donnent à l'observation courante, mais les quelques rapports sociaux qui structurent nos sociétés, comme par exemple le rapport salarié (qui se décline en plusieurs types). Cf. Michel Freyssenet, Suzanna Magri (dir.), *Les rapports sociaux et leurs enjeux* Séminaire du Centre de Sociologie Urbaine 1986-1988, Paris, CSU, 1989, vol 1, 208 p.; 1991, vol 2, 210 p.

L'anthropologie a l'avantage de comparer les outils de plusieurs sociétés nettement distinctes et de pouvoir ainsi identifier plus aisément ce que leurs formes matérielles et leurs usages doivent aux rapports sociaux qui caractérisent chacune d'elles. Les moyens de production de nos sociétés ont une homogénéité de conception, qui n'est pas qu'apparente et qui rend plus difficile de montrer qu'ils pourraient être conçus autrement, sous certaines conditions sociales.

Nous nous sommes tout d'abord attachés, en reconstituant ou en suivant la conception et l'exploitation de plusieurs installations automatisées (lignes d'usinage, ligne robotisée de soudure, postes d'aiguillages et de régulation, lignes de montage mécanique, ligne d'embouteillage, outils-tests et systèmes experts de conduite et de maintenance)⁵, à identifier et à interroger les objectifs, les principes, les présupposés, les représentations sociales qui ont orienté les choix techniques caractérisant ces installations et à rechercher quelles pourraient en être les origines organisationnelles et sociales, et par conséquent la pérennité ou l'évolution.

Cela n'est cependant pas suffisant pour démontrer que d'autres formes techniques sont possibles. Encore faut-il vérifier qu'en poursuivant d'autres objectifs économiques et sociaux et qu'en changeant de présupposés, on définit effectivement d'autres processus et d'autres formes sociales d'automatisation. La réalité sociale offre certainement des exemples permettant d'en faire la vérification. Une méthode aurait pu consister à les rechercher et à les analyser. La "relation de recherche"⁶ nouée avec les entreprises dans lesquelles ont été réalisées les enquêtes citées nous a amené à procéder différemment. Les présupposés et les principes de l'automatisation actuelle une fois mis en évidence, il a été possible de montrer qu'ils rentraient en contradiction avec les objectifs qui étaient à l'origine des organisations nouvelles du travail mises en place dans ses entreprises, et qu'ils transformaient paradoxalement (en apparence seulement comme on va le voir) ces organisations en une étape et un moyen vers une division accrue du travail. Au vu de ces résultats, trois entreprises ont accepté que l'on explore ce qu'un changement de principes peut entraîner de modifications dans les spécifications techniques des machines, matériels et installations automatisés et par conséquent dans l'usage qui peut en être fait.

1. LES PRÉSUPPOSÉS ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX DE L'AUTOMATISATION ACTUELLE ET LEURS ORIGINES POSSIBLES

Ont été retenus ici les présupposés qui, dans les cas étudiés, ont eu les conséquences les plus importantes sur les choix techniques. Leur identification s'est faite par un travail d'explicitation des raisons des choix d'automatisation qui avaient été faits successivement tout au long du projet, et par une analyse des contre-performances et des dysfonctionnement des installations réalisées, avec les acteurs concernés: ingénieurs des services techniques, constructeurs de machines, encadrement, contrôleurs de gestion, service qualité, gestion de production et des approvisionnement, techniciens et ouvriers de conduite et de maintenance.

⁵ On trouvera en fin d'article les publications correspondantes. Les cas étudiés concernent aussi bien des industries dites de "process continu", que des industries dites "séquentielles" ou "manufacturières". Il n'y a pas entre elles de différence de formes sociales d'automatisation.

⁶ Sur cette notion, voir un premier exposé dans "Rapport d'activité scientifique 1986-1990 du GIP Mutations Industrielles", *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*. Paris. n° 50, 30 juin 1990. pp 21-22.

1.1. Le fonctionnement réel d'une installation devrait et pourrait correspondre à son fonctionnement théorique

Les concepteurs des installations automatisées considèrent que les responsables qui en assurent l'exploitation doivent et peuvent faire respecter les conditions et les règles qui en garantissent le bon fonctionnement. Or, l'ignorance réciproque est encore telle aujourd'hui que les premiers méconnaissent souvent les conditions réelles de fabrication, et en postulent d'autres que les seconds sont dans l'incapacité de réunir et de tenir. La conséquence en est une impossibilité d'atteindre les rendements théoriques annoncés. La coupure peut aller jusqu'au refus explicite de connaître les conditions et la façon de travailler en atelier, partant du principe que ce qui s'y fait relève de l'empirisme et de tolérances condamnables et donc ne doit surtout pas être pris en compte. À cet argument s'en ajoute un autre selon lequel l'automatisation ne peut en aucun cas consister à imiter l'existant et particulièrement les façons de faire, mais doit au contraire leur substituer un cadre et des mouvements différents cohérents avec le principe de la machine. Ce qui est oublié dans cette argumentation est que l'analyse préalable du travail et des conditions dans lesquelles il s'effectue ne vise pas tant à connaître les façons de faire des salariés pour les reproduire, mais à identifier les problèmes concrets que ces derniers résolvent à leur manière, et auxquels la machine automatique aura, elle aussi, à faire face sous peine d'être inopérante.

Le travail long, difficile et coûteux de modification en phase de mise au point et de montée en cadence compense en partie le déficit d'échanges entre les Méthodes et l'atelier, lors de l'élaboration des cahiers des charges, de la réalisation des études et de l'adoption du projet. Mais tout n'est pas rattrapable. En phase d'exploitation, les ouvriers de conduite et de maintenance sont contraints de pallier l'inadaptation et aux déficiences de l'installation en réalisant des opérations, qui sont souvent parcellaires et sous contrainte de temps, et des interventions sur pannes ou incidents répétitifs.

La coupure entre la conception et la fabrication est couramment présentée comme un des traits caractéristiques du taylorisme. En fait, il n'en est rien. Taylor a préconisé la distinction des fonctions et non leur cloisonnement. Au contraire, l'analyse minutieuse du travail et des conditions dans lequel il s'effectue est au fondement de sa méthode et de sa philosophie de la production. De plus, pendant longtemps, les ingénieurs de conception des moyens de production ont été issus de l'encadrement de fabrication, et ont eu une bonne connaissance du terrain. En revanche, l'évolution de leur recrutement et de leurs parcours au sein des entreprises ces vingt dernières années, et la survalorisation des apports scientifiques par rapport à la pratique ont conduit à la généralisation de cette façon de concevoir qui consiste à partir d'une feuille blanche et à définir un "nominal", que les fabricants n'auraient qu'à respecter. Les contre-performances de ce mode de conception et l'exemple japonais amènent aujourd'hui certaines entreprises à revoir, et le recrutement et le parcours de leurs ingénieurs, et les liens entre les "fabricants" et les services d'études.

1.2. La rentabilité de l'investissement serait d'autant plus élevée que la réduction de la main-d'oeuvre est importante et rapide

La diminution du nombre des ouvriers de fabrication et de maintenance est considérée comme le moyen privilégié pour relever immédiatement les performances économiques. Même si l'on voit apparaître, depuis le milieu des années quatre-vingts, dans les dossiers d'investissements d'autres critères pour justifier une automatisation, la réduction des "coûts" de main-d'oeuvre reste la variable déterminante dans les formules de calcul de rentabilité. Il en résulte la préoccupation des concepteurs à "engager" pleinement le personnel pour en limiter l'effectif.

Parmi toutes les activités à assumer, la surveillance humaine est alors très souvent perçue comme une activité, largement improductive, avantageusement et facilement remplaçable par des alarmes et des arrêts automatiques sur défaut ou sur incident. L'opérateur, dégagé ainsi de l'astreinte de l'observation directe ou indirecte du fonctionnement de l'installation, peut être affecté soit à des tâches annexes de contrôle qualité, de relevés d'information, de préparation d'outils ou d'entretien-nettoyage (et cela d'autant plus aisément que ces tâches sont elles-mêmes entre temps simplifiées et écourtées par d'autres automatismes), soit à la "conduite" de plusieurs lignes automatisées dans une cabine de commande centralisée.

Or, la suppression de la surveillance et de l'anticipation humaines implique, pour ne pas être contreproductive, plusieurs conditions. Il faut tout d'abord que le plus grand nombre possible de défauts, d'incidents et de pannes puissent être prévus lors des études et puissent être repérables automatiquement, et cela à un coût raisonnable. Il faut ensuite que les alarmes et les arrêts ne soient pas trop fréquents et ne soient pas simultanés. Il faut enfin que l'identification des causes premières des défauts et des incidents, nécessaire pour les éliminer définitivement et rapidement, soit possible hors fonctionnement. Ces trois conditions, l'expérience le montre, sont rarement remplies. Les performances, à moyen terme, d'une installation automatisée dépendent, en fait, plus de la capacité à éliminer les causes premières des arrêts et des défauts que de dépanner ou de corriger rapidement. Or, cette capacité nécessite notamment la disponibilité des agents de conduite et de maintenance, en temps et en nombre, pour observer et analyser le fonctionnement réel des machines dont ils ont la charge ⁷.

Le calcul de la productivité du travail et de la rentabilité des investissements, en prenant en compte la main-d'oeuvre de fabrication, affectée d'un coefficient fixe de main-d'oeuvre indirecte, a perdu de sa pertinence, les coûts indirects dépassant, et de loin, les coûts directs dans un nombre croissant d'industries. Il est donc contesté aujourd'hui, et l'on assiste à des tentatives non encore abouties pour lui substituer d'autres modes de calcul. Il ne semble pas pour autant condamné dans son principe. Certaines des réorganisations en cours du travail, compatibles, comme nous le verrons, avec la forme d'automatisation décrite ici, conduisent à affecter une part croissante de la main-d'oeuvre indirecte aux différentes lignes de production, quant elles ne font pas naître une catégorie nouvelle unique, "les exploitants", assurant les fonctions antérieurement réparties entre direct et indirect. Dès lors, les nouveaux coûts directs ou les coûts affectables reprennent sens, ainsi que les raisonnements visant à les réduire grâce à l'automatisation telle qu'elle est conçue.

⁷ Ce processus d'automatisation est une des sources du chômage actuel. Il accentue au-delà du nécessaire les réductions d'emploi à volume constant, sans pour autant engendrer une élévation suffisante et durable des performances.

1.3. Le dépannage rapide serait à la base de la disponibilité des lignes automatisées

La production automatisée serait dépendante en volume, en qualité et en délais, de la rapidité d'intervention des agents de conduite et de maintenance en cas d'arrêt sur défauts, incidents ou pannes. Il en découle la préoccupation d'agir sur tous les temps dont se compose une intervention.

Le temps de localisation de l'incident est ainsi écourté par l'affichage automatique et instantané sur écran du lieu où il s'est produit. Le temps de diagnostic, qui est le plus long, le plus aléatoire et le plus variable d'un agent à un autre, est diminué et homogénéisé par le recours, suivant les cas, à des "outils-tests" ou à des systèmes experts, indiquant le sous-ensemble à l'origine de l'incident. Le temps de démontage, de réparation et de remontage est fortement réduit par l'amélioration de l'accessibilité des pièces et des organes, mais surtout par l'échange standard qui permet de réparer hors site, en "temps masqué", l'élément défaillant ou bien, lorsque l'échange standard n'est pas possible, par la limitation de la réparation à ce qui est juste nécessaire pour reprendre la production. Le traitement des pannes, qui exige l'immobilisation des moyens, est reporté la nuit ou en fin de semaine, c'est-à-dire hors période de production. De même les opérations de fiabilisation ne sont engagées qu'après analyse des enregistrements automatiques des temps d'arrêts et de leur nature, ainsi que des documents remplis par les conducteurs et les agents de maintenance sur les causes apparentes ou immédiates des incidents. Il est ainsi possible à un service spécialisé de déterminer les arrêts les plus pénalisants par leur durée et leur fréquence, et donc les actions prioritaires à mener.

Les moyens automatiques de repérage, de diagnostic et d'enregistrement des incidents, ainsi que la modularisation des machines et la standardisation des pièces, conçus pour le dépannage rapide, ont permis de distinguer et de séparer nettement quatre niveaux de maintenance, en fonction de la durée et de la complexité des interventions, et de confier chaque niveau à une catégorie particulière d'agent.

Les interventions brèves (deux à trois minutes maximum) et simples, de déblocage de produit, de nettoyage de cellules, et de recyclage, suite à des arrêts automatiques localisés automatiquement, constituent le premier niveau. Elles sont attribuées aux conducteurs de lignes, dont la proximité et la présence permanente assurent qu'elles soient les plus courtes possible.

Les interventions du deuxième niveau doivent être les plus rapides possible. Elles consistent en un diagnostic de la cause immédiate de la panne par identification automatique (à l'aide d'outil-test ou de système expert) de la pièce, de l'organe, des circuits électriques, ou des boîtiers électroniques hors service. Il s'en suit un échange standard ou une réparation limitée. Les ouvriers d'entretien, électriciens, électromécaniciens, ajusteurs, sont affectés dorénavant à ce type de dépannage, qui exclut ce qui faisait leur métier, à savoir la recherche des causes des pannes et la réparation approfondie.

La réparation s'effectue au troisième niveau, hors site en atelier central ou sur site hors période de production. En atelier central, les boîtiers et les cartes électroniques sont testés automatiquement pour déterminer les composants hors service. Les pièces et organes mécaniques y sont expertisés pour choisir entre réparation ou remplacement par des éléments neufs, selon le coût de l'une et de l'autre opération.

La recherche et le traitement des causes premières des pannes, quatrième niveau de maintenance, sont des activités de plus en plus différées. Elles sont déclenchées lorsqu'un élément est trop fréquemment échangé ou réparé et lorsque les enregistrements

automatiques des arrêts révèlent des pannes répétitives et pénalisantes. Elles sont réalisées par un service technique en liaison ou non avec les agents de maintenance ou technicien d'atelier.

La priorité donnée au dépannage rapide sur l'analyse des causes et la fiabilisation n'est évidente qu'en apparence. Si elle permet à court terme un relèvement du taux de marche des machines, celui-ci plafonne ensuite en raison du report des actions de fiabilisation, puis tend à régresser en raison de l'usure prématurée du matériel et de la multiplication des incidents.

Le "circuit long" de la fiabilisation qu'implique cette philosophie de la maintenance est en définitive coûteux, démotivant et peu efficace. Coûteux, parce que les pannes se répètent tant que leurs causes premières ne sont pas éliminées. Les temps d'arrêt, de dépose et de pose, même très courts, représentent, additionnés, un temps d'immobilisation important. Le parc d'organes, de modules et de pièces en rotation augmente. La répétition des arrêts génère elle-même d'autres incidents, défauts et pannes. Démotivant pour les agents parce qu'ils doivent vivre avec des incidents permanents et répétitifs. Ils se découragent de les voir traiter réellement un jour, se lassant dès lors de les "documenter" correctement pour les services techniques, et cela d'autant plus qu'ils sont souvent réduits à devoir en faire une description sommaire ou "aveugle", c'est-à-dire sans en connaître les éléments pertinents. Peu efficace enfin, parce qu'en définitive aucun groupe, aucune personne ne concentre l'intelligence pratique du fonctionnement réel des installations. Dès lors les solutions envisagées pour éliminer les causes des pannes, loin des conditions réelles de production, se révèlent insuffisamment adaptées et souvent inutilement compliquées.

Le dialogue et le décloisonnement entre l'atelier, la maintenance et les services techniques, prônés et mis en oeuvre dans certaines entreprises, ne sont souvent que des mesures palliatives aux conséquences d'une conception technique rarement remise en cause.

Cette philosophie de la maintenance n'est pas spécifiquement "taylorienne". Elle n'implique pas une analyse des temps et des mouvements pour établir la meilleure façon de travailler et pour la prescrire, méthode qui est au coeur de la doctrine de Taylor, et qui constitue son apport original. En revanche, elle s'inscrit dans le mouvement, bi-séculaire maintenant, de la division de l'intelligence du travail.

1.4. La recherche du "bon compromis" comme stratégie d'optimisation

L'optimisation du fonctionnement et de l'emploi d'une installation automatisée est pensée comme étant la recherche du bon compromis entre des exigences considérées contradictoires.

L'intégration des machines dans des lignes automatisées de fabrication crée le problème de l'arrêt général de la production en cas d'incident ou de panne sur un des tronçons. Les services techniques traduisent généralement ce problème par la question: comment dimensionner les stocks tampons entre ces tronçons, de telle sorte qu'ils "absorbent" l'arrêt de l'un d'entre eux, en évitant toutefois que les stocks soient trop importants et donc coûteux? La réponse a consisté, et cela reste encore vrai dans nombre d'entreprises, à déterminer le compromis "économique" entre le coût d'un arrêt général et le coût des stocks tampons. Pour ce faire, la fréquence et la durée des arrêts de chaque machine sont estimées sur la base d'observation de machines identiques ou semblables, afin de calculer le volume des stocks à prévoir en amont et en aval.

À l'inverse, prendre le temps de dépanner en profondeur et d'éliminer les causes premières des pannes, pour qu'elles ne se reproduisent plus jamais, et parvenir ainsi à terme à un flux tendu, effectivement sans stocks tampons, y compris "sauvages", commencent à être envisagés comme une stratégie possible, efficace et finalement raisonnable, au vu des performances des entreprises japonaises qui l'ont adoptée. Mais cette stratégie fait apparaître tellement de problèmes masqués, remettant en cause procédures, structures et répartition du pouvoir, qu'il faudra beaucoup de temps avant que le résultat soit atteint.

On retrouve une opposition semblable de conception de l'optimisation dans le rapport homme-machine. Ainsi, l'automatisation du pilotage (que ce soit d'un "process" ou d'un moyen de transport) en situation normale crée le problème de la capacité de l'opérateur en situation perturbée de reprendre la conduite manuelle et de sa crainte de ne pas avoir la réaction immédiate appropriée. La capacité de pilotage s'émousse en effet lorsqu'elle n'a plus à s'exercer en permanence. De même l'attention à l'événement exceptionnel, exigeant une décision rapide, faiblit lorsqu'elle est transformée en surveillance passive. Le "compromis" trouvé a été, pour entretenir leur capacité et leur attention, de faire conduire périodiquement les opérateurs en "manuel assisté", ou bien de les placer en situation perturbée simulée, lors de stages. Une autre formule consiste à équiper leur poste de commande de systèmes-experts filtrant et synthétisant pour eux les nombreuses informations, auxquelles ils ont à faire face dans ces situations.

Dans de tels cas, la nécessité de trouver un compromis n'est évidente que parce que le type de processus d'automatisation et la forme de cette automatisation, qui créent ce genre de problèmes, ne sont pas questionnés. La présence des conducteurs a été transformée en attente passive et angoissante de l'incident⁸, au lieu d'être utilisée à observer et analyser en permanence le fonctionnement réel de leur machine et de ses dérives, et ainsi à contribuer à l'élimination des causes d'incidents et, partant, à une automatisation maîtrisée.

Les exigences jugées irréductiblement contradictoires entre lesquelles un "compromis" est trouvé dictent donc des choix techniques précis. Elles se révèlent en fait dépassables si les présupposés du processus et de la forme sociale d'automatisation qui font naître ces contradictions sont interrogés et remis en cause.

Les origines de cette façon de concevoir le compromis sont plus difficiles à cerner. Elle peut résulter, dans le cas de l'optimisation des stocks, de l'autonomie et du cloisonnement existant encore dans de nombreuses entreprises entre fabrication, maintenance, conception des moyens et gestion de production. Chacun posant ces exigences (arrêts inévitables et temps incompressibles de dépannage d'un côté, et stocks intermédiaires indispensables de l'autre), il ne reste plus qu'à trouver le compromis le moins pénalisant pour la régularité du flux. Cette situation est en train de changer dans certaines entreprises. En revanche, dans le cas du pilotage automatique, la prise de conscience n'est pas faite, malgré les risques encourus et les accidents qui se sont produits. Elle suppose surtout de remettre au centre du processus productif l'opérateur, ce qui va à l'encontre de la philosophie actuelle d'automatisation.

⁸ Dans ces conditions, l'accident se présente très souvent comme étant d'origine humaine, alors que c'est la situation dans laquelle la forme actuelle d'automatisation place l'opérateur ou le conducteur qui génère son "erreur".

1.5. La supériorité de la solution technique sur tout autre type de solution

La solution technique est de fait considérée comme toujours plus efficace, plus "claire", plus définitive et plus "dans le sens de l'histoire" que les solutions, de type organisationnel, social ou gestionnaire, qu'il s'agisse de relever rapidement la productivité et la qualité, de garantir la sécurité des équipements et des personnes, d'améliorer les conditions de travail, de suppléer à un manque de compétence, de décentraliser l'information, ou bien de résoudre un problème social.

Ainsi, au cours des années soixante-dix, le "malaise des O.S." ne pouvait avoir, dans cette vision de l'avenir, de solution rapide et définitive que par la marche forcée à l'automatisation. La réorganisation du travail, infiniment moins coûteuse et plus immédiate dans ses effets pour les O.S. et l'entreprise, aurait pourtant eu l'avantage de préparer les esprits et les compétences à une automatisation plus progressive, performante et qualifiante.

De même, la raréfaction des ouvriers ayant encore les connaissances et les savoir-faire nécessaires dans des domaines spécialisés trouve immédiatement sa solution technique dans l'introduction de systèmes experts prescriptifs de conduite ou de maintenance, au lieu de provoquer une réflexion sur les raisons de cette raréfaction et sur les mesures organisationnelles, sociales, techniques à prendre pour reconstituer les compétences nécessaires.

L'automatisation intégrale d'une activité, n'ayant d'autre justification immédiate que de faire disparaître une catégorie professionnelle devenue socialement ingérable par des comportements considérés comme mettant en péril l'entreprise, sera admise voire préconisée, au nom de l'idée selon laquelle cette activité sera, de toute façon, un jour ou l'autre nécessairement automatisée. La recherche d'une solution sociale à un problème de nature sociale, en mettant à jour les conditions qui amènent un groupe professionnel à des pratiques strictement corporatistes, est souvent perçue comme une démarche aléatoire, ambiguë ou naïve.

Ce présupposé est typiquement techniciste, au sens où le progrès technique, perçu comme un, homogène et indivisible, serait par nature ou *in fine* porteur de progrès social. Cette vision est encore fréquemment portée par les ingénieurs de conception. Elle reste aussi largement partagée par leurs collègues de l'encadrement, qui, bien qu'ils soient critiques des installations conçues par les premiers, ne la remettent pas en cause pour autant. On peut penser toutefois qu'elle est en voie de régression dans les entreprises, ne serait-ce que par le fait, les investissements devenant coûteux, qu'il a été possible d'être aussi efficace en se limitant à des mesures organisationnelles, gestionnaires, ou sociales.

1.6. L'incertitude majeure de la production serait l'incertitude humaine et sociale

Ce présupposé est vraisemblablement le plus important. Techniciste dans sa formulation, il rejoint la préoccupation fondamentale de l'entrepreneur, qui, engageant ses capitaux ou ceux de ses mandants, a besoin de réduire l'incertitude dans tous les domaines, et de rendre le processus productif transparent pour pouvoir le maîtriser. Il exprime à sa façon l'enjeu du rapport salarié, et de la division de l'intelligence du travail qui lui est lié.

L'efficacité du système technique serait constamment menacée par les éléments majeurs d'incertitude que seraient d'une part l'agent productif lui-même, en tant qu'être humain, donc soumis à des défaillances, et en tant que salarié, donc mû par des forces et des intérêts propres, et d'autre part par la vie sociale en atelier caractérisée par des tolérances, des arrangements et des compromis mettant en cause la rationalité du système.

D'où la préoccupation, lors de la conception, de restreindre le champ des possibles et de pré-déterminer matériellement les opérations à faire. Il en résulte par exemple la préférence pour une solution technique au résultat moyen mais sûr, au détriment d'un autre choix technique au résultat meilleur mais plus dépendant du ou des opérateurs. Il découle également de la conviction de la non-fiabilité humaine et de l'impossibilité de parier sur la compétence et la conscience professionnelles à l'échelle collective, la tendance à concevoir un cadre matériel de travail qui ne donne à comprendre de l'installation automatisée que ce qui est considéré par les concepteurs comme nécessaire et suffisant aux opérateurs, et qui les contraignent autant que faire se peut à intervenir selon les modalités considérées a priori comme logiques et cohérentes avec les principes théoriques de fonctionnement du système. Plus un système prescrit et réduit l'intervention humaine, plus il est "bouclé", plus il est censé être sûr et parfait. Il est dès lors logique de chercher à "extérioriser" l'opérateur.

Les présupposés économiques et sociaux précédents induisent donc un processus et une forme sociale d'automatisation qui se présentent aux agents de conduite et de maintenance comme prescriptifs, extériorisants, excluants et substituants. Si certains d'entre eux sont susceptibles de disparaître, d'autres en revanche apparaissent plus durables.

Comment comprendre alors que l'automatisation actuelle s'accompagne d'organisations nouvelles du travail considérées quasi-unanimement comme des organisations "requalifiant" le travail ?

2. COMPATIBILITÉS OU INCOMPATIBILITÉS DE L'AUTOMATISATION ACTUELLE AVEC LES FORMES NOUVELLES D'ORGANISATION DU TRAVAIL

Le processus et la forme sociale d'automatisation actuelle sont compatibles avec certaines des formes nouvelles d'organisation du travail et sont en contradiction avec d'autres. Toutes ne sont pas en effet, malgré les apparences et les discours tenus à leur sujet, des organisations qualifiantes.

2.1. Les organisations "enrichissantes"

Il s'agit des formes d'organisation dans lesquelles les conducteurs d'installations automatisées se voient confier la première maintenance, le contrôle qualité, le changement d'outils et le suivi de production, et parfois inviter à s'auto-organiser pour remplir ces fonctions. Le projet des socio-techniciens des années soixante de "recomposer" le travail et de constituer des groupes autonomes paraît se réaliser ainsi à l'occasion de l'automatisation. Que se passe-t-il en fait? Les activités nouvelles, confiées aux conducteurs ont été préalablement simplifiées, par des automatismes prévus à cet effet.

On l'a vu précédemment, l'automatisation actuelle, présupposant que la surveillance humaine n'est qu'attente de l'incident, donc improductive (et de fait elle l'a souvent rendue telle, en ne donnant à connaître du fonctionnement de l'installation que les in-

formations jugées a priori nécessaires et suffisantes par les concepteurs), en "libère" l'opérateur grâce à des alarmes et à des arrêts automatiques. Ce dernier devient disponible pour exécuter d'autres tâches. Or, la priorité donnée à l'intervention rapide pour relancer au plus vite la production amène à diviser les tâches d'entretien, de dépannage, de contrôle qualité, de réglage, de changement d'outils, et de suivi de production, en incorporant une part de l'intelligence nécessaire dans des automatismes (notamment le repérage et le diagnostic), et parfois en répartissant les opérations restantes entre plusieurs catégories d'agents, selon leur durée et leur complexité, comme nous l'avons vu dans le cas du dépannage précédemment. En matière de contrôle qualité, la détection automatique des défauts réduit l'intervention de l'opérateur soit à retirer le produit, soit à le "marquer" pour retouche en aval, soit à le retoucher immédiatement, si cette opération est réalisable simplement et dans le temps de cycle. De même, le changement d'outil se limite aujourd'hui, suite à un arrêt déclenché automatiquement au bout de x cycles, à fixer un manchon portant l'outil préalablement réglé, dans l'atelier ou ailleurs, à l'aide d'appareils de réglage.

Ces attributions nouvelles, volontiers considérées comme induisant une "requalification" du travail, et donnant lieu de fait, souvent, à une "formation" et à une classification plus élevée, voire au titre de professionnel de fabrication, sont en fait la juxtaposition d'opérations devenues partielles, dont l'exécution ne donne pas, seule, les moyens d'appréhender le fonctionnement réel de l'installation dans son ensemble et d'en acquiescer l'intelligence pratique, condition à toute requalification effective et durable.

Ce type de transfert d'attributions aux conducteurs, qui a permis de supprimer les emplois de réglage, de contrôleurs et de retoucheurs, se poursuit. L'automatisation du diagnostic des pannes, partie qualifiée par excellence du travail de maintenance, à l'aide d'outils-tests ou de systèmes experts prescriptifs, ainsi que la généralisation de l'échange standard, permettent en effet d'envisager le transfert prochain d'une part croissante de l'activité de dépannage deuxième niveau aux conducteurs d'installation sans que ce transfert nécessite pour eux une réelle professionnalisation. Une division accrue du travail est en gestation avec d'une part la formation d'une catégorie indifférenciée de "conducteurs-dépanneurs" polyvalents et d'autre part la constitution d'un groupe réduit de spécialistes pour traiter les pannes rares ou nouvelles non diagnostiquables automatiquement et pour enrichir les bases de connaissances et de "règles" des systèmes experts.

L'automatisation prescriptive et extériorisante, couplée aux organisations nouvelles du travail qui se limitent à "enrichir" le travail des opérateurs, conduit à une division accrue du travail. Or c'est ce couplage-là qui est aujourd'hui le plus répandu. Tout se passe comme si se répétait le scénario observé à l'origine de la "mécanisation spécialisée" et du taylorisme. On a assisté alors, d'une part à la "requalification" des manoeuvres par leur affectation à la "conduite" des machines-outils spécialisées, et d'autre part à la constitution de la catégorie des ouvriers d'entretien, en remplacement des professionnels de fabrication qui conduisaient, réglaient et entretenaient les machines-outils universels sur lesquels ils travaillaient⁹. Il s'est agi alors, pour les manoeuvres, d'une

⁹ F.W.Taylor le fait remarquer dans son mémoire *Direction des ateliers* (traduction française de la *Revue de la Métallurgie*, 1907, reprise par François Vatin dans son ouvrage *Organisation du travail et économie des entreprises*, Les Editions d'Organisation, Paris, 1990, 203p). Au paragraphe 319, il écrit: "Il est vrai...que le Service de répartition du travail et la direction administrative permettent à un manoeuvre ou à un auxiliaire intelligents de faire beaucoup du travail actuellement confié à un mécanicien. N'est-ce pas une bonne chose pour ce manoeuvre ou cet auxiliaire? On lui confie un travail de nature plus élevée, ce

"requalification réelle", dans la mesure où, à l'origine, la décomposition des tâches et la spécialisation des machines étaient encore loin de ce qu'elles sont devenues ensuite¹⁰. Cette requalification s'est accompagnée de plus d'une augmentation des salaires pour les intéressés, et plus tardivement par la création et l'attribution d'une classification supérieure, celle d'ouvrier spécialisé. Mais cette requalification a été relative et fut temporaire, comme le sera celle des conducteurs d'installations automatisées, si le modèle technico-organisationnel qui vient d'être décrit et qui est le plus répandu aujourd'hui prévaut finalement.

2.2. Les organisations "qualifiantes"

Les organisations du travail, effectivement qualifiantes, se caractérisent par la formation d'équipes de conduite et de maintenance, s'auto-organisant, et ayant la responsabilité effective, non seulement de la réalisation du programme de production, mais surtout de l'amélioration des performances de l'installation dont elles ont la charge, en volume, en qualité et en délais. Ces organisations se révèlent en contradiction, dans leurs principes et dans la pratique, avec l'automatisation telle qu'elle est conçue.

L'amélioration des performances d'une ligne automatisée par une équipe de base implique que celle-ci puisse en connaître le fonctionnement réel, au-delà de ce qu'en donne à voir l'installation elle-même. Or les lignes automatisées et les machines qui les composent sont fréquemment architecturées de telle sorte que quiconque, qualifié ou non, se trouve dans l'impossibilité matérielle d'observer, en cours de production, les zones susceptibles d'être le lieu d'incidents, les organes sujets à des défaillances, les outils pouvant se dérégler et les mouvements amorçant une désynchronisation. Les zones opératives, les parties motrices ainsi que les transferts ne sont pas plus visibles que la cinématique générale n'est lisible. Les synoptiques comme les pupitres de commande et de signalisation ne permettent de se représenter que la marche de l'installation sur laquelle il est éventuellement autorisé d'agir.

qui tend à le développer en même temps qu'à lui procurer le meilleur salaire; la sympathie pour le mécanicien fait perdre de vue le cas du manoeuvre." Il est intéressant de noter qu'il ajoute: "Cette sympathie est d'ailleurs déplacé puisque, grâce au nouveau système, le mécanicien s'élèvera à une catégorie supérieure de travaux qu'il ne pouvait faire autrefois; en outre, la direction divisée ou administrative absorbera un plus grand nombre d'hommes de cette catégorie, en sorte que des hommes qui seraient restés mécaniciens toute leur vie, auront la chance de s'élever à un poste de contremaître." On sait depuis que ce ne fut le cas que pour une petite proportion d'entre eux. Or, on commence à entendre aujourd'hui la même argumentation à propos des ouvriers et des techniciens de maintenance qui sont remplacés par des agents d'entretien polyvalents ou par des conducteurs d'installation automatisés, anciens OS, lorsque sont mis en service des installations automatisées dotées de systèmes de diagnostic automatique de défaut ou de pannes.

¹⁰ F.W.Taylor, en 1902, n'imaginait pas l'opérateur sur machine-outil réduit à ce qu'il est devenu ensuite. Dans le mémoire cité dans la note précédente, il écrit au paragraphe 239: "Le chef d'entretien veille à ce que chaque ouvrier tienne sa machine propre, nette de rouille et de rayures, qu'il la lubrifie et la traite convenablement; à ce que toutes les règles établies pour le soin et l'entretien des machines et de leurs accessoires soient rigoureusement observées, telles, par exemple, les règles relatives à l'entretien des courroies et des embrayages, à la propreté du sol autour des machines, à la mise en tas et à la disposition des pièces." Bref, F.W.Taylor préconise que l'opérateur fasse ce que l'on appelle aujourd'hui de la première maintenance, et qui vaut à celui qui l'exécute un classement de professionnel de fabrication, alors que l'ouvrier dont il décrit l'activité est pris parmi les manoeuvres et gardera cette appellation jusqu'à l'entre-deux guerres! Sur ce phénomène classique d'évolution opposée de la classification des individus et de la qualification réelle requise par le travail qu'ils réalisent, voir Michel Freyssenet "Peut-on parvenir à une définition unique de la qualification?", *La division du travail*, Ed. Galilée, Paris, 1978, pp 67-79.

La transparence, l'intelligibilité et l'analysibilité des machines en fonctionnement réel deviennent des conditions à l'amélioration de leurs performances par l'équipe qui en a la charge. Le paradoxe est que c'est à ce moment-là que les machines deviennent encore plus compactes et opaques. Leur conception même décourage ou dissuade les tentatives d'en comprendre, en cours d'exploitation, les faiblesses et les dérives, et ainsi d'en anticiper les pannes et les incidents en traitant préventivement les causes, y compris de la part d'équipes de conduite et de maintenance composées exclusivement ou en majorité d'agents qualifiés d'entretien.

Le discours sur les organisations qualifiantes et les appels à l'initiative et à l'auto-organisation s'en trouvent décrédibilisés aux yeux de ceux censés en bénéficier et en être les acteurs. La conviction de la neutralité sociale des techniques productives, généralement partagée par les promoteurs de ces organisations, les empêche de percevoir la contradiction dans laquelle se trouvent placer les agents de conduite et de maintenance¹¹. Ils interprètent les réticences de ces derniers et les résultats en demi-teinte ou peu durables de ces organisations nouvelles comme résultant de la prégnance des "mentalités tayloriennes" et des insuffisantes contreparties salariales à l'effort demandé, sans percevoir la nécessité de mettre en cohérence les principes de conception technique et organisationnelle pour que s'engage un processus qualifiant.

Il arrive cependant que, malgré les obstacles matériels mis à leur compréhension, les agents en charge de l'installation parviennent, à force de modifications plus ou moins autorisées et de transgressions des consignes, à acquérir une bonne connaissance de leur ligne et à en améliorer les résultats. Mais la poursuite de l'automatisation dans sa forme sociale actuelle, et notamment l'implantation de systèmes experts de conduite et de diagnostic de pannes de caractère prescriptif et substitutif à la compétence qu'ils se sont forgés, viennent ruiner les raisons de leur implication.

La conception même de l'automatisation, actuellement à l'oeuvre, est alors clairement en question. Est-ce qu'un autre processus et une autre forme d'automatisation sont pensables et réalisables? C'est ce que nous avons voulu savoir en participant à la conception de plusieurs installations automatisées.

3. UN PROCESSUS ET UNE FORME SOCIALE D'AUTOMATISATION VISANT LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE ET LA QUALIFICATION DU TRAVAIL SONT PENSABLES ET LOCALEMENT RÉALISABLES. MAIS SONT-ILS GÉNÉRALISABLES?

Nous avons essayé de voir quelles seraient les conséquences sur le processus d'automatisation et sur les caractéristiques techniques des installations automatisées en mettant au principe de leur conception l'objectif de rendre possible une organisation qualifiante, telle qu'elle a été caractérisée précédemment¹².

¹¹ La critique du "déterminisme technologique", sans faire la distinction entre la thèse du déterminisme par la technique elle-même, instituée en force autonome, et la thèse du déterminisme des techniques productives parce que elle-mêmes socialement déterminées, a fortement contribué à faire croire qu'il suffisait d'agir sur l'organisation du travail pour inverser la division du travail.

¹² Partageant certains des constats précédents et intéressée par l'exploration de voies nouvelles, la Direction des Ressources Humaines du groupe BSN, ainsi que la Direction d'une des entreprises de ce groupe concernée, ont accepté que soit tentée l'expérience de repenser l'automatisation d'une ligne d'embouteillage-verre dans la perspective d'en confier la fiabilisation à l'équipe de conduite et de main-

Ce sont les enseignements généraux de ces expériences qui sont présentés ici. L'application des principes nouveaux de conception qui ont été élaborées n'a été que partielle, en raison de difficultés, dont certaines sont surmontables, mais dont d'autres ont vraisemblablement pour origine le rapport salarié tel que nous le connaissons, et sont donc des obstacles majeurs. Ces dernières difficultés nous font douter de la possibilité de généraliser le processus et la forme sociale d'automatisation dessinés ci-après, bien qu'ils soient probablement réalisables localement et temporairement. Pour l'heure, nous emploierons souvent le conditionnel pour signifier que ce qui est énonçable aujourd'hui est encore loin d'être réalisé et à plus forte raison généralisé.

3.1. La priorité donnée à la fiabilisation sur le dépannage rapide : une stratégie de performance économique et de qualification du travail, sous certaines conditions sociales

L'automatisation des machines et leur intégration dans des lignes de fabrication font du taux de marche de ces dernières et de la stabilité des réglages les composantes essentielles de leurs performances en volume, en qualité et en délais. Il est plus efficace et plus rentable de prévoir ou de rajouter un agent, si celui-ci contribue par son travail à élever de quelques points le taux de marche réel de l'installation automatisée, plutôt que d'essayer de supprimer un poste de travail pour augmenter le ratio théorique de l'effectif de main-d'oeuvre affectée rapporté au volume produit. Nous avons pu le démontrer dans le cas de lignes d'embouteillage. Le manque à gagner que représentaient deux points de taux de marche, au niveau de production où se situaient ces lignes, correspondait au coût d'un salarié qualifié pendant un an.

En l'état actuel de maîtrise technique des automatismes, et surtout de connaissance des conditions concrètes de production et des causes premières des pannes, les services d'études des moyens de fabrication ne peuvent garantir (pour l'instant et dans la plupart des cas), par les seules qualités intrinsèques des installations qu'ils projettent, un taux de marche élevé, et définir a priori un entretien préventif systématique susceptible de le conserver durablement. Le taux de marche ne peut également être substantiellement augmenté, en procédant, en cours d'exploitation à des relances de production par dépannage rapide, et en renvoyant à plus tard l'analyse des défauts, des incidents et des pannes par un service spécialisé. Celui-ci est amené en effet à hiérarchiser les urgences selon sa logique propre de fonctionnement, qui n'est pas celle de l'atelier, même s'il relève de la même autorité que ce dernier. Il est soumis ensuite à des arbitrages budgétaires qui lui échappent souvent. Il finit par intervenir sur une installation dont les conditions d'exploitation ont pu changer entre temps. Ce "circuit long" de la fiabilisation, apparemment rationnel et "économique" se révèle dans les faits, on l'a vu, coûteux pour l'entreprise, démotivant pour les ouvriers de fabrication et de maintenance, et insuffisamment efficace par la perte d'informations et de connaissances concrètes qu'il engendre.

tenance elle-même. On trouvera une présentation succincte de cette expérience, menée en 1988, dans, "Le contenu organisationnel de l'innovation technique: le cas de la conception d'une ligne automatisée à BSN", *Entreprises et Chercheurs, à la recherche d'un partenariat*, Cahiers de Cargèse, L'Harmattan, Paris, 1991, pp 85-96. Un travail similaire est en cours à la RATP pour la conception de nouveaux trains, et à Renault pour la conception de lignes d'assemblage.

3.3. La mise en place d'un "circuit court" de la fiabilisation

L'analyse et l'élimination sans retard des causes premières des défauts, des incidents et des pannes par une équipe de conduite et de maintenance dont ce serait la fonction essentielle et la responsabilité effective et qui disposerait, et des moyens matériels et budgétaires nécessaires, et des appuis techniques dont elle aurait besoin, pourraient être le moyen d'une élévation continue et durable du taux de marche des lignes automatisées. L'instauration d'un tel "circuit court" de la fiabilisation pourrait être aussi le point de départ d'un processus d'inversion réelle de la division du travail, sous certaines conditions sociales comme on le verra plus loin. L'équipe de conduite et de maintenance deviendrait en effet un partenaire obligé et respecté par les services techniques, parce que détentrice d'un savoir nouveau indispensable à la conception d'installations adaptées.

3.4. Un processus progressif et non excluant

Dans une telle perspective, la réduction du temps de travail nécessaire, et à terme de l'effectif, qui accompagne l'automatisation pour un volume de production donnée, peut se faire progressivement, au fur et à mesure que l'équipe parvient à élever la fiabilité de la ligne dont elle a la responsabilité. L'accord des intéressés est bien évidemment indispensable et il exige, on le verra, des conditions difficiles à réunir. De même, la substitution complète d'un type de main-d'oeuvre par une autre, comme c'est souvent le cas aujourd'hui, non seulement n'est pas nécessaire, mais se révèle contreproductive. L'activité de fiabilisation nécessite en effet une bonne connaissance du comportement du produit et des machines ainsi que des conditions concrètes de production, connaissance que possèdent généralement les agents de conduite et de maintenance qui ont travaillé sur les installations précédentes. Dans une telle démarche, on peut même imaginer que l'automatisation d'une fonction ou d'une opération ne soit décidée qu'à partir du moment où l'équipe est parvenue, avec l'aide des services techniques, à identifier les paramètres intervenant et les événements survenant dans l'accomplissement de cette fonction ou de cette opération. On a dès lors un processus d'automatisation beaucoup plus "lissé" économiquement et socialement dans lequel l'équipe de base devient acteur, non seulement reconnu, mais obligé. Surtout, il induit lui-même, si la volonté politique se maintient, une autre forme sociale d'automatisation.

L'agent d'exploitation n'est plus considéré comme l'élément non fiable du système technique, mais au contraire comme l'agent de sa fiabilisation. Pour qu'il devienne tel, pour qu'il acquière, au-delà des connaissances professionnelles indispensables, l'intelligence pratique du fonctionnement réel et des défaillances possibles de la ligne de fabrication auquel il est affecté, encore faut-il que l'organisation du travail s'y prête, et surtout que la conception technique de l'installation le permette en la rendant lisible et intelligible, testable et expertisable, adaptable et modifiable.

3.5. La disponibilité des agents à la source de la disponibilité des machines

Le "circuit court" de la fiabilisation qui caractérise le présent scénario implique tout d'abord la disponibilité des agents pour observer et se placer aux points de complexité et de possibles difficultés. À l'inverse de la philosophie actuelle de la fabrication et de la maintenance, on peut dire que la disponibilité de l'installation est proportionnelle à la disponibilité des agents pour assurer une surveillance permettant de remonter aux cau-

ses premières des dérèglages, des anomalies et des incidents. Pour cela deux problèmes doivent être résolus.

Les agents doivent être libérés des opérations sans contenu et sous contrainte de temps, en automatisant en priorité celles-ci. De même le problème de la conformité des matières aux tolérances des machines doit, à défaut d'être réglé, être traité de telle sorte que le conducteur ne soit pas en fait contraint, comme c'est souvent le cas aujourd'hui, de se placer en permanence à l'entrée de la ligne pour retirer ou rectifier en temps voulu le produit susceptible, par sa non-conformité visible, de se détériorer et de bloquer le flux. Le contrôle et l'éjection automatiques, s'ils étaient réalisés, ne seraient qu'une sophistication coûteuse et une prothèse pour pallier à un problème qui doit être traité en fait à sa source. S'il n'en est pas ainsi, le conducteur peut difficilement s'éloigner du flux d'entrée de son tronçon, afin de porter son attention sur le fonctionnement de ce dernier et sur la qualité des opérations et des manipulations dont le produit est l'objet. En revanche, si l'on est parvenu à une "hygiène" produit satisfaisante, il peut se consacrer à une surveillance active.

Dès lors, les arrêts automatiques, qui n'ont d'autres raisons d'être que de dispenser l'opérateur d'une surveillance, rendue effectivement passive et improductive, afin de l'occuper à des tâches annexes, seraient alors à reconsidérer. Leur élimination pourrait se faire au fur et à mesure que les causes des problèmes qu'ils ont à détecter auraient été traitées complètement et exhaustivement. Non seulement il est possible ainsi de désophistiquer l'équipement, mais l'on supprime aussi la cause supplémentaire d'incidents que représente la défaillance du système de détection automatique lui-même, à l'origine soit d'arrêts "injustifiés" (qui peuvent être nombreux) soit de non-arrêts aux conséquences plus ou moins graves.

3.6. Des machines lisibles et intelligibles

Si donc la fonction essentielle des membres de l'équipe de base est de prévenir défauts, incidents et pannes et d'en éliminer les causes, alors la qualité première des machines et des lignes qu'elles composent est de donner à voir, par tous les moyens disponibles et possibles, leur fonctionnement réel en cours d'exploitation, afin de le rendre lisible, appréhendable dans son ensemble et intelligible.

Elle est une condition essentielle à l'acquisition par les agents, individuellement et collectivement, de l'intelligence du fonctionnement des machines, qu'aucune formation préalable en salle ne peut remplacer.

Tout d'abord, l'architecture même des machines doit les rendre transparentes. La clarté de leur cinématique, c'est-à-dire des différents mouvements mécaniques et de leurs enchaînements, est une qualité facilitant la reconstitution de l'enchaînement des causes d'incidents. La visibilité des zones opératives, c'est-à-dire des zones où organes, pièces et bien sûr outils, sont les plus sollicités et susceptibles de dérèglement et de casse compromettant la qualité du produit, est souvent une nécessité pour saisir à son origine une dérive et pour en identifier la raison. La compréhension des dérèglages est la condition pour concevoir des dispositifs qui en assurent la stabilité et pour parvenir ainsi à produire la qualité, plutôt que de devoir a posteriori la contrôler, et d'avoir à effectuer des retouches. La séparation des opérations et des zones opératives, au lieu de leur regroupement dans une même station, comme on peut en observer la tendance sur de nombreux équipements pour gagner de la place, réduire la durée des transferts et limiter les en-cours, peut être en définitive plus rentable, si, par la visibilité qu'elle assure, elle

permet d'anticiper les dérèglages et mieux encore d'en éliminer les causes. Ce n'est que lorsqu'un très haut niveau de maîtrise est atteint, et il peut l'être plus rapidement si l'équipe de base en est l'artisan, que le regroupement des zones opératives n'est plus contreproductif. Les parties motrices sont généralement reléguées dans les endroits les moins visibles et les moins accessibles, alors que les dysfonctionnements se répercutent directement sur eux, et en font varier considérablement la régularité et la durée de vie. Enfin, les zones de flux, entre les stations opératives, étant considérées comme des zones sans action transformatrice sur le produit et donc non justifiables d'une attention particulière, sont généralement totalement invisibles, alors même que les encrassements, les blocages, les rayures, les déformations, les bris, etc. y sont fréquents, rendant donc difficiles et longues la localisation de ce type d'incidents et à plus forte raison leur anticipation.

Tant qu'une fiabilité très élevée n'est pas atteinte, il n'y a donc pas de raison économique de faire des machines compactes et opaques. Au contraire, pour y parvenir, il faut en passer par des machines "extraverties" et "transparentes". Il n'y a pas non plus de raisons de sécurité. Outre que celle-ci ne rime pas avec opacité, on sait que la sécurité active des agents (qui n'exclue pas des "sécurités" passives) est d'abord fondée sur leur compréhension des machines en mouvement et des événements qui peuvent se produire. Cette compréhension leur permet d'acquérir les automatismes de gestes en situation normale et les réflexes en situation imprévue, qui sont à la base de leur sécurité.

Il n'existe plus, dans le scénario développé ici, de raisons poussant à limiter et à canaliser les interventions de l'opérateur et à lui fournir une représentation du fonctionnement de la machine qui ne puisse induire une interprétation autre que celle jugée correcte par le concepteur. Au contraire, devenus des acteurs de la fiabilisation, les agents doivent pouvoir, s'ils le souhaitent, visualiser sur tableau ou écran (ou bien voir directement) chaque mouvement élémentaire de la machine, et éventuellement le commander, afin d'être en mesure de remonter l'enchaînement des causes et de procéder à des vérifications et à des "essais dynamiques".

3.7. ... testables et expertisables ...

Il est impossible de prévoir a priori tous les points, les organes, les mouvements qui devront faire l'objet d'enregistrement ou de prélèvement pour repérer les causes premières des incidents. Ils doivent donc tous être accessibles et en mesure de recevoir des moyens d'analyse et de test. L'architecture générale de l'installation doit de plus, non seulement être "ouverte" pour en rendre lisible et intelligible le fonctionnement, mais elle doit aussi rendre physiquement "auscultables" les éléments qui la composent et "analysables" les flux qui la parcourent, aux endroits qui se révèlent à l'usage pertinents, et cela en cours de production.

La recherche prioritaire des causes premières des pannes rend également sans objet la distinction d'une part des pannes connues, susceptibles d'être diagnostiquées par des outils-tests ou par des systèmes experts dont l'agent aurait à suivre les prescriptions, et d'autre part des pannes nouvelles ou rares, dont l'analyse serait réservée à des techniciens spécialistes. Toutes les pannes simples ou complexes, fréquentes ou rares relèvent du même traitement: l'élimination de leurs origines. La fonction et la conception des outils-tests et des systèmes experts s'en trouvent modifiées.

Par définition, ces moyens ne pourraient être prescriptifs, puisqu'ils auraient à aider à trouver des causes encore inconnues. En première approximation, ils auraient tout d'abord à mémoriser les informations les plus diverses saisies automatiquement ou introduites par les opérateurs sur les conditions de fonctionnement et le fonctionnement lui-même des lignes et des machines, particulièrement à leurs points de faiblesse, de complexité et d'exposition aux agressions externes. Ils pourraient fournir des exemples d'enchaînement de causes découverts pour des pannes ayant quelques parentés avec celles en cours de traitement. Ils devraient tendre à restituer les raisonnements, les règles de méthode, les métaconnaissances, et les mises en relation qui se sont révélés jusqu'à présent appropriés au matériel étudié pour aider à voir, à penser et à trouver. Mais les formalismes et les "moteurs d'inférence" disponibles, résultant des recherches en Intelligence Artificielle, ne semblent pas pouvoir encore répondre à un tel cahier des charges. Ils ont été en effet conçus pour parvenir à des machines faisant aussi bien que l'homme, donc substituables à lui.

3.8. ... adaptables et modifiables

La fiabilisation passe souvent par l'adaptation aux conditions singulières d'exploitation d'une installation donnée. Dès lors, la modularisation intégrale des machines ainsi que la standardisation systématique des pièces peuvent ne pas s'imposer, surtout lorsque celles-ci n'ont d'autres raisons d'être que de permettre le dépannage rapide.

Enfin, la fiabilisation passe par des modifications qui ne sont importantes et coûteuses que parce qu'elles nécessitent de proche en proche, en raison de l'architecture mécanique ou informatique de la ligne, des démontages, des recompositions, des recâblages ou des réécritures longs et complexes. Un autre type de modularisation est à concevoir qui réponde, non pas à l'exigence du dépannage rapide et limité, mais à l'exigence d'adaptation et de modification nécessaires pour atteindre la fiabilité visée.

La priorité donnée à la fiabilisation sur le dépannage rapide, condition et première étape à l'inversion réelle de la division intellectuelle du travail, a donc des conséquences importantes à la fois sur le processus d'automatisation et sur la conception des installations automatisées.

Les choix techniques qui en découlent ne se limitent ni à une adaptation ergonomique des postes de travail pour en réduire la pénibilité et en enrichir le contenu, ni à des aménagements pour rendre possibles des organisations plus collectives et autonomes de travail. Ils affectent les machines et les lignes de fabrication dans leur structure et leur composition et les automatismes dans leur fonction et leur destination. Ils ne sont pas seulement la matérialisation d'un autre schéma organisationnel, à moins de mettre dans ce terme tellement d'éléments qu'il en perdrait tout intérêt analytique. Ils sont l'expression, le cadre, le vecteur, le constituant et la condition d'un modèle socio-productif, qui n'est pas simplement nouveau, mais qui est aussi alternatif. Ils ne peuvent seulement résulter du rapprochement de la "conception" et de la "fabrication". Ce rapprochement peut éliminer les erreurs grossières dues aux méconnaissances les plus flagrantes des conditions de production de la part des services techniques. Il ne résout pas le problème politique du processus social et économique que l'on veut engager en mettant en cohérence organisation qualifiante et automatisation, car il relève d'une décision que ni les concepteurs, ni les "fabricants" ne sont en mesure de prendre et, dans bien des cas, ne songent à prendre.

Jusqu'où a-t-il été possible d'aller dans l'application des principes de conception et de conduite de l'automatisation telle qu'elle vient d'être décrite, dans les projets auxquels nous avons participé?

4. LES DIFFICULTÉS DE MISE EN OEUVRE ET LES CONDITIONS SOCIALES DE GÉNÉRALISATION DU PROCESSUS ET DE LA FORME SOCIALE D'AUTOMATISATION DÉCRITS

4.1. Des difficultés de mise oeuvre surmontables

Elles ont été suffisantes dans l'expérience achevée, elles le sont dans les expériences en cours, pour empêcher que certaines préconisations techniques essentielles soient adoptées. Bien que très importantes, ces difficultés sont logiquement surmontables, avec le temps. On n'en mentionnera ici que trois.

Les entreprises achètent généralement leurs machines et leurs équipements sur catalogue à des fournisseurs. Toute modification entraîne des surcoûts importants. Or, le scénario proposé implique plus que de simples modifications. Il nécessite rien moins que de repenser entièrement les matériels. Il suppose donc de convaincre les fournisseurs qu'ils ont intérêt à le faire. Ces derniers ne s'en convaincront que le jour où un nombre suffisant d'entreprises clientes le leur demandera. De fait, il n'a été possible de retenir pour les installations automatisées, à la conception desquelles nous avons été mêlés, que les préconisations de lisibilité, d'analysabilité et d'adaptabilité qui ne remettaient pas en cause l'architecture mécanique et informatique des machines, c'est-à-dire des modifications trop limitées pour permettre aux agents de conduite et de maintenance de prendre en charge vraiment l'analyse et la fiabilisation. Les principes de conception technique énoncés ci-dessus ont donc plus de chance de se concrétiser dans des installations productives spécifiques

Le coût de la création d'une nouvelle lignée technique de machines automatisées n'est pas seul en cause. Même intellectuellement convaincus, les ingénieurs hésitent à aller au-delà de ce qui améliore l'interface homme-machine ou accroît l'acceptabilité sociale de l'automatisation.

Leur prudence est renforcée quand ils constatent que la hiérarchie de la fabrication et de la maintenance, qui initialement était la plus critique contre leurs projets initiaux d'automatisation, car méconnaissant trop les conditions concrètes de production, en viennent en revanche à s'inquiéter des aspects techniques des nouveaux projets qui entraînent une réelle autonomie et donnent un réel pouvoir aux équipes de conduite et de maintenance, et à juger irréalistes, au moins dans l'immédiat, les conditions sociales à réunir pour que le processus et la forme sociale d'automatisation décrits aient des chances d'être acceptés et puissent se développer. Et tels sont bien en effet les enjeux sociaux et "politiques" de ce scénario.

4.2. Des implications et des conditions sociales pouvant déstabiliser le rapport salarié

Les équipes de conduite et de maintenance, en analysant en permanence le fonctionnement réel de leurs installations et en les fiabilisant, construisent un savoir original que personne d'autre ne possède vraiment. Ce savoir "situé", pouvant s'exprimer dorénavant

rigoureusement, est indispensable pour concevoir la génération suivante de machines, et peut rentrer en complémentarité et en confrontation avec le savoir théorique de l'ingénieur. Les ouvriers ne sont plus seulement sollicités par les services d'études pour tirer parti de leurs remarques ou de leurs suggestions et pour les préparer à la conduite et à la maintenance de la nouvelle installation, comme cela arrive aujourd'hui dans le meilleur des cas. Ils sont en mesure de participer sur un pied d'égalité. Une inversion réelle de la division du travail peut alors s'enclencher, et alors seulement. Le passage d'une intelligence socialement divisée à une intelligence socialement répartie, fondement à une coopération sans subordination, est envisageable. L'entreprise capitaliste est-elle en mesure d'en accepter et d'en supporter la dynamique sociale et ses conséquences? Le pouvoir pratique qu'acquerront ainsi les salariés, à moins d'être fortement "contenu", sera très logiquement "monnayé" au sens propre, ou au sens figuré, par des demandes de contreparties.

Il sera de plus renforcé par les conditions sociales à réunir. Les salariés ne s'engageront en effet dans une activité de fiabilisation, et donc ne travailleront directement à la réduction du nombre d'emplois nécessaires pour une production donnée, que s'ils ont la garantie, non seulement de l'emploi, mais d'un emploi dans lequel les compétences nouvelles qu'ils auront acquises par leur travail de fiabilisation pourront être réutilisées et développées. La gestion prévisionnelle de l'emploi aura, non seulement à prendre en compte l'âge et les carrières du personnel, mais surtout les capacités variées qui se constitueront. Pour ce faire, les entreprises devront penser leur avenir, non seulement en fonction de l'évolution de leur marché et des domaines de meilleure valorisation de leur capital, mais aussi en fonction de l'évolution des compétences de leurs salariés, pouvant les éloigner fortement de leur "métier" d'origine. Si cette dynamique des compétences ouvre des perspectives de mobilité professionnelle et géographique, en rendant sans objet les "rigidités" catégorielles périodiquement dénoncées, elle crée de fait un droit de regard et un pouvoir d'intervention des salariés sur les choix stratégiques de l'entreprise, en matière d'évolution des produits à fabriquer, de diversification et d'essaimage.

Quel type d'entreprise peut s'y prêter? Le rapport salarié, tel que nous le connaissons, peut-il y résister? L'exemple des entreprises japonaises qui se sont engagées dans cette voie¹³ est là pour nous montrer qu'elles veillent soigneusement à réduire le risque d'opacité et de divergence lié à ce scénario (l'autonomie s'accompagne d'une obligation insistante de "loyauté", de transparence, et d'explicitation des connaissances nouvelles). Elles ont réussi également à en "contenir" la dynamique, de telle sorte que les objectifs même de l'entreprise et ses choix stratégiques restent hors discussion. Des circonstances historiques ont permis qu'il en soit ainsi. Rien ne prouve qu'elles se perpétueront ou que d'autres conditions ou circonstances le permettront, là ou ailleurs.

Enfin, ce scénario est économiquement et socialement très déstabilisant. Les entreprises qui parviendraient, d'une manière ou d'une autre, à mobiliser toute l'intelligence répartie de leurs salariés grâce à l'inversion réelle et durable de la division du travail, auraient une capacité concurrentielle dévastatrice, si bien sûr par ailleurs les autres fac-

¹³ Elles sont beaucoup moins nombreuses qu'on ne le pense. La participation significative à la conception du personnel d'atelier ne concerne que quelques secteurs et garde un caractère subordonné. Les théorisations faites par différents auteurs japonais sont des systématisations a posteriori qui ne prétendent pas décrire une réalité générale et qui introduisent une cohérence que la vie industrielle est loin d'avoir. Pour plus de développement: Michel Freyssenet. "Formes sociales d'automatisation et expériences japonaises", in Helena Hirata (coord.), *Autour du modèle japonais*. Paris. L'Harmattan. 1992.

teurs de compétitivité étaient réunis. Certaines entreprises japonaises, sans avoir atteint ce niveau, en donnent déjà un aperçu. Les autres pays en sont réduits à une négociation politique pour limiter les effets destructeurs de leur capacité concurrentielle et sont condamnés à leur demander que leurs salariés travaillent moins et consomment plus.

4.3. L'illusion d'un lien automatique entre performances et automatisation/organisation qualifiantes

La supériorité économique de ce scénario, tellement parfait qu'on se demande pourquoi personne n'y a pensé plutôt, n'est donc réelle qu'à certaines conditions sociales et politiques. Or ces conditions ne semblent pouvoir être réunies que dans des circonstances historiques particulières. Ce qui veut dire qu'il n'y a pas de lien nécessaire et automatique entre performances économiques et automatisation/organisation qualifiantes.

Inversement, le scénario actuel, automatisation prescriptive et organisation "enrichissante", ou dit autrement le "circuit long" de conception et de fiabilisation, peut aboutir, finalement, après des années de performances médiocres et de surcoûts d'investissement et d'exploitation, à des résultats, qui sans être optimaux sont satisfaisants, comme on commence à le constater ici ou là. Plus le temps passe, plus la fiabilité initiale des nouvelles installations automatisées est élevée. Concepteurs et fournisseurs finissent par tirer les leçons de leurs échecs. Enfin, le scénario actuel permet de faire l'économie de l'apprentissage coûteux et aléatoire d'une autre philosophie de la production, d'autres relations professionnelles, d'une autre structuration sociale, et éventuellement d'une crise sociale affectant le rapport salarié lui-même.

Il est important de ne pas céder à la vision, oublieuse de l'histoire, fréquemment partagée aujourd'hui, selon laquelle l'efficacité technique exigerait nécessairement la qualification systématique de la main-d'oeuvre, comme si la division de l'intelligence du travail n'avait été jusqu'à ce jour qu'une gigantesque erreur historique. On peut penser à bon droit que l'impossibilité de réunir durablement les conditions sociales et politiques énoncées ci-dessus a été à l'origine de la division du travail séparant progressivement ce qu'il a été convenu d'appeler la conception et l'exécution, et qui, faut-il le rappeler, n'est pas une particularité du taylorisme et n'a pas débuté avec lui (celui-ci n'ayant fait que proposer, à une époque historique donnée, une façon, parmi bien d'autres, de poursuivre cette séparation commencée un siècle plutôt et ayant franchi déjà plusieurs étapes.)¹⁴.

¹⁴ Des raccourcis historiques simplificateurs (notamment dans B. Coriat, *L'atelier et le chronomètre*, Paris, Christian Bourgois, 1988, et plus récemment J. P. Womack, D.T. Jones, D. Ross, *Le système qui va changer le monde*, Paris, Dunod, 1992, 349 p.) ont pour effet de laisser entendre à beaucoup qu'avant le taylorisme régnaient les ouvriers de métier complets, et que la division "conception-exécution" aurait commencé avec l'application des principes tayloriens. Outre que Taylor lui-même dit que, s'il inscrit sa méthode dans ce type de division du travail, il ne l'a pas inventé, et que son apport est ailleurs, les travaux historiques sont là pour confirmer que le taylorisme a été un moment et une des voies parmi d'autres de la division de l'intelligence du travail. Voir à ce sujet Patrick Fridenson "Le tournant taylorien de la société française: 1904-1918", *Les Annales*, Paris, A. Colin, Vol 42, n° 5, pp1031-1060 ; Michel Freyssenet, "Division du travail, taylorisme et automatisation: confusions, différences et enjeux", *Le Taylorisme*, M. de Montmollin, O. Pastré (éds), Paris, La Découverte, 1984, pp 321-333. Michel Freyssenet, *La division capitaliste du travail*, Paris, Savelli, 1977. 221 p.

Conclusion

Il est donc devenu aujourd'hui possible de penser et de décrire un processus et une forme sociale d'automatisation permettant d'enclencher une inversion réelle et durable de la division de l'intelligence du travail, même si le type d'entreprise qui est à leur horizon peut faire douter de la possibilité qu'ils se généralisent sans une profonde transformation du rapport salarié lui-même, l'abandon du taylorisme pratique n'y suffisant pas.

Sur le plan scientifique, l'exercice a le mérite de vérifier que les techniques productives sont non seulement conditionnées sociologiquement, économiquement, culturellement, dans leur développement et leur diffusion, comme l'ont montré déjà de nombreuses recherches, mais qu'elles sont aussi "construites" et "constituées" socialement par les objectifs, les principes, les représentations, les présupposés économiques et sociaux qui sont à leur origine et qui eux-mêmes plongent leurs racines dans le rapport salarié et dans la division de l'intelligence du travail qui lui est liée depuis deux siècles.

La division de l'intelligence du travail a deux faces: matérielle et organisationnelle. Elle passe aujourd'hui bien plus efficacement par les techniques productives, car la plus grande partie de l'intelligence nécessaire s'y trouve incorporée, que par l'organisation du travail dans l'atelier, qui ne fait qu'y répartir différemment selon les formes qu'elle prend ce qui reste d'intelligence à y déployer pour parvenir au but assigné dans ce cadre. Les techniques productives ne portent pas simplement les marques des conditions sociales de leur conception. Elles sont aussi, dans le contexte pour lesquels elles ont été conçues, les moyens actifs du type de division du travail qui s'y trouve à l'oeuvre.

La technique est évidemment "malléable" si on la considère d'une manière abstraite dans ses principes, et si l'on veut dire par là qu'elle peut prendre des formes différentes, et donc avoir des usages différents liés à ces formes, suivant les objectifs que l'on se fixe. Mais les techniques concrètement mises en oeuvre dans des situations données, et particulièrement les techniques productives, celles dont parlent les recherches de sciences sociales du travail et sur lesquels le débat porte, sont matériellement contraignantes, prescriptives et substitutives, car telles en sont aujourd'hui les présupposés. Elles sont déterminantes sur le contenu du travail, non pas parce que la technique dont elle procède le serait en elle-même, mais parce qu'elles sont elles-mêmes socialement déterminées. Elles n'ont que la "dureté" ou la "malléabilité" du social dont elles sont la matérialisation. Les thèses opposées du "déterminisme technologique", et de la "neutralité sociale des techniques" ont ceci en commun de conférer aux techniques un statut d'extraterritorialité par rapport au social, comme si elles étaient d'une essence autre. Les techniques productives sont socialement déterminantes parce qu'elles sont socialement déterminées. Elles relèvent, sans privilège particulier, de l'analyse sociologique comme tout produit social, ce qu'elles sont. Il faut bien sûr pour cela considérer le social, non pas comme un domaine ou un champ particulier à côté de l'économique, du technique, du politique... mais comme désignant les différents rapports sociaux (ayant chacun leur économie et leur symbolique propres) dans lesquels nous sommes historiquement amenés à agir.

BIBLIOGRAPHIE

- Eric Alsène, “Les impacts de la technologie sur l’organisation”, *Sociologie du travail*, n°3, 1990, pp 321-337
- Michel Berry (ed.) “Pour une automatisation raisonnable de l’industrie”, *Annales des Mines*, n° spécial, Janvier 1988, 125 pages.
- François Daniellou, *L’opérateur, la vanne, l’écran : l’ergonomie des salles de contrôle*, Éd. de l’ANACT, 1986, 435 pages.
- Claude Durand, *Le travail enchaîné*, Le Seuil, Paris, 1978.
- Michel Freyssenet, « La requalification des opérateurs et la forme sociale actuelle d’automatisation », *Sociologie du Travail*, n° 4, 1984, pp. 422-433.
- André-George Haudricourt, *La technologie, science humaine*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l’homme. 1987. 343 p.
- Seiichi Nakajima, *La maintenance productive totale*, Éd. de l’AFNOR, Paris, 1989, 271 pages.
- D.F. Noble, *Forces of production. A social history of industrial automation*, Knopf, New York, 1984, 409 p.
- Taiichi Ohno, *L’esprit Toyota*, Masson, Paris, 1989, 132 pages.
- Jacques Perrin, *Comment naissent les techniques*, Publisud, Paris, 1988, 182 pages.
- Jacques Perrin (coord.), *Construire une science des techniques*, Limonest, L’Interdisciplinaire. 1991. 418 p.
- Harley Shaiken, *Le travail à l’envers*, Flammarion, Paris, 1986, 309 pages.

RECHERCHES A L’ORIGINE DU PRÉSENT ARTICLE

- *Évolution du contenu et de l’organisation du travail d’usinage*, CSU, Paris, 1984, 84 pages.
- « Les conducteurs confirmés d’unités automatisées », in *Travail et automatisation dans l’industrie automobile, Actes du Gerpisa*, n° 2, 1986, pp. 75-92.
- *Genèse sociale de choix d’automatisation et d’organisation : le cas de l’aiguillage dans les chemins de fer*, CSU, Paris, 1986, 185 pages (avec Françoise Imbert).

- Choix d'automatisation, efficacité productive et contenu du travail, *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, Paris, n° 22, 15 décembre 1988, 67 pages (avec Jean-Claude Thénard).
- *La conception de lignes automatisées d'embouteillage conduites par des ouvriers professionnels*, GIP M.I., Paris, 1988, 35 pages.
- « Conception des équipements et travail de maintenance », *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, Paris, n° 30, 30 mai 1989, 72 pages (avec Elsie Charron et Françoise Imbert).
- « Le "développement" des systèmes experts en entreprise », *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, Paris, n° 35, 30 novembre 1989, 85 pages (avec Martine Blanc et Elsie Charron).
- « Les formes sociales d'automatisation », *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, Paris, n° 37, 30 janvier 1990, 47 p.
- « Les techniques productives sont-elles prescriptives ? », *Cahiers de recherche du GIP Mutations Industrielles*, Paris, n° 45, 23 mai 1990, 39 pages.