Zeitschrift: Revue économique franco-suisse
Herausgeber: Chambre de commerce suisse en France
Band: 54 (1974)
Heft: 1

Artikel: La fabrication en France de produits de technologie avancée
Autor: Bridel, Jean
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-886344

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

JEAN BRIDEL

La fabrication en France de produits de technologie avancée

Tout produit industriel est issu d'une technologie, d'une étude préalable des moyens et procédés à mettre en œuvre pour sa fabrication. Mais la qualité, le niveau de cette technologie, dépend de l'environnement industriel. La technologie à base de charbon de bois employée au 18e siècle par les fondeurs des Forges de la Chaussade à Grigny pour la production du fer doux était une technologie avancée pour l'époque. De nos jours complètement dépassée compte tenu du progrès technique et de l'environnement industriel actuel. L'application toute récente de l'électro-érosion pour la réalisation de poinçons de presses à découper a rendu désuète la technologie précédemment employée qui d'avancée qu'elle était est devenue traditionnelle. Aujourd'hui, le tannage des peaux en Afghanistan procède d'une technologie sans rapport avec celle au chrome communément employée en Occident. Une technologie permettant d'obtenir, à la qualité près, un produit industriel semblable sera qualifiée d'avancée, traditionnelle ou ancienne suivant l'époque ou son lieu d'application géographique. Telle technologie avancée dans le cadre d'une civilisation agricole sera traditionnelle sinon même désuète dans le cadre d'une civilisation industrielle.

A notre niveau européen de développement industriel une technologie est dite avancée ou de pointe si elle découle de l'exploitation, au titre industriel, de techniques récentes de laboratoire, elles-mêmes proches des études menées au niveau de la recherche appliquée.

A titre indicatif, appartiennent aujourd'hui au groupe des technologies avancées :

— le soudage par bombardement électronique permettant de souder sous vide des métaux spéciaux fortement oxydables (uranium, béryllium).

— la réalisation, en mécanique, de surfaces réglées ou gauches avec des précisions de l'ordre du micron (0,001 mm) avec des aciers traités thermiquement pour atteindre des duretés élevées supérieures à 60 Rockwell.

— la fabrication d'oscillateurs pour l'industrie horlogère grâce auxquels les mouvements de montres électroniques permettent d'atteindre de très grandes précisions dans la mesure du temps. Que l'on songe à l'horloge atomique dont la précision atteint un millionième de seconde par jour, ce qui représente une variation de 1 seconde en 3 000 ans.

— le soudage par laser permettant de réaliser des soudures étanches requises en cryogénie par exemple.

— la production d'interrupteurs à lame souple en tubes scellés capables de réaliser plus de 20 millions de manœuvres.

Cette liste bien sûr non exhaustive rappelle quelques opérations d'usinage et certains composants qui combinés entre eux conduisent à des ensembles. Des produits plus complexes exigeront pour leur réalisation la mise en œuvre simultanée de technologies avancées dans des domaines divers comme la mécanique, l'électricité, le traitement thermique des matériaux, la chimie, etc.

Ainsi, à titre d'exemple, sont le fruit de technologies avancées dans différents domaines :

— la précision globale remarquable d'un radar de trajectographie évaluant à 4.000 kilomètres la distance à 5 mètres près (exactitude de ± 1,25 micron par mètre) avec en site et gisement un écart n'excédant pas 0,1 microradian (soit 20'' d'angle),

— l'augmentation de 300 % ou même 800 % de la durée de vie de paliers en céramique par rapport aux paliers conventionnels en acier ;

— la compacité, l'excellent rapport poids/puissance (de l'ordre de 0,25 kg/cv), la fiabilité de petites turbines à gaz initialement conçues pour l'aéronautique, adaptables à la traction ferroviaire ;

— des pertes totales réduites, de l'ordre de 2 à 3 % de la puissance nominale, un niveau sonore compris entre NR 85 et NR 90 dans le cas des réducteurs pour turbomachines capables de transmettre plus de 80 000 cv avec des vitesses circonférentielles approchant la moitié de la vitesse du son ;

— l'amélioration de la qualité des images en radiologie par l'emploi de trajectoires contrôlées du rayon : trajectoires linéaires, circulaires ou spiralées.

Si les technologies avancées offrent aux chercheurs des plateformes de départ plus élevées dans la hiérarchie des valeurs scientifiques et ainsi participent indirectement aux découvertes, si elles suggèrent de nouvelles idées aux esprits inventifs, elles demeurent et se justifient néanmoins, et avant tout, au niveau des réalisations concrètes. Les performances toujours plus élevées des ordinateurs, sans remettre en cause le niveau d'invention d'origine, sont consécutives à la réalisation de mémoires nouvelles moins encombrantes, moins lourdes avec un pouvoir sélectif accru. Ainsi par la mise au point de technologies élaborées les mémoires à ferrite ont été remplacées par des mémoires à films minces puis à circuits intégrés Mos (métal/oxydes/semi-conducteurs).

La fabrication de produits de technologie avancée, tel le système qui engendre un phénomène oscillatoire entretenu, active les interactions entre la recherche et le progrès technique et reste le plus sûr garant du développement industriel et économique.

Pour une nation, le succès dans la maîtrise des technologies avancées dépendra essentiellement de la formation des hommes et d'un état d'esprit.

L'avance technologique repose entièrement sur un haut niveau de connaissances générales qu'il s'agisse du concepteur ou du réalisateur. C'est donc la formation, l'éducation qui autorisera, si elle est suffisante, la fabrication de produits de technologie avancée. A première vue notre Europe occidentale, et en particulier la France, paraît assez bien armée : 90 % des jeunes gens de 13-16 ans vont à l'école. Mais combien poursuivent leurs études ? Aux Etats-Unis d'Amérique, toute proportion gardée, il y a probablement deux fois plus d'étudiants qu'en France. L'arsenal des moyens d'éducation supérieure susceptibles d'un impact direct sur l'évolution technologique n'est certes pas négligeable en qualité mais que dire de la quantité. Au cours de ces dernières années, les efforts entrepris dans le sens d'abord d'une augmentation de la capacité d'absorption des écoles et instituts existants puis ensuite d'une multiplication d'unités de formation professionnelle de différents niveaux, répondent assez à la préoccupation majeure. La mise en œuvre de technologies avancées exige outre les hommes de formation académique, plus souvent concepteurs qu'exécutants, un volant important de réalisateurs qualifiés de l'ingénieur ou technicien d'atelier au régleur sur machines-transfert ou à commande numérique en passant par tout le personnel de gestion et d'encadrement. L'airbus quelques mois après son premier décollage n'aurait pu, malgré la valeur technique des ingénieurs et bureaux d'étude, survoler d'autres continents, si sa construction avait été confiée à des mains malhabiles. Sait-on que le fraisage trop rapide d'un profil d'aile, en pleine masse de métal léger, peut entraîner un affaiblissement structural par suite de l'élévation anormale de la température superficielle au contact de l'outil. Que l'inattention d'un service de contrôle peut avoir des conséquences funestes : telle pièce insuffisamment cémentée donc de dureté trop faible après la trempe va alors se déformer ou se rompre sous l'effet des charges de fonctionnement. Le compagnon (ouvrier professionnel) d'il y a cinquante ans serait aussi emprunté devant le tableau de la programmation séquentielle d'une aléseuse d'aujourd'hui qu'un nomade saharien devant le thermostat individualisant le réglage de la température dans une chambre d'hôtel moderne. Le balourd résiduel du rotor d'une turbo-machine tournant à 24 000 t/min s'exprime en quelques mmgrammes, environ 500-600 fois moins que pour des masses tournant à quelques milliers de tours par minute. Mais aussi les accélérations angulaires et par voie de conséquence les efforts dynamiques engendrés par un mauvais équilibre varient avec le carré des vitesses de rotation. Même si les appareils de mesure sont aujourd'hui précis et fiables l'habileté manuelle et la bonne volonté de l'ouvrier équilibreur restent peut-être une condition nécessaire, mais certainement pas suffisante, pour garantir le respect des normes imposées. L'esprit critique et le sens de l'analyse (interprétation de lectures successives) qui lui sont indispensables ne pourront être acquis qu'au cours d'une formation elle-même adaptée aux besoins.

L'accueil réservé aux technologies avancées, soit l'état d'esprit des acquéreurs de produits issus de l'application de principes technologiques nouveaux mérite une attention particulière. Est-il possible à l'industriel responsable d'une production continue de porter son choix sur un compresseur à régime hypercritique qui sur le plan prix/performance, est supérieur à tel matériel lourd, de conception traditionnelle mis sur le marché il y a 30 ans et dont le nombre de tours critiques de premier ordre se situe largement au-dessus de la vitesse d'utilisation. Comment juger si le système Ils (Instrument Low Approach System) va réellement retarder la mise en Qgo d'un aérodrome par temps de brouillard et ainsi justifier par une augmentation du trafic, à sécurité égale, les frais d'investissements. L'eau surchauffée permet de transférer davantage de chaleur à l'aide d'installations plus petites mais par contre soumises à des contraintes mécaniques beaucoup plus importantes par suite des pressions et des chocs

thermiques. Les phénomènes destructifs de cavitation apparaissant si, à la suite du mouvement, la pression en un point du liquide devient inférieure à la tension de vapeur de celui-ci, doivent-ils à priori faire obstacle au développement des systèmes pressurisés.

Autant de questions dont les réponses vont ou non promouvoir le progrès technique. Réponses cependant pas évidentes parce que dépendant du milieu créé lui-même par des mécanismes incitant ou non à l'émulation, à la recherche d'objectifs supérieurs. Telles réglementations primaires et abusivement conservatives peuvent transformer l'avance technologique d'une nation en recul.

Une création française originale, celle des Centres d'études techniques, favorise l'accueil des techniques de pointe aussi bien par les producteurs que par les consommateurs. Controversés surtout au début de leur existence, d'ailleurs récente (une dizaine d'années), leur financement para-fiscal augmentant les charges des entreprises, il est indiscutable que ces Centres d'études, accessibles à tous, incitent au progrès technique. Leurs bulletins d'information traitent non seulement de sujets à un niveau technologique élevé mais renseignent par des analyses bibliographiques étendues sur les évolutions à l'étranger. L'exemple, finalement, d'un certain état d'esprit.

Haut niveau de connaissances générales et esprit novateur concourent, sur le plan de la gestion, à la révision des postes de travail et à l'organisation des cycles de fabrication. Tel atelier d'un constructeur de petites unités navales très élaborées sur le plan de la vitesse et de la maniabilité préfigure l'avenir. Quelques opérateurs en blouses grises, disposant de leur propre secrétariat pour la frappe et la perforation sur bandes des données d'usinage, évoluent, dans un local maintenu à température constante, autour d'imposantes machines de couleurs claires signalant par des affichages lumineux l'état d'avancement — sinon les anomalies — du travail entrepris. Peu de bruit, ordre absolu, tranquillité et sûreté des gestes, éclairage abondant, copeaux brillants et réguliers avec pour résultat des blocs moteurs à 10 et 20 cylindres exécutés avec des tolérances de quelques centièmes de millimètre. Autre vision semblable dans une fabrique de composants pour circuits électroniques. Personnel féminin de blanc vêtu, plongé dans l'atmosphère hors poussière d'une salle blanche (teneur en poussières très faible puisque toute la filtration de l'air est assurée par des filtres à haut pouvoir de rétention avec des rendements de l'ordre de 99,9 %) dont l'humidité relative de l'air ambiant est volontairement maintenue égale ou inférieure à 50 % pour éviter les oxydations par le contact de mains humides. Aménagements coûteux et frais d'exploitation élevés — une humidité relative basse exige la production artificielle presque continuelle de frigories — mais, en contrepartie des produits de technologie avancée encore inconnus sur le marché il y a 10 ou 15 ans.

L'infrastructure du contrôle qualité destructif ou non destructif, à l'échelon national, apporte sa contribution à l'utilisation des technologies avancées fournissant au producteur comme au consommateur les références indispensables. Références qui permettent de juger du bien-fondé des contraintes imposées par l'application de techniques difficiles. Les réseaux Veritas (civil) et du Siar (militaire), pour ne citer que ceux-là, répartissant en tous points du territoire des inspecteurs qualifiés, disposant de laboratoires d'essais bien dotés en équipements de mesure, agissent comme des moteurs du progrès technique sous réserve de savoir résister au conservatisme. Il n'est en effet pas toujours facile pour des organismes engageant leur responsabilité de distinguer les avantages des risques attachés à de nouveaux procédés.

Placer uniquement dans le contexte national la fabrication de produits de technologie avancée ne peut satisfaire l'observateur critique de l'évolution des capacités industrielles françaises. Certes la preuve existe, de multiples exemples sont là pour le prouver que la France non seulement met dès maintenant sur le marché des produits de technologie élaborée, mais se préoccupe aussi de créer l'environnement favorable : éducation-formation, soutien d'initiatives novatrices, infrastructure de contrôle. Qu'en est-il de cette image dans le contexte international ? A examiner les échanges de brevets entre la France, la Suisse et l'Allemagne, il apparaît qu'en 1970, la Suisse a déposé 2 000 brevets en France (l'Allemagne 8 500) alors que 1 000 brevets d'origine française (5 000 d'origine allemande) ont été déclarés en Suisse. Dans le même ordre d'idée la Suisse a encaissé, venant de France, 200 millions de FF au titre de redevances sur licence contre 55 millions FF de recettes pour la France en provenance de Suisse. Il est impossible bien sûr de connaître le niveau d'invention de tous ces brevets et la valeur technique des licences échangées mais il doit exister une relation entre l'avance technologique d'un pays et l'aspect de sa balance des échanges de cessions, licences et brevets. Par contre, il est remarquable de constater qu'entre 1968 et 1972, dans le domaine de produits à forte valeur ajoutée : machines, instruments et appareils, automobiles, la part des produits français exportés en Suisse par rapport à la part de produits suisses similaires importés de Suisse par la France a passé de 37 % à 90 %.

Par ailleurs sur un plan international plus étendu (source OCDE) l'indice de la production industrielle française passe de 100 à 130 de 1970 à juin 1973 alors que la moyenne OCDE passe, pendant la même époque de 100 à 120.

Enfin la comparaison internationale intéressant l'investissement et ses principales composantes entre 1967 et 1969 révèle, suivant les comptes nationaux de l'OCDE, que les investissements français atteignent dans le secteur machines et équipement, 10,5% du Pnb contre une moyenne OCDE pondérée de 7,9 %. Le taux relativement élevé d'investissement en machines et équipement confirme une expansion considérable et la modernisation du système productif. Cette confirmation est vérifiée par l'analyse des variations de l'indice de production industrielle, base 100 en 1970, qui montre dans le secteur de la transformation des métaux une progression continue aboutissant à l'indice 142 en juin 1973.

Produire à l'aide de technologies de pointe c'est appartenir au groupe des sociétés industrielles avancées. Le maintien dans le temps d'une courbe de développement à dérivée positive reste l'essentiel. La France s'y emploie.