

LA “ PRODUCTION RÉFLEXIVE ”, UNE ALTERNATIVE A LA “ PRODUCTION DE MASSE ” ET A LA “ PRODUCTION AU PLUS JUSTE ”?

Michel Freyssenet
CNRS-Paris

Le constructeur automobile Volvo a décidé de rouvrir début 1996 l'usine d'assemblage d'Uddevalla qu'il avait fermée au printemps 1993. La chute durable de ses ventes au début des années 90 l'avait conduit à réduire ses capacités, en arrêtant la production dans ses deux plus petites usines d'assemblage localisées en Suède: Uddevalla et Kalmar. La reprise du marché américain et le développement de la demande en coupé et en cabriolet l'ont amené, en association avec la firme anglaise TWR, à décider de remettre en service l'usine d'Uddevalla et de la compléter par un atelier de soudure et un atelier de peinture dont elle était dépourvue. Cette décision met un terme à la discussion sur les raisons réelles de la fermeture. Beaucoup y avaient vu l'abandon de la voie suédoise de réforme du travail, sous les coups de la concurrence des firmes japonaises et de la supériorité de leur système. L'usine d'Uddevalla a en effet pour particularité de rompre complètement avec le montage en ligne mobile, à la différence de l'usine de Kalmar qui en maintenait le principe sous la forme de chariots filoguidés de montage. Les véhicules y étaient entièrement montés en station fixe par deux ou quatre ouvriers, au sein d'équipes de travail de neuf personnes. En revanche, le débat se poursuit sur l'intérêt et l'avenir du mode d'assemblage mis en oeuvre à Uddevalla, tant parmi les constructeurs automobiles que parmi les chercheurs ¹.

¹ La *Sloan Management Review* a publié un débat entre Paul Adler et Robert Cole d'une part et Christian Berggren d'autre part à propos de NUMMI et d'Uddevalla. Les premiers affirment, dans leur article intitulé "Designed for Learning: A Tale of Two Auto Plants", publié dans le numéro du printemps 1993, que la filiale commune General Motors-Toyota de Fremont en Californie offre non seulement sur le plan économique mais aussi sur le plan social des résultats supérieurs à ceux obtenus à Uddevalla. Le numéro de l'hiver 1993 de la même revue publie l'article de Christian Berggren "NUMMI vs. Uddevalla", avec une "réplique" de Adler et Cole. Berggren critique les comparaisons de productivité apparente faites par ses collègues nord-américains. Il met en avant les potentialités du système uddevallien et les difficultés actuelles du toyotisme.

Le GERPISA réseau international (Groupe d'Etude et de Recherche Permanent sur l'Industrie et les Salariés de l'Automobile) a organisé à Paris le 1er Avril 1994, dans le cadre de son programme 1992-1995 "Emergence de nouveaux modèles industriels", une confrontation entre Paul Adler, Christian Berggren et Michel Freyssenet, après avoir consacré un numéro des *Actes du GERPISA* à "Volvo-Uddevalla, questions ouvertes par une usine fermée" Michel Freyssenet (coord.), n° 9, mars 1994. Le présent texte est une version remaniée d'un des articles de ce numéro, intitulé "Volvo-Uddevalla, analyseur du fordisme et du toyotisme".

Un ouvrage collectif, paru en avril 1995, rassemble un grand nombre de contributions alimentant le débat. Åke Sandberg (ed.), *Enriching production. Perspectives on Volvo's Uddevalla plant as an alternative to lean production*, Avebury, Aldershot, 1995, 459 p.

Il porte sur trois points: la nature même du système (néo-artisanat ou innovation radicale?), les performances de l'usine d'Uddevalla, les possibilités d'extension des principes d'organisation à d'autres secteurs que le montage, aux ateliers automatisés et à la grande série. Ce débat progresse peu, en raison, me semble-t-il, d'une insuffisante compréhension du système lui-même et des tentatives de comparer les productivités physiques des différentes usines. On se propose ici de rappeler les limites économiques et sociales de la "production de masse" et d'analyser les solutions qu'offrent la "production au plus juste", nom donné au système de production Toyota, et la "production réflexive", nom donné par les concepteurs de l'usine d'Uddevalla à leur organisation, ainsi que les limites de ces deux solutions. Cet examen s'appuie sur une enquête menée à Uddevalla avant la fermeture de l'usine auprès de ses concepteurs et auprès d'ouvriers monteurs dans les ateliers ¹, ainsi que sur les travaux concernant l'évolution du système de production Toyota menés dans le cadre du programme international du GERPISA ².

1. Les impossibilités pratiques qui rendraient inévitable le travail à la chaîne

Il est apparu invraisemblable à beaucoup qu'une organisation de la production et du travail revenant à première vue à une sorte d'artisanat puisse prétendre être aussi performante, voire plus, que les organisations productives fondées sur les principes de la décomposition-recomposition du travail selon l'économie de temps (l'additivité) et de la ligne mobile (la fluidité). Leur application depuis le premier quart de ce siècle a permis des économies considérables de capital fixe, de matière et de main-d'oeuvre. L'additivité et la fluidité paraissent être aujourd'hui, en outre, des principes inévitables pour des raisons pratiques. N'aurait-on pas en effet démontré que les opérateurs ne sont pas en mesure de mémoriser et d'effectuer efficacement des opérations diversifiées au-delà d'un nombre très limité? On ne peut également envisager de créer autour de chaque station de montage ou dans chaque atelier un magasin complet de pièces et de devoir régler l'outillage à chaque nouvelle opération. De plus, le système toyotiste a su adapter efficacement les principes d'additivité et de fluidité, conçus initialement pour une production de masse uniforme effectuée par une main-d'oeuvre sans qualification, à une production diversifiée et changeante réalisée par des salariés diplômés s'impliquant dans leur travail.

Il paraît peu compréhensible qu'il soit possible de *mémoriser des opérations nombreuses, variées et variables*, quand on connaît la fréquence des erreurs commises par les ouvriers sur chaîne, réalisant de 5 à 10 opérations au maximum, alors que le montage complet d'une Volvo 940 implique plus de 600 références de pièces, nécessitant chacune plusieurs opérations, avec une variété supérieure à celle des

¹ On trouvera une présentation détaillée de l'usine, de son histoire et de son organisation dans Charron E., Freyssenet M., "L'usine d'Uddevalla dans la trajectoire de Volvo", *Actes du GERPISA*, n°9, mars 1994, pp 11-54.

² Les *Actes du GERPISA* ont consacré trois numéros à l'évolution de Toyota et de son système de production : Durand J.P. (coord), "Des réalités du Toyotisme", *Actes du GERPISA*, Paris, n° 6, février 1993, 105 p ; Freyssenet M. (coord), "Un nouveau toyotisme?", *Actes du GERPISA*, n° 8, décembre 1993, 203 p ; Freyssenet M. (coord), "Toyota à la recherche d'une nouvelle façon d'impliquer ses salariés", *Actes du GERPISA*, n°13, mars 1995, 105 p.

modèles des gammes basse ou moyenne. Et pourtant les monteurs n'avaient pas besoin de recourir en permanence à une liste d'opérations à effectuer. Ils n'avaient pas non plus d'ordre de montage strictement imposé. Leur temps de formation à l'assemblage du quart d'un véhicule n'a pas dépassé quatre mois. En deux jours, tout en travaillant, ils acquéraient la connaissance d'une version nouvelle du véhicule.

Les concepteurs de l'usine ¹ font valoir que la mémorisation est rendue inutilement difficile et nécessairement limitée dans le travail à la chaîne. Les pièces sont tout d'abord désignées par des codes numériques et non par des mots qui leur donnent sens. Ensuite et surtout, l'ordre dans lequel elles doivent être placées sur le sous-ensemble ou le véhicule n'est pas fondé sur la logique intelligible de la structure et du fonctionnement du produit. Les opérations à effectuer n'ont pas de liens entre elles, car elles sont distribuées entre les postes de travail en fonction du temps qu'elles demandent pour être exécutées et du temps de cycle choisi, qui ne doit être ni dépassé par la somme des temps opératoires élémentaires ni être sous-utilisé. La structure et le fonctionnement de la voiture et de ses différents organes, ainsi que de leurs nombreuses variantes, sont masqués par le système technique et administratif existant.

La solution toyotiste, pour redonner un sens au travail et un support au déploiement de l'intelligence des travailleurs, et ainsi essayer d'obtenir d'eux une plus grande motivation, a consisté à tenter de leur faire intérioriser les principes mêmes d'économie de temps et de flux tendu, en leur demandant de les mettre eux-mêmes en oeuvre. Les ouvriers de Toyota, avec leur chef d'équipe, avaient à équilibrer eux-mêmes la charge de travail entre les postes de la chaîne, et à la saturer à chaque changement de volume journalier de production, de modèle ou de version de véhicule. Pour les inciter à remplir cette fonction, leur rémunération et leur promotion étaient liées à leur capacité à réduire les temps standard. Il a été possible ainsi pendant plusieurs décennies d'obtenir d'eux une polyvalence des chaînes et un rythme de changement et de diversification de la production qui ont stupéfié les constructeurs nord-américains et européens. Le travail n'en avait pas pour autant changé de nature. Et les constructeurs japonais reconnaissent aujourd'hui que les jeunes s'en détournent. Le modèle toyotiste a rencontré à la fin des années 80 des limites productives, sociales et politiques, qui ont amené les dirigeants de Toyota à regarder les expériences européennes et particulièrement suédoises pour rendre socialement plus acceptable le travail dans leurs usines ².

La voie suédoise des années soixante-dix a été inverse. Plutôt que de procéder à une fuite en avant dans la logique des principes d'additivité et de fluidité, elle a consisté à relâcher l'emprise de la ligne et du temps de cycle, en sectionnant la première et en augmentant le second, comme cela a été fait à l'usine Volvo de Kalmar. Si elle a

¹ Ils ont présenté le système qu'ils ont inventé dans plusieurs ouvrages. Le premier, écrit en anglais, a été publié en Suède en 1990 par l'Arbetsmiljöfonden: Kajsa Ellegard, Tomas Engstrom, Lennart Nilsson, *Reforming Industrial Work. Principles and Realities. In the planning of Volvo's car assembly plant in Uddevalla*, 1990, 67p. Il a été publié en français sous le titre "La réforme du travail industriel. Principes et réalités de la planification de l'usine de montage automobile Volvo à Uddevalla" in *Actes du GERPISA* n°9, mars 1994. Le deuxième ouvrage, écrit en suédois, date de 1992: Kajsa Ellegard, Tomas Engstrom, Bertil Johanson, Lennart Nilsson, Lars Medbo, *Reflektiv produktion, Industriell verksamhet i förändring*. AB Volvo. Göteborg. 1992. 146p. Cet ouvrage est résumé dans un article des mêmes auteurs, publié en anglais, "Reflective Production in the Final Assembly of Motor Vehicles, An Emerging Swedish Challenge", in *Actes du GERPISA*, n°9, mars 1994, pp 109-128.

² Shimizu K., "La trajectoire de Toyota. Rapport salarial et système de production", *Actes du GERPISA*, n°8, novembre 1993, pp 29-68.

produit des résultats économiquement intéressants, elle a été finalement décevante du point de vue des ouvriers ¹. Pas plus que chez Toyota, la nature même du travail n'avait été en effet changée chez Volvo. La nouveauté radicale d'Uddevalla est de rompre définitivement avec le principe de décomposition-recomposition selon l'économie théorique de temps. Pour rendre intelligible le travail de montage, il a été réorganisé selon la logique de structuration et de fonctionnement du véhicule à assembler. Le produit guide ainsi lui-même son propre montage et donne la possibilité au monteur d'anticiper mentalement sur ce qu'il doit logiquement trouver comme pièces. D'où le nom de "production réflexive" donnée par ses concepteurs à cette conception du travail².

Le découpage du véhicule est d'abord spatial, selon deux axes perpendiculaires créant un côté droit et un côté gauche, un avant et un arrière, un dessus et un dessous. L'opérateur a ainsi une première représentation du véhicule, sous la forme d'un "éclaté", comme si les pièces étaient mises à plat au sol selon ces deux axes, représentation facilitée par le caractère symétrique de la voiture. La répartition des pièces et des sous-ensembles entre les six chariots qui les contiennent et leur présentation dans chaque chariot reproduisent cette spatialisation. Et de fait la structure du véhicule était appréhendable en regardant seulement les chariots et les casiers que ces chariots portaient. Ensuite, les pièces sont classées par "souches" correspondant à de grandes fonctions ou à des ensembles physiques importants. La "souche" délimite un contexte, avec ses contraintes. Déjà au sein de ces "souches", le monteur s'attend à trouver logiquement un certain nombre de fonctions particulières et de groupes de pièces indispensables à l'ensemble concerné. Sur chaque chariot, il y a une ou plusieurs souches. Les fonctions particulières remplies par, ou localisées dans ces ensembles, sont assurées par des pièces en rapport les unes avec les autres, avec une précision donnée et à une place déterminée. Ces pièces peuvent être ainsi classées par "familles", définies à la fois par la fonction qu'elles remplissent, le type d'assemblage qui les unira et leur position sur le véhicule. Les pièces ont dès lors chacune une identité intelligible, descriptible verbalement et visuellement sur des "cartes", et désignable par des mots qui font sens, à côté des codes numériques. Les pièces et les familles sont ensuite rangées selon un modèle de croissance aboutissant à la "souche", donnant à chacune une place temporelle dans un processus de montage holiste et organique, laissant donc la possibilité de modifier l'ordre des opérations, pourvu que la structure et la cohérence de l'ensemble soient assurées. Ainsi une discordance entre la disposition sur le casier et le montage permet de repérer rapidement une pièce erronée ou manquante.

De "l'éclaté" du véhicule à la pièce élémentaire, on change à chaque fois d'échelle dans la position, la description, et la désignation, comme on passe d'une carte au 250.000ème à une carte au 10.000ème. Le classement des "cartes" forme un "atlas géographique d'assemblage", dans lequel il est possible d'aller du tout à la partie pour revenir au tout, dans l'espace et dans le temps. Les souches, les familles et les pièces peuvent avoir des variantes correspondant à des variantes du véhicule ou à des options. Sur les "cartes" sont alors tracées des "pistes de variantes", qui peuvent conduire à

¹ Aguren S., Bredbacka C., Hansson R., Ihregren K., Karlsson K., *Volvo Kalmar Revisited. Ten Years of Experience. Human Resources. Technomogy. Financial results*, SAF-LO-PTK, Stockholm, 1985, 107p. Auer P., Riegler C. *Le post-taylorisme. l'entreprise comme lieu d'apprentissage du changement organisationnel*, ANACT, Paris, 1990, 124 p.

² Ellegard K., Engström T., Nilsson L., 1990, op cité.

modifier le montage de l'ensemble, voire du véhicule, si la variante est d'une grande portée. Ces variantes, loin d'être une complication supplémentaire et parfois une souffrance, remplissent une fonction heuristique. Les différences permettent de mieux comprendre les fonctions essentielles et communes remplies par une pièce ou une famille de pièces.

La mémorisation, on le voit, n'a pas le même objet et les mêmes supports cognitifs dans ce mode de montage que dans le montage en ligne cadencée. Au lieu d'être une fonction séparée à mobiliser, la mémoire est partie intégrante d'une intelligence du produit et de ce qui en fait la qualité. À vrai dire, le problème ne se pose même plus en termes de mémorisation d'un nombre plus ou moins grand d'opérations, mais d'apprentissage d'un processus de montage. Le travail change dès lors de nature. Tout en restant inscrit dans des temps alloués par type de véhicule, le montage devient une activité qui permet aux monteurs d'appréhender l'ensemble du produit et du processus d'assemblage. Ils peuvent opérer des choix et des arbitrages quand à l'ordre des opérations et au temps à consacrer à chacune d'elles, compte tenu d'aléas divers. Ils sont en mesure de percevoir rapidement et de rectifier avec pertinence les défauts produits par eux-mêmes ou par les fournisseurs, parce qu'ils voient dans leur travail même les interférences, les incohérences, les impossibilités et les conséquences non seulement mais aussi globalement pour le véhicule. Ils constatent les ajustages, les positionnements, les assemblages de pièces insuffisamment ou mal pensés à la conception. Leur vue n'est pas étroite et tronquée comme celle de l'opérateur sur chaîne dont les suggestions éventuelles ont de ce fait une pertinence limitée et sont souvent rejetées pour cette raison.

L'alimentation en pièces ou petits sous-ensembles déjà montés des postes de travail d'une chaîne en pièces est effectuée soit par des caristes, soit par des convoyeurs, les carrosseries sur lesquels sont fixées les pièces avançant avec la chaîne. Les caisses de pièces viennent soit d'un magasin central, soit parfois, à l'exemple de Toyota, du fournisseur qui alimentent directement les ateliers en travaillent en synchrones avec eux. La solution trouvée à Uddevalla consiste à apporter automatiquement d'un magasin central à chaque station, à l'aide de chariots filoguidés, d'une part la carrosserie peinte et d'autre part les pièces et les sous-ensembles mécaniques nécessaires au montage du véhicule mis en production. Après avoir terminé de monter une voiture, l'équipe de montage commande les pièces du véhicule suivant, à partir d'un terminal connecté au réseau informatique de l'usine, en fonction de son plan de production pour la semaine. Les pièces ne sont pas placées dans les casiers et sur les chariots pour limiter leur encombrement et ne sont pas accompagnées d'un mode de montage, comme dans un kit de montage d'un meuble par exemple. On a vu que leur disposition et leur présentation selon des principes cognitifs sont essentielles pour permettre aux ouvriers de les assembler. La possibilité d'un montage complet par deux ou quatre ouvriers se joue donc à la préparation des chariots.

L'usine a connu précisément des difficultés à ce stade du processus de fabrication: erreurs, retards, tensions avec les monteurs, temps relativement longs de préparation. La direction de Volvo, pensant se donner des garde-fous, avait voulu, contre l'avis des concepteurs, que le travail de préparation soit effectué de manière classique, c'est-à-dire à partir de liste administrative des pièces nécessaires à chaque véhicule. Face aux difficultés d'approvisionnement, les monteurs sont allés jusqu'à demander de faire eux-mêmes la préparation des chariots. Il a été finalement décidé de donner aux préparateurs la même formation au montage que celle donnée aux monteurs. Une réorganisation du

magasin selon les principes holiste et heuristique du montage était également en cours au moment de la décision de fermeture. Le magasin devait lui-même reproduire spatialement “l’atlas géographique du montage”, être un “éclaté” permettant de trouver immédiatement la pièce qu’il faut parce qu’il est logique qu’elle soit là où on la cherche. Enfin, l’automatisation du stockage des pièces à l’instar de celui des carrosseries peintes était à l’étude. Ces réorganisations et ces projets sont aujourd’hui étudiés à nouveau dans le cadre de la réouverture de l’usine

Le réglage de l’outillage mécanique, essentiellement des visseuses, est effectué une fois pour toutes, aux différents postes qui composent une chaîne d’une usine fordienne ou toyotienne. À Uddevalla, il n’était pas possible de doter chaque station de montage de tous les outils spécialisés et réglés nécessaires. Il n’était pas possible non plus que le monteur ait à régler son outil à chaque opération. La solution trouvée pour les visseuses a consisté à déclencher leur réglage automatique (le couple de serrage) quand le monteur prélevait à son établi l’embout de la visseuse correspondant au vissage à réaliser.

Les impossibilités pratiques données comme justification au caractère inévitable du travail à la chaîne ont donc été dépassées à l’usine d’Uddevalla en premier lieu par une présentation heuristique des pièces à monter et une conception holiste du travail, et en second lieu par une automatisation du transport des éléments, de la gestion de production et du réglage des outils mécaniques. Notons que ce mode de montage présuppose que les pièces n’aient pas à être ajustées. Le système uddevallien partage avec les systèmes fordien et toyotien le principe industriel de standardisation-interchangéabilité des pièces. Est-ce que le mode de montage d’Uddevalla a permis pour autant d’atteindre des temps et plus largement des performances au moins égaux à ceux observés dans les usines organisées selon le principe de la ligne mobile?

2. Les temps de montage et autres performances sur chaîne et en station fixe

Le nombre d’heures-salarié par voiture à Uddevalla était devenu, peu avant la fermeture, inférieur à celui de l’usine Volvo de Torslanda, où le même modèle de véhicule était également monté mais à la chaîne ¹. Ce résultat, mis en avant par les défenseurs d’Uddevalla, ne constitue pas en toute rigueur une preuve de l’intérêt du système uddevallien. Les performances des lignes de montage de Torslanda peuvent être jugées basses, comparativement à celles des usines japonaises fabriquant le même type de véhicule. Les écarts de productivité apparaissent tels, selon l’enquête menée par des chercheurs du MIT ², que le mode d’assemblage d’Uddevalla semble ne jamais pouvoir atteindre le niveau des usines fonctionnant selon les principes de la “production au plus juste”.

¹ Les chiffres qui nous ont été donnés par la direction de l’usine d’Uddevalla étaient en janvier 1993 de 35h/salarié par voiture à Uddevalla, pour 40h/salarié à Torslanda, pour le même modèle: les 940 Volvo, c’est-à-dire le véhicule au plus haut de la gamme.

² Womack J., Jones D., Roos D., *The Machine that changed the World*, Macmillan, New York, 1990. Traduit en français sous le titre *Le système qui va changer le monde*, Dunod, Paris, 1992, 349p. L’usine d’Uddevalla n’a pas fait partie de l’échantillon d’usines d’assemblage enquêtées par le MIT. Elle a été mise en service durant l’été 1989, l’année même de l’enquête. Toutefois, Adler et Cole ont calculé un écart de productivité de 16,8 h-salarié par voiture entre Uddevalla en 1992 et les producteurs japonais en 1989, en appliquant les règles de mise en comparabilité des données adoptées par l’équipe du MIT.

Cependant ce type de comparaison soulève de trop nombreuses questions pour être convaincant. Les chercheurs du MIT disent être parvenus à comparer d'une manière acceptable des usines d'assemblage en procédant à des "redressements" pour tenir compte des différences entre elles ¹. Il n'y a pas de raison de douter *a priori* de leurs résultats. Mais c'est le ratio utilisé qui fait problème. Le "nombre d'heures ouvrées-salarié par voiture produite" présente en effet deux défauts fondamentaux. Il est par définition très sensible au volume produit. Or le volume produit dépend d'abord des marchés de chaque constructeur l'année de l'enquête ², du succès ou non du modèle considéré, indépendamment de toute concurrence sur le prix et la qualité, du moment du cycle de vie du modèle, de la répartition des fabrications entre usines produisant le même véhicule, enfin des taux de change, avant d'être influencé par l'efficacité productive.

Le deuxième défaut du ratio est qu'il n'a pas de rapport direct avec la performance globale. Une firme peut avoir un nombre d'heures par véhicule plus élevé que celui d'autres firmes et être néanmoins globalement plus rentable, si elle parvient à "lancer" plus rapidement ses nouveaux modèles, si elle peut ajuster sans retard sa production à la demande, si ses coûts de fonctionnement sont plus bas, etc. L'obtention d'une performance globale supérieure peut même nécessiter une "productivité apparente du travail" plus faible ³.

Or ces deux défauts du ratio, qui relativisent fortement les écarts entre les firmes que l'équipe du MIT a trouvé par ses calculs, affectent particulièrement la productivité de l'usine d'Uddevalla. Dès sa mise en service, les ventes de Volvo ont en effet chuté ⁴.

¹ Ils seraient parvenus à "redresser" le ratio "heures ouvrées-salarié par voiture" des usines de l'échantillon en compensant les différences de type de véhicule (segment de la gamme, versions, options...), d'opérations effectuées (délimitation de l'assemblage et "taux d'intégration" de pièces...), de catégories de main-d'oeuvre (permanents à temps plein ou partiel, stagiaires, temporaires, sous-traitants de service...), de définition des temps et de la manière de les comptabiliser (temps d'absence, heures supplémentaires, durées et obligations légales, temps "structure" usine et entreprise et leur clé de répartition, temps de formation, sous-traitance de capacité...). Les résultats n'ont pu être publiés que sous forme agrégée au niveau de l'Europe, des Etats-Unis, du Japon et des pays nouvellement industrialisés, par origine des capitaux (américain, européen, japonais) et par grande catégorie de véhicules, en raison de l'exigence d'anonymat des constructeurs qui ont participé à l'enquête et l'ont financée.

² En 1989, année de réalisation de l'enquête du MIT, le marché intérieur japonais connaissait un boom extraordinaire qui n'a pas d'équivalent historique dans d'autres pays, sous l'effet de ce que l'on a appelé "la bulle financière". Il est passé de 3 millions de véhicules particuliers en 1986, qui était sa moyenne depuis dix ans, à 5 millions en 1990. Plus précisément, entre 1988 et 1989, le marché japonais augmentait de 13,6%, le marché européen de 5,7% alors que le marché américain régressait de 7%.

³ Freyssenet M., "Processus et formes sociales d'automatisation. Le paradigme sociologique", *Sociologie du travail*, 4/92, pp 469-495

⁴ L'usine montait en production au moment même de la chute des ventes de voitures Volvo: de 400.000 en 1989 à 300.000 en 1991. Sa production a atteint 21.800 véhicules en 1992 pour une capacité de 40.000 véh/an. C'est pourquoi, les ateliers n'ont finalement pas tous été équipés et les stations de montage toutes utilisées. En revanche, l'usine était en sureffectif. Elle comptait 820 salariés, alors que le maximum prévu était de 1.000 pour 40.000 véhicules. Le renversement de la conjoncture n'a pas conduit à une réduction rapide du nombre d'emplois. Outre l'espérance d'une reprise du marché, les salariés en formation étaient inscrits à l'effectif, alors qu'ils étaient payés par l'Etat au titre de la reconversion industrielle de la zone portuaire où est implanté Uddevalla. On peut également apprécier le sureffectif en considérant ce qui est prévu pour l'usine rouverte: 350 salariés devraient permettre de produire 20.000 véh/an, avec un atelier de soudure et de peinture en plus.

L'efficacité du montage uddevallien se trouve en outre pour une part essentielle dans les autres aspects de la performance. Le calcul du ratio lui-même devrait enfin prendre en compte des variables spécifiques à Uddevalla ¹, ne serait-ce que le fait que le système était à proprement parler en cours d'invention comme l'atteste le passage du montage à 8, puis à 4, puis à deux monteuses, ou bien la non-application, regrettée ensuite, des principes du montage à la préparation des chariots de pièces les amenant aux stations de montage, qui a perturbé la production.

La comparaison des temps globaux de montage entre usines se heurte donc à de très nombreuses difficultés, tant les variables à prendre en compte sont nombreuses et difficilement quantifiables. Aussi la polémique est généralement sans fin, et le débat sur les mérites comparatifs des "usines au plus juste" et de l'usine Volvo d'Uddevalla a eu tendance à s'y enfermer. Nous ne sommes cependant pas dépourvus de moyens pertinents de réflexion. Un de ces moyens consiste à analyser les pertes de temps et les limites de performances générées par la structure même de la ligne mobile et de voir comment la "production au plus juste" et "la production réflexive" tentent de les dépasser. Quand bien même disposerions-nous des données indispensables pour effectuer des comparaisons des temps de montage et des autres performances, nous devrions de toute façon rechercher les raisons de ces performances et donc mener l'analyse précédente.

2.1. Les cinq problèmes structurels du montage en ligne mobile

Le temps théorique de montage, ou "temps gamme", correspond à la somme des temps nécessaires pour effectuer les micro-mouvements exigés par chacune des opérations élémentaires résultant de la décomposition du travail de montage, somme augmentée des temps de repos. Il est obtenu à partir de tables de correspondance entre mouvements et temps, sans observation. Ce temps théorique est calculé pour la variante moyenne du modèle monté par des ouvriers moyens aux mêmes performances, en nombre juste nécessaire pour une production journalière donnée et stabilisée, ne connaissant pas d'arrêt. La réalité n'est évidemment jamais celle-là.

Les variantes sont nombreuses et leur pondération variable d'un jour sur l'autre. Les ouvriers ont des âges, des caractéristiques et des compétences différentes et donc des rythmes de travail inégaux. L'effectif ne peut jamais correspondre au nombre strictement nécessaire, en raison des absences de natures diverses, des personnes à former, des variations de charge, des pertes d'engagement, des pertes d'enchaînement,

¹ L'usine n'avait que 4 ans d'âge au moment de sa fermeture. Un seul atelier sur cinq était équipé pour le montage complet à deux ouvriers, forme d'organisation qui s'est révélée la plus efficace. L'entreprise avait fixé pour objectif de productivité de ne pas mettre plus de temps que la ligne de montage de Torslanda. Les derniers mois de fonctionnement de l'usine ont montré que les monteuses et les préparateurs pouvaient, si nécessaire, faire nettement mieux. La gestion de production de Volvo a visé à saturer les lignes de montage de Torslanda et à faire faire le complément par Uddevalla, notamment les véhicules présentant la variété maximale, en raison de sa flexibilité, comme nous le verrons plus loin. Les heures de "structure" entreprise ont été affectées au *pro rata* des effectifs des usines, qui donc étaient surdimensionnés à Uddevalla, et alors que cette usine (en fait une filiale) a assumé de nombreuses fonctions centrales. Les heures de formation n'ont été que partiellement comptabilisées à Torslanda, alors qu'elles ont toutes été prises en compte à Uddevalla. La composition voulue de l'effectif par 45% de femmes, y compris dans les ateliers de montage, a produit un taux d'absentéisme structurellement plus élevé à Uddevalla qu'à Torslanda, alors qu'à composition identique, il aurait été plus faible.

des pannes et des retouches. La production journalière varie en fonction du cycle de vie du produit, des fluctuations de la demande au cours de ce cycle, et des arrêts que connaît l'activité, qu'ils soient dus à des pannes, des accidents, des réunions, des grèves ou des ruptures d'approvisionnement. Un coefficient, appelé "rendement de l'atelier", est introduit pour rendre compte de l'écart entre le calcul théorique et la réalité prévisible. Or cet écart peut être considérable, vidant de sens le "temps gamme". Il n'est pas rare qu'il atteigne en effet 50% de ce temps. Il comprend des temps non travaillés, communs à toutes sortes d'organisation, comme les pauses payées et les temps de délégation syndicale. Il est constitué surtout par des pertes de temps, dont l'ampleur dépend de la rigidité ou de la souplesse du système technico-organisationnel face aux différents types d'aléas.

L'analyse des temps réels de montage a été faite par Christophe Midler à la fin des années soixante-dix lorsqu'il comparait économiquement la production sur chaîne et la production en poste fixe de sous-ensembles de voiture ¹. Il a montré alors qu'ils dépendent de l'impossibilité technique d'équilibrer complètement les postes de travail de la chaîne, et des différents types de perturbation par rapport au régime moyen stabilisé qui a servi de base au calcul des temps théoriques: les variations de la demande, la diversification du produit et l'absentéisme. Cette liste doit être complétée aujourd'hui par un quatrième type de perturbations: les pannes et incidents, qui à l'époque avaient peu d'importance, le montage étant complètement manuel, mais qui maintenant avec l'insertion de tronçons automatisés affectent considérablement le rendement des chaînes de montage.

La chaîne repose sur la décomposition du processus de montage en opérations élémentaires afin de définir par recomposition des postes de travail ayant un espace-temps identique. Le temps d'arrêt ou de défilement à chaque poste, appelé temps de cycle, est égal à la production horaire divisée par 60 minutes. La recomposition du processus à partir des opérations élémentaires consiste à faire en sorte que le temps de cycle soit pleinement utilisé à chaque poste. C'est ce que l'on appelle *l'équilibrage de la chaîne*. D'où l'attribution aux différents postes d'opérations qui peuvent n'avoir aucun lien entre elles. Toutefois la répartition des opérations doit répondre à d'autres exigences qui limitent les possibilités d'une répartition indifférenciée. Certaines opérations ne peuvent être effectuées qu'après que d'autres ont été réalisées, ou bien ne peuvent l'être qu'à certains postes, parce qu'elles demandent des équipements particuliers. D'où le découpage de la chaîne en tronçons et l'établissement pour chaque tronçon d'un graphe des antériorités. Ces différentes contraintes empêchent de parvenir à un équilibrage parfait.

¹ Midler C., "L'organisation du travail et ses déterminants. Enjeux économiques et organisationnels des réformes de restructuration des tâches dans le montage automobile", Thèse de 3ème cycle en gestion, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 1980, p177. L'auteur montre notamment que la valeur donnée au coefficient de "rendement d'atelier" est évidemment essentielle pour tout calcul de rentabilité d'un projet et pour toute comparaison entre projets. Il est établi sur la base des écarts observés dans des organisations du travail comparables existantes, si possible dans la même usine et pour un type de véhicule de mêmes segments de gamme. En l'absence et vraisemblablement en raison de l'impossibilité de disposer de techniques de calcul formalisées du rendement de l'atelier, le coefficient retenu est souvent qualifié de "pari", signifiant par là qu'il s'agit plus d'un niveau d'écart à atteindre que de la prise en compte de tous les facteurs qui vont influencer sur cet écart. Pour cette raison, la comparaison entre projet se fait habituellement à "rendement" égal, coulant de ce fait dès le départ tout projet organisationnel radicalement nouveau dont le mérite essentiel est précisément de réduire très sensiblement l'écart, et cela d'autant plus que le temps théorique est généralement plus élevé.

Le temps de cycle ne peut être pleinement utilisé à tous les postes. À l'inverse, il peut ne pas suffire pour réaliser des opérations indissociables. Il peut aussi être volontairement dépassé pour ne pas créer un poste supplémentaire qui serait "sous-engagé". Il y a donc un écart entre le temps de cycle et le temps opératoire théorique à chaque poste. Le solde de ces écarts, toujours positif, s'ajoute au temps théorique global, le temps gamme, et constitue une perte appelée "perte d'engagement". Le montage en chaîne d'un modèle unique, sans version ni option, comme a pu l'être pendant quelques années la Ford T de Ford, permet par approximation successive de trouver le bon découpage et de réduire au mieux les pertes d'engagement, sans toutefois pouvoir les éliminer complètement. En revanche, dès que la production se diversifie sur une même chaîne (plusieurs options, versions et modèles), les pertes d'engagement s'accroissent très rapidement. Des études préalables longues et complexes sont alors nécessaires pour les diminuer.

L'originalité du système toyotien en la matière a consisté à réduire au maximum les "pertes d'engagement", en amenant les opérateurs et leurs chefs d'équipe à équilibrer eux-mêmes leurs postes de travail et à saturer le temps de cycle. Les opérateurs sont en effet les mieux placés pour savoir comment améliorer l'équilibrage et pour l'adopter sans délai. Encore faut-il que les opérateurs acceptent de le faire. Les conditions pour y parvenir ont été chez Toyota une conjoncture historique, un mode d'encadrement et un système de salaire ¹.

Le problème de l'équilibrage des temps ne se pose pas entre stations fixes de montage. Il n'est pas nécessaire de définir un véhicule moyen. Le groupe de deux ou quatre ouvriers qui monte un véhicule à en charge collectivement le montage complet de ce véhicule dans un temps alloué. Si un quart ou une moitié de véhicule se trouve être un peu plus long à monter, ou bien si un opérateur est un peu moins expérimenté, le ou les autres monteurs peuvent intervenir pour tenir dans le temps alloué. Une équipe, qui met un peu plus de temps avec une variante, n'oblige pas les autres équipes à s'aligner sur son temps de production ou à trouver des moyens pour combler les temps morts.

Le travail de découpage est, on vient de le voir, long et complexe sur une chaîne. Il est fait à chaque *lancement de véhicule*, c'est-à-dire à une fréquence plus grande depuis les années soixante-dix, étant donné le renouvellement accéléré des modèles imposé par la concurrence et les attentes de la clientèle. Le découpage doit être également repris à chaque *changement de production horaire*. La fréquence de ces changements varie en fonction de la demande et du degré de mixage des modèles et des versions sur les chaînes. À chaque fois, un agent technique est mobilisé pendant plusieurs jours. La longueur du redécoupage empêche aussi de s'adapter immédiatement à la demande et donc oblige soit à trop produire soit à rallonger les délais de livraison. Les opérateurs doivent apprendre à chaque fois les nouvelles opérations à faire à leur poste de travail et à les réaliser immédiatement durant le nouveau temps de cycle. Avant qu'ils y parviennent, il faut les doubler, soit en recourant à des intérimaires, soit en faisant appel à du personnel indirect. Ce moment est très important, car se joue alors le compromis entre les opérateurs et l'encadrement sur la norme de travail. Que ce dernier soit obligé par l'attitude des opérateurs de maintenir certains postes doublés, et le temps de montage en sera considérablement accru et deviendra une référence pour de futurs

¹ Actes du GERPISA, Paris, n° 8, op. cité.

redécoupages ¹. Si la demande d'un ou des modèles baisse et si la production horaire doit être diminuée, le personnel temporairement surnuméraire doit être réaffecté à d'autres tâches.

Le système toyotien a essayé là aussi de limiter ces inconvénients, inhérents à la ligne. Lors de la montée en cadence, contremaîtres et équipes de travail redéfinissent, sur la base de temps standard assez lâches calculés par les services techniques, des temps opératoires toujours plus serrés. Les opérateurs sont incités à s'entraider d'un poste à un autre. La polyvalence des personnes et des chaînes permet de maintenir le même temps de cycle lorsque la demande d'un modèle augmente ou baisse. Les pertes de temps et les coûts supplémentaires dus à la chaîne ne peuvent cependant être totalement éliminés.

Avec le montage parallèle en station fixe de véhicules complets, la montée en cadence lors d'un lancement d'un véhicule peut s'effectuer progressivement aussi bien pour le monteur que pour l'usine. La négociation de la norme de production peut être étalée dans le temps, alors que sur chaîne elle doit être décidée rapidement. L'adaptation à la variation de la demande se fait par ouverture-fermeture de certaines stations de travail, sans avoir à modifier le travail des opérateurs de l'ensemble de l'atelier comme sur une chaîne. Lorsque les commandes baissent, le personnel surnuméraire, ayant une compétence élargie, peut être plus facilement affecté, sans formation supplémentaire, à des tâches de préparation, d'entretien ou d'administration. Lorsque les commandes sont plus nombreuses, le passage à l'horaire en 2x8 peut se faire sur quelques stations par exemple. L'ajustement à la demande peut être millimétrique, alors qu'elle est grossière avec la chaîne.

La diversification du produit est la troisième cause d'écart entre le temps gamme et le temps réel de montage sur chaîne. Le temps gamme est établi pour un véhicule moyen. Quand passe un véhicule d'une variante "bas de gamme" avec peu d'équipements, les ouvriers auront moins d'opérations à faire. Cela se traduira par des pertes d'engagement. À l'inverse s'il passe une variante "haut de gamme", le temps de cycle est insuffisant pour réaliser les opérations supplémentaires. Soit les opérateurs descendent alors la chaîne puis la remonte en essayant de rattraper le temps perdu sur les autres véhicules plus simples, mais il faut pour cela que le mixage des variantes selon les temps d'engagement des opérateurs soit possible, ce qui n'est pas toujours le cas, car les ateliers de peinture ou la tôlerie ont d'autres impératifs de mixage. Soit on introduit dans le temps gamme une marge de manœuvre permettant de faire face aux opérations supplémentaires. Soit enfin, on prévoit une personne qui vient donner un coup de main lorsque passe un véhicule plus chargé, une personne prélevée dans la main-d'œuvre indirecte a l'avantage de ne pas être comptabilisée dans le "rendement" aux yeux de l'encadrement.

Mais dans tous les cas, on a des pertes d'engagement. La coopération entre opérateurs au sein des équipes de travail, leur formation à la "répartition économique" des tâches entre eux sont les moyens développés par le système toyotiste pour atténuer les différences brutales de charge de travail d'un véhicule à un autre. La diversité du produit ne crée pas ces problèmes si le montage se fait en station fixe. Une variante qui demande plus de temps pour être montée n'a pas de répercussion sur le temps de montage des véhicules plus simples. Le temps alloué est simplement augmenté pour

¹ Midler C., 1980, op. cité.

cette variante. Ainsi le temps opératoire peut être ajusté au temps effectivement nécessaire, sans recourir à une moyenne jamais adaptée et créant de ce fait des tensions.

Outre l'hétérogénéisation des temps opératoires à un même poste de travail, analysé par Christophe Midler, la diversification du produit a deux autres conséquences: la part du temps de déplacements des opérateurs dans le temps opératoire s'accroît et les erreurs sont plus fréquentes. Le nombre de présentoirs et de casiers de pièces augmente en bord de chaîne, nécessitant souvent de les mettre sur trois profondeurs. Or le temps de déplacement de l'opérateur n'apporte aucune valeur ajoutée, alors qu'il est comptabilisé dans le temps opératoire. Suivant l'exemple de Toyota, les constructeurs automobiles réduisent la taille des caisses et des stocks en bord de chaîne, en alimentant les postes plus fréquemment, en préparant des sous-ensembles et en les encyclant, en mettant en place des "servantes" portant les petites pièces usuelles qui accompagnent les opérateurs ou sur lesquelles ils sont "embarqués". À Uddevalla, les monteurs ont, de chaque côté de leur station de travail, à portée de main, les casiers de pièces dont ils ont besoin pour le véhicule qu'ils montent. Au lieu de se déplacer à chaque cycle et parfois plusieurs fois dans un cycle vers les différentes caisses pour prendre les pièces, ils saisissent les pièces déjà groupées dont ils ont besoin, et les amènent là où ils effectuent leur travail. Les erreurs et les oublis, dans le travail à la chaîne, dus au manque de temps pour les véhicules spéciaux ou très équipés et la difficulté de mémoriser des opérations spécifiques, sans lien entre elles et peu fréquentes, pénalisent la production, par la mauvaise qualité et par les retouches à effectuer. Les erreurs et les oublis en poste fixe apparaissent à l'opérateur soit par des pièces restantes sur le casier soit par une impossibilité de montage. Ils peuvent être rectifiés dans le cours même du travail par le même opérateur, ou par appel au magasin pour un échange. L'attente éventuelle n'est pas pénalisante dans la mesure où l'opérateur peut faire autre chose en attendant, alors que sur chaîne une erreur ou un oubli implique l'intervention d'au moins une personne supplémentaire.

Les variations de l'effectif présent dans une usine classique sont fréquentes. À la fin des années soixante-dix, il arrivait que l'effectif réel sur chaîne soit inférieur à l'effectif théorique dans 80% des journées de production ¹. C'était donc un problème quasi quotidien pour les contremaîtres. Si le pourcentage a certainement baissé avec l'absentéisme, le problème persiste. La production est néanmoins réalisée, sans qu'il y ait pour autant accélération des cadences. La solution est de disposer d'un personnel de réserve occupé à des postes non enchaînés d'où il puisse être retiré et affecté aux postes enchaînés sans titulaire. Le volume de ce personnel va dépendre du nombre de postes hors chaîne, de leur autonomie en stocks amont et aval possibles, de leur surcapacité par rapport aux besoins moyens, et de la polyvalence de ce personnel. Il s'agit le plus souvent de postes de préparation, de contrôle ou de retouche. Mais la diminution des stocks et la suppression des contrôles en bout de chaîne chez de nombreuses constructrices automobiles diminuent aujourd'hui le nombre de remplaçants possibles. L'atelier est donc en permanence en sous ou en sureffectif, se traduisant là aussi en baisse de rendement ². Chez Toyota, outre une forte pression au présentéisme, les

¹ Midler C., 1980, op cité

² Christophe. Midler écrit dans sa thèse que cette baisse est parfois cachée par les contremaîtres en imputant le temps du personnel supplémentaire aux dépenses de formation à la polyvalence ou au contrôle qualité, ou bien encore en recourant à de la main-d'œuvre indirecte.

équipes de travail devaient pallier elles-mêmes aux absences éventuelles ¹. Dans le cas du montage en station fixe, il est possible de jouer sur le volume de production si tous les véhicules figurant au plan de production ne sont pas autant de commandes fermes. Le personnel est de plus par nature polyvalent. Les ouvriers peuvent passer d'une équipe à une autre sans problème.

Depuis l'introduction de tronçons automatisés dans les lignes de montage au cours des années quatre-vingt, *les aléas de fabrication et les pannes de machines* sont devenus une cause importante de perturbations de la production en ligne. Les pannes proprement techniques, si elles ont pu être très pénalisantes au début de l'automatisation du montage, ne représentent plus qu'une proportion faible des temps d'arrêt de chaîne aujourd'hui. En revanche, le mauvais placement des pièces sur les sous-ensembles à assembler automatiquement est une cause d'arrêts fréquents et parfois longs, en raison du manque de tolérance des machines automatisées à tout ce qui n'est pas rigoureusement en place. De même, l'oubli d'une pièce ou sa défectuosité, comme son mauvais positionnement, ne peuvent plus être immédiatement rectifiés comme cela est possible sur une chaîne entièrement manuelle, où les opérateurs rectifient ce qui les empêche d'effectuer les opérations qui sont les leurs. Les arrêts ainsi provoqués sont d'autant plus longs, que le conducteur de l'installation automatisée est souvent dans l'incapacité de connaître leurs causes en raison de l'opacité de l'installation, et d'autant plus pénalisants qu'il est amené, pour cette raison, à intervenir en aveugle et à exécuter des manoeuvres qui entraînent souvent une détérioration progressive du produit, de la machine et de l'outillage ².

On connaît la théorie toyotienne pour limiter les arrêts de chaîne. Au lieu de procéder à des interventions rapides pour relancer la production et de reporter à plus tard le traitement en profondeur des causes, il est préconisé des arrêts longs pour éliminer si possible ces causes, afin que l'aléa ou la panne ne se reproduise pas, et ainsi obtenir une montée en fiabilité régulière. Cette stratégie a reposé sur une implication des ouvriers et de leurs chefs d'équipe dans la détection et le traitement des défauts, obtenue par un système de salaire et de promotion fondée sur la participation à l'amélioration de la productivité, soit au sein des équipes de travail, soit dans des structures *ad hoc*.

Mis à part les pannes très rares des chariots filoguidés ou des visseuses à réglage automatique des couples de serrage, la production à Uddevalla n'était pas perturbée par des problèmes techniques. Elle l'a été en revanche dans une première phase par le système de gestion informatisé et par les erreurs commises dans la préparation des casiers et des chariots. On a vu précédemment la solution trouvée à ces problèmes, dans l'esprit même des principes cognitifs au fondement de la conception de l'usine.

En conclusion de cette analyse structurelle des limites respectives des trois systèmes de production considérés, on peut dire tout d'abord que les écarts entre les temps théoriques et les temps réels sont structurels dans le cas du montage en ligne et que leur ampleur est parfois masquée par des pratiques de régulation au niveau de l'atelier, consistant à transférer les pertes de temps sur d'autres postes budgétaires. Les méthodes toyotiennes se sont révélées plus efficaces, mais n'ont pas réussi pour autant à les

¹ Koichi Shimizu montre que les contremaîtres de Toyota recourraient aussi à des subterfuges pour éviter l'accroissement de la charge de travail et surtout que le "coefficient d'efficacité productive" de leurs équipes ne soit trop bas et ne réduise le salaire mensuel de tous. Voir *Actes du GERPISA*, n° 8, op. cité.

² Freyssenet M., 1992, op cité.

supprimer. Surtout les difficultés sociales actuelles du modèle ont amené à réintroduire des stocks, à donner de l'autonomie aux équipes, à alléger la pression à la détection des défauts et à la productivité¹.

2.2. La méthode de raisonnement appliquée au temps de montage est utilisable pour les autres aspects de la performance. Or on sait que ces aspects, rarement pris en compte, sont plus importants que les ratios de productivité physique, pour évaluer et comprendre la performance globale d'une entreprise. À titre illustratif, on se limitera ici à quelques aspects.

Le coût de lancement d'un véhicule dans une usine produisant en ligne comprend des études et des travaux plus ou moins importants selon le redécoupage des postes que ce lancement nécessite et les automatisations que l'on souhaite introduire. Il est l'occasion de modifier le process afin de mieux l'adapter à une production de variété et le cas échéant à la population des ouvriers. Avec la production en station fixe, le lancement d'un véhicule se réduit, sauf si c'est l'occasion d'introduire de nouvelles automatisations, au perfectionnement de l'outillage et aux temps de redistribution des pièces dans le magasin, d'adaptation de leur présentation dans les casiers et sur les chariots, et de formation du personnel aux différences du nouveau modèle par rapport au précédent. L'expérience est de plus ici totalement cumulative, tant pour la réorganisation que pour le personnel, qui se forme largement lui-même. Il n'est pas nécessaire de tout reprendre. On sait que la première année de lancement d'un véhicule est décisive pour sa rentabilité. On estime que durant cette année-là, un client qui ne peut être satisfait immédiatement est un client qui se tourne vers la concurrence. D'où l'importance de réussir le lancement. Or bien souvent, dans une usine classique, la montée en cadence rencontre des difficultés et les délais de livraison ne sont pas respectés durant cette période. Tout problème qui n'a pu être anticipé entraîne en effet une perturbation de l'ensemble ou oblige à des régulations temporaires coûteuses. Toyota teste ses nouveaux process en vraie grandeur jusqu'à ce qu'il les maîtrise complètement, ce que les autres constructeurs font de plus en plus. Toutefois certains problèmes ne se manifestent qu'en pleine cadence de production. La production holiste en station fixe n'a pas a priori le même type de difficultés. La livraison de certains véhicules peut être retardée par la montée en compétence moins rapide de certaines équipes de montage, mais pas la livraison de tous les véhicules.

Le pilotage par l'aval, c'est-à-dire la mise en production des seules voitures commandées par le client et la livraison sans délai, est un rêve pour tous les constructeurs. Le temps nécessaire à la fabrication des pièces, le coût des changements d'outil et la production en flux ont imposé à l'industrie automobile une planification longtemps rigide des véhicules à monter. Nombre d'innovations japonaises ont eu pour but de réduire cette rigidité inhérente au travail en ligne et de tendre vers l'ajustement quotidien du plan de production en fonction des dernières commandes. Cependant, le pilotage par l'aval rencontre une limite structurelle: la modification de l'ordre de fabrication des voitures n'est plus possible une fois que les véhicules sont engagées dans le flux. S'il y a modification, et cela arrive souvent, ce n'est pas pour mieux répondre aux attentes du client, mais au contraire en raison de perturbations intervenues au sein du flux: ruptures d'approvisionnement, erreurs d'encyclage, blocages, etc., qui empêchent de tenir les engagements pris ou de réduire plus les délais de livraison.

¹ Actes du GERPISA, n° 8, op. cité.

Le montage en poste fixe permet de faire passer les commandes fermes avant les véhicules au plan de production. Une commande urgente peut être mise en production dans le délai de préparation des chariots et dans les limites de disponibilité des pièces nécessaires au magasin et du temps de livraison par les fournisseurs en cas de stocks insuffisants. Le *kanban* est particulièrement adapté et applicable au montage en parallèle pour éviter les ruptures d'approvisionnement comme les stocks qui dorment. Il est possible d'interrompre, cela s'est fait à Uddevalla, le montage de certains véhicules pour assembler en urgence des voitures dont la livraison sans délai est impérieuse. Le changement de production ne dure pas plus de deux minutes à deux personnes, les autres manutentions se faisant en temps masqué. Le véhicule peut être livré au bout de trois heures, en le faisant monter par six ouvriers d'une équipe.

La réduction des coûts indirects est un des objectifs affichés du système toyotien, qui a fait de la chasse aux gaspillages une des clés de sa réussite, au point d'avoir été dénommé *lean production*. Le montage holiste en parallèle devrait entraîner des coûts indirects structurellement plus bas. Un examen systématique est à faire. Par exemple, la formation initiale (4 mois) s'effectue en produisant. Elle n'a pas besoin d'être reprise complètement à chaque lancement de modèle, introduction de variantes ou changement de temps de cycle. La hiérarchie peut être réduite à deux niveaux, comme cela a été le cas à Uddevalla la dernière année: les équipes et leur porte-parole, un chef d'atelier et le directeur de l'usine. De par sa structure, le montage en ligne impose un plus grand nombre de niveaux de coordination, indépendamment de toute préoccupation de contrôle du travail qui surajoute généralement d'autres niveaux. La gestion de production n'a pas besoin d'être une lourde machine devant faire respecter le "film" qu'elle a établi et veiller constamment à la fluidité de la production. Le système s'auto-régule en principe facilement. Il n'est pas nécessaire de procéder à de longues et coûteuses études pour rechercher l'origine de dysfonctionnements ou pour dimensionner des stocks tampon.

La qualité n'exige pas les mêmes conditions et surtout n'est pas de même nature selon le mode de montage adopté. Sur chaîne, l'autocontrôle est une contrainte supplémentaire que l'opérateur doit intérioriser pour être en mesure d'en respecter la procédure. Toyota allège la pression en ce domaine en réintroduisant le contrôle-qualité et les retouches au bout de chaque tronçon des nouvelles lignes ¹. Avec le montage en poste fixe, l'opérateur peut éprouver lui-même la correction de ses actes par les difficultés qu'il rencontre ou non dans les opérations suivantes qu'il a à faire. Il peut identifier du même coup les causes de ses erreurs et les supprimer immédiatement si cela est dans son pouvoir et s'il en a les moyens, ce qui est rarement le cas sur chaîne. La différence la plus importante réside vraisemblablement dans la nature de la qualité et de ses critères. Au lieu de porter seulement sur des points considérés comme essentiels, la qualité peut être appréhendée aussi globalement, la somme de contrôles formellement et ponctuellement positifs ne garantissant pas en effet automatiquement une qualité globale. Il ne suffit pas que la qualité soit respectée sur des points dûment répertoriés. Elle doit résulter d'un tout cohérent.

Nombre de *modifications du produit* résultent de la nécessité de simplification pour faciliter le montage en flux, sans qu'elles accroissent la qualité ou qu'elles apportent des prestations supplémentaires pour le client. Elles peuvent même avoir un effet

¹ Actes du GERPISA, n° 8, op cité, p. 55.

inverse. La très grande flexibilité d'un monteur permet d'introduire une amélioration, même si le montage en est un peu plus compliqué. Il est souvent reproché aux suggestions émises par les opérateurs sur chaîne ou par les conducteurs d'installations automatisées concernant le produit et le process, de ne pas prendre en compte les conséquences que l'application de leurs suggestions pourrait avoir sur d'autres éléments du véhicule ou les impossibilités de montage qu'elles entraîneraient. De fait, avec le montage en ligne, l'opérateur ou le conducteur ne peut avoir une vue d'ensemble. Cette limitation intellectuelle devrait disparaître logiquement avec le montage complet en station fixe. Les monteurs devraient même avoir un avantage sur le bureau d'études. Au cours de la vie du véhicule, ils peuvent avoir une vue d'ensemble et systématique de toutes les variantes et options, de leurs incohérences éventuelles, que les ingénieurs d'études perdent souvent après la phase de conception, ne serait-ce que parce que souvent ce ne sont pas les mêmes qui étudient les variantes. Ils peuvent même connaître les attentes ou les souhaits de certains clients, puisque ceux qui en ont le temps peuvent venir voir monter leur voiture comme cela s'est fait plusieurs fois à Uddevalla.

L'analyse comparée des structures des différents modes de montage tend donc à montrer que le système uddevallien offre des possibilités de performance globale supérieure. Pour savoir si cette potentialité peut se réaliser et le système se diffuser, il nous faut maintenant examiner si les principes de la "production réflexive" sont applicables à la grande série et aux ateliers automatisés et quelles en sont les conditions, c'est-à-dire les limites.

4. Les possibilités d'extension de la "production réflexive"

L'usine d'Uddevalla n'a produit avant sa fermeture que des véhicules en petites et moyennes séries. Elle reprendra en 1996 une production du même type. Certains constructeurs européens s'intéressent aujourd'hui au montage en station fixe pour leurs véhicules spéciaux (cabriolet, coupé, minivan, monospace, 4x4, ...) qui tendent à constituer une part importante de leur production totale. Est-ce la marque d'une impossibilité structurelle et économique du système à s'appliquer à *la grande série*? S'il en était ainsi, le montage holiste en station fixe ne serait alors qu'une innovation mineure: on sait produire depuis longtemps de cette façon des moteurs d'avions ou des ordinateurs professionnels par exemple, en petites séries. L'intérêt de l'usine d'Uddevalla se limiterait à avoir rappeler cette évidence aux constructeurs automobiles. Mais l'analyse précédente des temps de montage et des autres performances nous a montré que le système vaut aussi bien pour la grande série que pour les séries moyennes ou petites, si l'on cherche à surmonter les impossibilités structurelles du montage en ligne à réduire d'une manière économiquement satisfaisante et socialement acceptable l'écart entre performance théorique et performance réelle.

La "production réflexive" n'a concerné pour l'instant que l'activité de montage. Est-elle applicable en mécanique, aux presses, en tôlerie, à la peinture, aujourd'hui fortement automatisés? Au montage, Le système uddevallien doit être analysé, nous semble-t-il, comme une autre stratégie d'automatisation. Sont automatisées en effet toutes les opérations sans valeur ajoutée, à savoir les manutentions et la gestion. En revanche ce qui est complexe, coûteux et prématuré à automatiser, à savoir la préparation et le montage de véhicules de plus en plus équipés et variés, est laissé pour

l'instant en manuel. Mais la "production réflexive" aurait peu d'avenir si elle devait rester figée dans la répartition actuelle entre le manuel et l'automatique.

La question se pose donc de savoir comment les principes holistes pourraient orienter la conception de l'automatisation du montage et de la production en général. La construction des ateliers de soudure et de peinture à l'usine d'Uddevalla devrait nous apporter des réponses. Certaines opérations y seront nécessairement automatisées. Or les concepteurs entendent appliquer la même conception du travail qu'au montage. Au moment de l'achèvement de cet article, nous ne savons pas comment cela se traduira concrètement. Assistera-t-on à une limitation de l'automatisation ou bien à l'apparition d'une autre forme d'automatisation? C'est un des grands enjeux et un des grands intérêts de la réouverture de l'usine.

Dans de précédents textes, j'ai esquissé ce que pourrait être une autre forme sociale d'automatisation ¹. On sait combien l'automatisation réalisée dans les années quatre-vingt par les constructeurs européens et américains n'a atteint les objectifs visés de productivité et de qualité, quand elle y est parvenue, qu'après bien des difficultés, des modifications et des mises au point longues et coûteuses en investissements, en pertes de production et en réductions d'effectif prématurées. Ces constructeurs ont voulu alors, en automatisant des opérations apparemment simples effectuées par de la main-d'oeuvre directe non qualifiée, augmenter d'un coup la productivité et la qualité. Mais ils l'ont fait sans que leurs ingénieurs aient une connaissance et une maîtrise suffisantes des paramètres à prendre en compte en situation de production réelle. Les résultats escomptés n'ont pas été obtenus, au point qu'ils n'ont pas été pour rien dans les difficultés financières de ces constructeurs durant les années quatre-vingt. Ces derniers sont revenus depuis à plus de réalisme, en automatisant moins leurs nouvelles lignes. Ils n'ont pas pour autant remis en question la priorité à la réduction de la main-d'oeuvre directe qui est au fondement de leur stratégie d'automatisation. Toyota a été dans l'ensemble plus prudent, mais il n'en partage pas moins la philosophie productive consistant à automatiser d'abord les opérations directes de fabrication et de montage.

Les difficultés rencontrées dans la mise au point des installations automatisées proviennent de ce que les installations sont conçues, dans leur architecture mécanique et informatique, pour réduire au maximum les temps d'arrêts dus à des dysfonctionnements, à partir d'un nombre déterminé à l'avance d'incidents imaginés comme pouvant se produire. Or les incidents non prévus sont plus nombreux et plus fréquents que ce qui peut être pensé. Les interventions rapides des conducteurs et dépanneurs pour relancer au plus vite la production amènent à reporter à plus tard et à faire traiter par d'autres les causes premières des dysfonctionnements. Une conception holiste du travail appliquée à la conception des installations automatisées conduit à penser ces dernières de telle sorte que leurs conducteurs soient en mesure matériellement et cognitivement de repérer et de participer à l'analyse des causes premières des aléas de fabrication et des pannes-machine. C'est en créant les conditions techniques et organisationnelles d'une intelligence d'ensemble du produit et du processus automatisé pour les conducteurs d'installations, que l'on peut espérer voir se développer une forme d'automatisation socialement "anthropocentrée", et s'enclencher un processus social réel et durable d'inversion de la division de l'intelligence du travail dans les ateliers automatisés.

¹ Freyssenet M., 1992., op cité.

5. Les conditions sociales de possibilité de la “production réflexive”. Faut-il réexaminer l’histoire industrielle?

Au fil de l’analyse, trois conditions sociales sont apparues nécessaires à la “production réflexive”. Elles constituent autant de limites à sa diffusion. Le temps alloué pour chaque modèle et variante doit être négocié, car il n’existe plus de moyens matériels (techniques et organisationnels) pour imposer un rythme de travail. Les importantes potentialités d’amélioration du produit et du process et de réduction des temps de montage par les monteurs n’ont de chance de se concrétiser que si elles ne conduisent pas à des réductions d’emploi. Enfin la dynamique collective d’inversion réelle de la “division de l’intelligence du travail” qui s’amorce ainsi doit pouvoir se développer, sans être contenue comme dans le cas toyotiste, afin que le compromis social soit possible et que l’implication qu’elle présuppose perdure¹. On retrouve là des conditions semblables à celles nécessaires à l’émergence d’une automatisation maîtrisable dans son fonctionnement et améliorables par les conducteurs, comme j’ai essayé de le montrer par ailleurs. Elles impliquent que l’entreprise ne pense pas son avenir seulement en fonction de ses marchés, mais aussi en fonction des compétences développées par ses salariés. Un tel scénario présuppose un changement profond du rapport salarial.

Le système uddevallien permet donc de surmonter les impossibilités pratiques données comme justification au travail à la chaîne: impossibilités de mémoriser un grand nombre d’opérations, d’alimenter en pièces des stations fixes de travail sans encombrement et immobilisations coûteuses, et de régler instantanément les outillages à chaque opération différente. Ce faisant, il dépasse les problèmes structurels du fordisme dont les innovations toyotiennes ne font, à l’analyse, que limiter les conséquences négatives sur le temps de fabrication, la qualité et la flexibilité. Il peut ouvrir enfin une voie de solution aux difficultés rencontrées par le processus et la forme actuels d’automatisation.

L’organisation uddevallienne de la production et du travail n’est donc pas une organisation qui “humanise le travail”, au sens où elle rendrait acceptable voire intéressant le travail industriel, même si elle a été parfois présentée ainsi, par facilité peut-être. En cherchant à redonner au travail les dimensions cognitives et coopératives de l’action humaine ordinaire, les concepteurs d’Uddevalla ont trouvé des principes industriels, applicables et performants sous certaines conditions sociales (comme tout autre système), radicalement nouveaux, et résolvant les problèmes structurels inhérents aux principes actuels d’additivité et de fluidité, que partagent notamment le fordisme et le toyotisme.

L’organisation uddevallienne n’est pas un retour à l’artisanat ou un néo-artisanat, qui suspendrait ou récuserait le progrès technique. Outre qu’elle présuppose la standardisation-interchangeabilité des pièces, elle peut être décrite comme une façon différente de marier activité manuelle, mécanisation et automatisation, laissant au producteur direct la part complexe du processus productif, dont dépend la qualité du

¹ D’autres conditions sont nécessaires pour l’extension de la “production réflexive”, ne serait-ce que l’invention de procédures permettant l’expression et la capitalisation des améliorations pensées par les salariés, comme le montre Stefano Micelli par ailleurs. Le système lui-même ne paraît pas devoir créer des obstacles à leur émergence. Mais elles n’auront aucune efficacité si les conditions sociales du système ne sont pas elles-mêmes réunies. Plus encore, elles pourront difficilement être pensées sans elles. Elles auront probablement des formes et un contenu particuliers, en raison de la nature holiste du travail et de la dynamique sociale d’inversion de l’intelligence du travail.

produit et la flexibilité de la production. Dynamiquement, elle serait interprétable comme un autre processus d'automatisation, susceptible de générer une forme sociale nouvelle d'automatisation, et généralisable à toutes les phases du processus de production et à toutes les branches d'activité. Ces traits prennent une résonance et une actualité particulières, au moment où le modèle toyotiste rencontre des difficultés à se perpétuer dans ses principes et emprunte des innovations suédoises.

S'il en est bien ainsi, le cas d'Uddevalla pose de très nombreux et importants problèmes à la représentation de l'histoire industrielle que nous nous sommes construits. En effet, à la réflexion, rien n'empêchait à l'aube du XXème siècle de concevoir de la même façon la production: approche cognitive, et approvisionnement en une seule fois de toutes les pièces du véhicule à assembler. Comment a-t-on été conduit à considérer comme une évidence les nécessaires décomposition/recomposition et fluidification du processus productif pour accroître la productivité? Des trois principes fondateurs du système industriel actuel: la standardisation-interchangeabilité des pièces (et aujourd'hui des procédures de leur conception), la décomposition-recomposition du travail selon l'économie de temps et la ligne mobile, le premier a été probablement le plus important. Les deux autres ont permis des gains supplémentaires par rapport à la production artisanale tout en "disciplinarisant" la main-d'oeuvre. La "production réflexive" exige un accord avec les salariés pour tirer partie de ses potentialités productives, ce qui suppose un changement profond du rapport salarial.

Le modèle toyotiste, si on le considère sous l'angle de la recherche pragmatique des causes premières des dysfonctionnements en impliquant les ouvriers et leurs chefs d'équipe dans cette recherche, n'est pas allé jusqu'à la remise en cause des principes productifs qui apparaissent à l'origine d'un grand nombre de ces dysfonctionnements. Taichi Ohno aurait oublié un sixième "pourquoi"! Le toyotisme a essayé de réduire les conséquences économiques des problèmes structurels de la production additive en ligne. La pression exercée sur les salariés pour y parvenir amène Toyota à faire aujourd'hui quelque peu machine arrière, en allégeant la charge. Le système uddevallien, en se fondant sur des principes cognitifs et sur la production en station fixe, supprime les problèmes structurels que le toyotisme n'a pas cherchés à analyser et à dépasser. On peut penser alors qu'il contient les potentialités d'une plus grande efficacité productive, sous certaines conditions sociales. La démonstration ne sera faite que le jour où il sera appliqué à une production de grande série.

Bibliographie

Adler P.(1993), "Time and Motion Regained", *Harvard Business Review*, janvier-février, pp 97-108.

Adler P., Cole R. (1993), "Designed for Learning: A Tale of Two Auto Plants". *Sloan Management Review*. Printemps. pp 85-94.

Aguren S.,Bredbacka C., Hansson R., Ihregren K., Karlsson K.(1985), *Volvo Kalmar Revisited. Ten Years of Experience. Human Ressources. Technology. Financial results*, SAF-LO-PTK. Stockholm, 107 p.

Freyssenet M., **"La production réflexive, une alternative à la production de masse et à la production au plus juste?"**, *Sociologie du Travail*, n°3/1995, pp 365-388. Édition numérique, freyssenet.com, 2007, 320 ko, ISSN 1776-0941.

Auer P., Riegler C. (1990), *Le post-taylorisme. l'entreprise comme lieu d'apprentissage du changement organisationnel*, ANACT, Paris, 124 p.

Berggren Ch. (1992), *Alternatives to Lean Production*, Ithaca, New York, ILR Press.

Berggren Ch. (1994), "NUMMI vs. Uddevalla". Avec la réplique de Adler-Cole, "Rejoinder", *Sloan Management Review*, hiver, pp 37-49.

Charron E., Freyssenet M. (1994), "L'usine d'Uddevalla dans la trajectoire de Volvo", *Actes du GERPISA*, n°9, mars , pp 11-54.

Durand J.P., coord. (1993), "Des réalités du Toyotisme", *Actes du GERPISA*, n°6, février, 105 p.

Freyssenet M. (1992), "Processus et formes sociales d'automatisation. Le paradigme sociologique", *Sociologie du Travail*, 2/92, pp 469-495.

Freyssenet M., coord. (1993), "Un nouveau toyotisme?" *Actes du GERPISA*, n°8, décembre, 203p.

Freyssenet M., coord. (1995), "Toyota à la recherche d'une nouvelle façon d'impliquer ses salariés", *Actes du GERPISA*, n°13, Mars, 105 p.

Ellegard K., Engstrom T., Nilsson L.(1990), *Reforming Industrial Work. Principles and Realities. In the planning of Volvo's car assembly plant in Uddevalla*. Arbetsmiljöfonden, Stockholm, 67 p.

Ellegard K., Engstrom T., Johanson B., Nilsson L., Medbo L. (1992), *Reflektiv produktion, Industriell verksamhet i förändring*, AB Volvo, Göteborg, 146 p.

Midler C. (1980), "L'organisation du travail et ses déterminants. Enjeux économiques et organisationnels des réformes de restructuration des tâches dans le montage automobile", Thèse de 3ème cycle en gestion, Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, p. 177.

Shimizu K. (1993), "La trajectoire de Toyota. Rapport salarial et système de production", *Actes du GERPISA*, n°8, novembre, pp 29-68.

Sandberg Å. (ed.), *Enriching production. Perspectives on Volvo's Uddevalla plant as an alternative to lean production*, Avebury, Aldershot, 1995, 459 p.

Womack J., Jones D., Roos D. (1990), *The Machine that changed the World*, Macmillan, New York. Traduit en français sous le titre *Le système qui va changer le monde*, Dunod, Paris, 1992, 349 p.

Freyssenet M., **"La production réflexive, une alternative à la production de masse et à la production au plus juste?"**, *Sociologie du Travail*, n°3/1995, pp 365-388. Édition numérique, freyssenet.com, 2007, 320 ko, ISSN 1776-0941.