

CHAPITRE IV

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

A. Principe de Division ⁽¹⁾

Etranger par mes occupations à la pratique industrielle, je me suis cependant intéressé à l'œuvre de F. Taylor, parce que j'y ai vu une application nouvelle et très réussie de la méthode scientifique. Dans des conférences publiques, dans de nombreux articles de Revues, je me suis efforcé de vulgariser en France les principes de l'organisation scientifique du travail. Je suis très flatté de voir que ces essais ont été jugés dignes d'une traduction en langue polonaise. M. Adamiecki, un maître en la matière, a bien voulu me demander une préface pour cette publication. Je m'empresse de déférer à ce désir et ne crois pouvoir mieux faire que de chercher à préciser, en me plaçant à un point de vue un peu différent de celui de mes anciennes études, le rôle exact de la science dans l'organisation du travail.

Tout le monde connaît aujourd'hui, au moins de nom, le Taylorisme, mais bien peu de personnes sont d'accord sur son objet précis. Taylor n'a jamais essayé de formuler la philosophie de sa méthode; il s'est contenté d'en donner de multiples applications, en laissant aux lecteurs de ses mémoires le soin de débrouiller le fil directeur. Cela a créé une confusion très nuisible au développement de l'œuvre du grand ingénieur américain.

(1) Préface de l'édition polonaise de mon volume sur le *Taylorisme*, préparé par les soins de M. Adamiecki (1926).

Au début, on a limité le Taylorisme à l'application de certains procédés de travail mis au point par Taylor, tels que l'emploi des aciers à coupe rapide, l'institution d'un bureau de préparation du travail, la division fonctionnelle des attributions des contremaîtres, les salaires avec primes, etc.

Aujourd'hui, on a la tendance de classer sous le nom de Taylorisme toute l'administration des usines. Cependant l'organisation du travail n'a pas attendu Taylor pour naître et se développer. Sans cette organisation, il serait impossible de faire travailler utilement les milliers d'ouvriers réunis parfois dans une même usine. La coordination de leur travail est une nécessité inéluctable; elle est réalisée depuis longtemps par les bureaux placés à la tête de toutes les grandes affaires.

En réalité, le caractère essentiel et nouveau, ou pour employer l'expression de Taine, le caractère dominateur de l'œuvre de Taylor a été d'appliquer à la préparation du travail des procédés d'études reposant entièrement sur l'expérimentation accompagnée de mesures précises. Il a, le premier, introduit la science dans un domaine où l'empirisme régnait jusque-là en maître. Le terme de « *Scientific Management* », organisation scientifique du travail, proposé par l'avocat américain Brandeis, définit très exactement le Taylorisme.

Taylor a appliqué avant tout le principe cartésien de division, base de toute science : « *Séparer chaque difficulté en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.* » Il pousse à l'extrême la division du travail; non content de considérer chaque ouvrier indépendamment de son voisin, il décompose encore chacune de ses opérations en mouvements élémentaires. De même, il remplace le contremaître unique des anciens ateliers par quatre contremaîtres fonctionnels, ayant chacun un seul rôle, une seule fonction à remplir; l'un s'occupe des manutentions, le second du travail, le troisième de l'entretien et le quatrième du personnel. De même encore, dans l'étude des machines, il sépare l'étude du corps de la machine de celle des outils et dans l'étude de ceux-ci, il sépare la forme, la composition

chimique et le traitement thermique, etc.

Cette division est indispensable pour permettre la mesure des grandeurs en jeu. Dans la plupart des cas, les objets complexes ne sont pas directement mesurables. Nous ne pouvons pas mesurer la chaleur prise en bloc, mais nous pouvons évaluer séparément la grandeur de ses deux facteurs : température et quantité de chaleur. De même, nous ne pouvons pas mesurer la forme d'un outil, mais nous pouvons mesurer les angles de ses différentes faces avec la normale à la surface du métal travaillé. Nous ne pouvons pas mesurer l'ensemble des aptitudes professionnelles d'un ouvrier, mais nous pouvons, sinon mesurer, au moins évaluer certaines de ses aptitudes particulières : activité, conscience, habileté manuelle, etc., et les comparer aux qualités correspondantes de ses camarades.

La division des problèmes a encore une autre utilité. Ce n'est pas tout de mettre en évidence des grandeurs mesurables, il faut de plus que ces grandeurs constituent des variables indépendantes. Dans toute étude expérimentale, il est indispensable de ne faire varier d'une expérience à l'autre qu'un seul des facteurs. C'est un point sur lequel Taylor insiste tout particulièrement dans son mémoire sur la taille des métaux : « L'art d'expérimenter, dit-il, doit être défini comme la détermination de l'effet produit par la variation d'un élément, tous les autres restant constants. C'est la nécessité de maintenir ces variables constantes qui rend si difficiles les expériences, si considérables et si coûteux les appareils et les pièces de forge servant aux essais et qui absorbe peut-être les 4/5 du temps de l'expérimentateur. Il a fallu fréquemment dans notre travail des journées, parfois des semaines pour préparer une expérience qui, une fois l'uniformité de tous les éléments obtenue, s'est faite en quelques jours, voire en quelques heures. Faire la description de la façon dont on maintient l'uniformité des conditions, c'est faire virtuellement la description de l'art d'expérimenter sur la taille des métaux. Par suite, l'auteur commencera par exposer en détail les précautions qui doivent être prises pour assurer cette uniformité. »

Pour préciser par un exemple la signification de cette recommandation, prenons le cas des aciers à coupe rapide. Dans leur étude, Taylor n'a pas fait, par exemple, la division en : poids de copeaux enlevés, forme de l'outil, composition chimique, dureté, parce que l'on ne peut pas faire varier la forme de l'outil sans changer le poids de copeaux enlevés, ni la composition chimique de l'outil sans modifier sa dureté. Il a pris les quatre variables indépendantes : vitesse de coupe, forme de l'outil, composition chimique et traitement thermique, toutes grandeurs que l'on peut faire varier isolément, c'est-à-dire en laissant les trois autres rigoureusement constantes.

Une dernière raison de la nécessité de la division est l'impossibilité pour notre esprit d'embrasser utilement des objets trop complexes. Si l'on regarde en bloc tout le travail d'un ouvrier, il est très difficile de s'en faire une idée nette et de prévoir les modifications utiles à tenter. En subdivisant, au contraire, ce travail en mouvements élémentaires, on reconnaît de suite ceux qui sont inutiles et doivent être supprimés; on aperçoit assez facilement, pour ceux qui doivent être conservés, les modifications à apporter.

La division, cependant, n'est pas le but même de la science, elle n'est qu'un préliminaire indispensable pour l'application des mesures expérimentales. La véritable caractéristique du système Taylor est l'usage systématique des mesures expérimentales. Dans son étude sur le pelletage, pour choisir les dimensions de pelles les plus avantageuses, il en fait fabriquer de modèles différents et mesure le poids qu'elles peuvent prendre de différentes matières : coke, sable, minerais de fer, etc. Il mesure le temps mis par un même ouvrier pour charger un wagon en employant les différentes dimensions de pelles. Dans l'étude du facteur humain, il procède de la même façon, par comparaison et par mesures. Voulant étudier la meilleure méthode à employer pour réprimander les ouvriers en cas de fautes de leur part, il essaie successivement trois procédés, en notant chaque fois le nombre des cas de réussite. Pendant un mois, il leur parle grossièrement et les rudoie comme ils ont l'habitude de le faire entre eux; pendant

un autre mois, il leur parle poliment en prenant les allures d'un gentleman; enfin pendant le troisième mois, il leur inflige des amendes suivant un tarif fixé d'avance, sans leur faire aucune observation. C'est donc partout et toujours la méthode expérimentale qui est à la base du Taylorisme.

Cette orientation expérimentale de l'organisation du travail n'a généralement pas été comprise. Il semblait qu'à la suite de Taylor de nombreux chercheurs allaient suivre la voie ainsi ouverte et préciser les meilleures conditions pour réaliser les diverses opérations élémentaires de nos fabrications. La réunion de ces méthodes standards aurait fourni la matière d'ouvrages technologiques d'une utilité remarquable. Nous avons bien eu en France quelques études de M. Charpy sur le laminage, de M. Guillet sur la trempe des projectiles, de M. Nusbaumer sur la fabrication des poudres, mais leur nombre a été tout à fait insuffisant.

Par contre, nous trouvons dans les revues françaises et étrangères, dans les comptes rendus de congrès, de nombreuses descriptions d'organisations administratives. Les modèles proposés sont peut-être bons, mais peut-être aussi sont-ils mauvais. Ce sont des ensembles beaucoup trop vastes pour se prêter à des études expérimentales. Chacun organise à sa guise et affirme la supériorité de ses méthodes, mais n'essaie de fournir aucune preuve scientifique de leur valeur. C'est là certainement une documentation utile, qui peut donner au lecteur des suggestions intéressantes, mais cela n'a rien à voir avec le Taylorisme.

A mon avis, la marche à suivre aujourd'hui pour faire progresser l'organisation scientifique du travail serait de commencer par bien poser les problèmes. Toute question est à moitié résolue, quand elle est clairement formulée. Il faudrait prendre successivement les différentes industries, les disséquer en leurs parties élémentaires et dresser un tableau des divers sujets à soumettre au contrôle de l'expérience. Ce premier travail de division ne peut être mené à bien que par des ingénieurs parfaitement au courant de l'industrie étudiée. Je n'aurais pas l'outrecuidance d'entreprendre un semblable travail pour lequel je n'ai aucune compétence, je vou-

drais seulement présenter ici quelques remarques d'ordre général sur la méthode à suivre dans cette division.

La division est une opération beaucoup moins simple qu'il ne peut sembler à première vue. Un même objet peut être divisé d'une infinité de façons différentes; on peut couper une orange en quartiers, en tranches parallèles à l'axe, en tranches perpendiculaires et de bien d'autres façons encore. Pour choisir un mode particulier de division, il faut regarder avant tout le but poursuivi. On veut étudier une région de la France, comment la diviser? S'il s'agit d'études cartographiques, on la divisera en rectangles; pour l'étude du climat, en tranches horizontales; enfin pour la recherche des richesses naturelles du sol, on la divisera par régions géologiques.

Dans l'industrie, bien plus complexe encore, les modes de division sont en nombre infini. On pourra faire la première division par objets fabriqués, par procédés opératoires mis en œuvre, par ateliers, par fonctions d'un chef de service, par chapitres du prix de revient.

On subdivisera ensuite chacune de ces parties. S'il s'agit d'un atelier, on séparera les différentes machines, puis dans chaque machine les différentes pièces. S'il s'agit d'une opération, celle du chauffage par exemple, on séparera le chauffage des chaudières, celui des fours de fusion, des fours de traitement thermique, des calorifères pour les locaux habités.

On poussera de proche en proche ces subdivisions aussi loin que possible. Pour chaque pièce de machine, on séparera la fusion du métal, le forgeage, le traitement thermique, le façonnage. On décomposera le travail d'un ouvrier en ses différentes parties simples : mise en place de l'objet fabriqué, façonnage proprement dit, nettoyage de la machine, puis chacun de ces travaux partiels sont décomposés en mouvements élémentaires.

Il faut maintenant faire un choix en tenant compte du but visé. Prenons, par exemple, un prix de revient. Supposons d'abord qu'il s'agisse de savoir le prix minimum auquel on peut vendre sans se trouver en perte. On répartira les diverses dépenses entre les objets réellement fabriqués et prêts pour la vente. On veut, au contraire, réduire les déchets de fabrica-

tion pour faire baisser le prix de revient. On devra répartir les dépenses entre les divers objets mis en fabrication, puis dans un chapitre spécial, on portera l'ensemble des dépenses faites pour les objets inutilisables, de façon à mettre en évidence le rôle des déchets de fabrication. On veut, au contraire, savoir à un moment de dépression à quel prix minimum on peut prendre des commandes pour entretenir l'activité des usines, on fera alors disparaître les frais généraux indépendants du chiffre de la production, etc. Sur cette seule question des prix de revient, il y a place pour une série d'études sur la façon la plus avantageuse de les établir en vue d'un usage particulier.

Dans l'étude du travail à l'atelier, on peut faire la première division par ouvrier ou par machine. Laquelle des deux choisir. Si dans la fabrication considérée, le coût de la main-d'œuvre est l'élément principal du prix de revient, il faut adopter la division par ouvrier; si, au contraire, c'est l'amortissement et l'entretien de la machine, il vaut mieux prendre comme unité la machine.

Si au début de l'étude de toute fabrication, il est nécessaire de pousser les divisions à l'extrême, il y a ensuite à réaliser un travail de regroupement non moins indispensable. Hommes et machines ne travaillent pas isolément. Pour en obtenir un résultat quelconque, il faut coordonner leurs actions élémentaires. On devra étudier leurs combinaisons 2 à 2, 3 à 3, puis n à n .

Considérons d'abord la coordination des travaux de deux ouvriers ou employés. Elle pourra porter sur trois sortes de relations différentes : la collaboration, l'instruction, le commandement.

La collaboration se rencontrera, par exemple, dans le transport de poids lourds, d'une traverse de chemin de fer qui exige le concours de deux hommes. Comment saisir la traverse, comment placer les deux porteurs, à côté l'un de l'autre ou l'un derrière l'autre; faut-il rythmer l'allure, etc. Le travail des machines nécessite souvent l'intervention de deux ouvriers. Dans le laminage, il doit y en avoir un de chaque côté du cylindre; dans le forgeage, le poinçonnage, le cisail-

lage, un ouvrier présente les matières et le second actionne la machine. Devront-ils travailler de bonne entente, ou l'un devra-t-il avoir le commandement sur l'autre comme le fait le compagnon vis-à-vis du garçon ou de l'apprenti dans les petits métiers du bâtiment : serruriers, maçons, fumistes, etc.

Une seconde catégorie de relations entre deux travailleurs se rattache à la communication de connaissances acquises par l'un et transmises à l'autre. Le service commercial renseigne la direction sur les commandes reçues, le service de fabrication renseigne de même la direction sur l'avancement des dites commandes. Différents employés se renseignent mutuellement sur le travail fait à l'atelier, sur les salaires dus aux ouvriers, sur les dépenses engagées, sur les commandes faites à l'extérieur. Enfin, l'enseignement des méthodes de travail adoptées rentre dans la même catégorie. Dans toute production industrielle, il y a deux parties : le choix des méthodes de fabrication, puis leur mise en œuvre. Les débutants doivent faire leur apprentissage, profiter de l'expérience de leurs anciens ; les ouvriers moins habiles que leurs camarades doivent être dirigés, instruits par le contremaître.

La façon d'établir ces communications d'homme à homme n'est pas indifférente, elle doit être étudiée. Par quels procédés mettra-t-on en rapport l'instructeur et l'enseigné ? Les communications se feront-elles de vive voix ou par écrit ? Comment seront rédigées les fiches de fabrication décrivant les procédés de travail adoptés ? Dans quels détails entreront-elles et quelle part laisseront-elles à l'initiative de l'ouvrier, quels symboles utiliseront-elles ? Cela peut varier suivant la nature des industries. Taylor a étudié en détail ce problème pour la construction mécanique, mais on ne procédera pas nécessairement de la même façon vis-à-vis d'un artiste décorateur de la manufacture de Sèvres ou d'un balayeur des rues de Paris. Il y a enfin à faire entrer en ligne de compte les dépenses qu'entraînent toutes les écritures et à mettre en regard les bénéfices attendus de leur emploi ; il y a aussi dans une certaine mesure à tenir compte des traditions locales.

Le troisième mode de relation des hommes deux à deux est le commandement. L'ouvrier, avant de commencer son tra-

vail, doit recevoir l'ordre d'un chef; le magasin d'outils et celui des pièces détachées doivent recevoir en temps utile l'ordre de livrer les pièces et outils nécessaires à une fabrication. Auparavant, le bureau de dessin et celui de préparation du travail doivent, avant de se mettre au travail, avoir reçu l'ordre de mettre à l'étude une fabrication donnée : il doit y avoir un employé chargé d'embaucher le personnel et de le renvoyer. Cette organisation du commandement comporte des études précises. Taylor a proposé de modifier complètement l'ancien rôle du contremaître dans les ateliers, de lui enlever tout commandement pour lui laisser seulement le rôle d'instructeur. Chaque homme aura-t-il un seul chef qui lui commande dans toutes les branches de son activité, ou au contraire un chef différent pour chacune de ses occupations différentes. Autrement dit, dans la division du commandement, l'unité sera-t-elle l'homme commandé ou la fonction accomplie par cet homme? Pour savoir quelle est la meilleure méthode, il faut des expériences comparatives.

Une fois les relations des hommes étudiées deux à deux, il faut les prendre trois à trois, au moins en ce qu'elles diffèrent des relations deux à deux. Si trois ouvriers, au lieu de deux travaillent à la même machine, cela ne soulève aucun problème nouveau. La solution adoptée pour deux ouvriers s'applique automatiquement dans le cas de trois ouvriers. Mais il y a des cas où l'intervention d'un troisième personnage a un objet tout différent des relations directes de deux hommes entre eux. En premier lieu, dans le cas de transmissions ou de coordinations entre deux ouvriers ou employés réalisées à l'aide d'un intermédiaire. On emploiera, par exemple, des messagers, pour éviter de déplacer les employés ou ouvriers à mettre en communication et à éviter ainsi de les détourner de leur tâche principale. Ou bien, on fera passer les ordres par la voie hiérarchique de façon à assurer l'unité de commandement et à tenir les chefs de service au courant des mesures prises. Il faut, en second lieu, coordonner le travail de deux ouvriers travaillant dans des ateliers différents à une même fabrication. La préparation des dessins d'exécution et du plan de fabrication doivent marcher

parallèlement; les outils et pièces détachées doivent arriver ensemble à l'ouvrier. Quelqu'un doit donc assurer le rythme convenable de toutes ces opérations. Cette œuvre de coordination est d'abord l'œuvre de la direction pour la marche générale de l'usine et ensuite, à un niveau inférieur, du bureau de préparation du travail pour les fabrications particulières. Il y aurait là de nombreuses études à faire. Taylor a préconisé certaines combinaisons, mais il n'a pas épuisé la matière; les détails d'organisation doivent varier d'une industrie à l'autre. Par exemple, le bureau de préparation du travail étudié par Taylor pour les ateliers de construction mécanique ne semble pas convenir pour une verrerie ou une fabrique de ciment.

Une fois ces études partielles achevées, il reste à les grouper toutes ensemble. Ce sont seulement des parties d'un tout qui ne peuvent fonctionner isolément. Il faut les réunir pour achever la construction de l'édifice. On doit dresser les itinéraires de fabrication (routing), les horaires (dispatching). Précisons sur un cas particulier en quoi consiste ce travail de groupement. On a étudié toutes les relations du personnel deux à deux, défini les communications qui doivent se faire par écrit, choisi les symboles à employer. Soit N , le nombre des communications à établir ainsi, on ne va pas dresser N fiches distinctes. On serait noyé sous l'abondance des papiers. On en groupera plusieurs ensemble et on disposera les inscriptions de la même fiche l'une à côté de l'autre, suivant un certain ordre, de façon à réaliser le maximum de clarté; cela demande une étude. Autre question semblable : on a défini les fonctions à remplir par les employés du bureau. Il n'y aura pas autant d'employés que de travaux différents à faire. Chacun d'eux remplira un certain nombre de fonctions différentes, variable d'ailleurs avec l'importance des ateliers. Comment faire ce groupement d'attributions, quelle hiérarchie établir entre les différents employés? Dernier exemple : une commande déterminée nécessite la réunion de différentes pièces détachées, l'usage de différents appareils de fabrication, l'intervention de plusieurs ouvriers, la collaboration d'employés multiples ayant à s'occuper de la prise de la

commande, de la préparation du travail, de la coordination des travaux et enfin de la livraison à l'acheteur. Cela demande de la réflexion : c'est le couronnement de l'organisation scientifique du travail.

Tout cet ensemble de recherches, depuis les études élémentaires jusqu'à leur synthèse définitive constitue une œuvre longue et très coûteuse à réaliser. Il est impossible d'attendre l'achèvement de ces études pour commencer à fabriquer et il est impossible de fabriquer sans une coordination du travail. On doit donc la réaliser sans attendre les études de détail sur lesquelles elle devrait s'appuyer. C'est l'administration générale des usines qui a toujours existé, mais ce n'est pas le Taylorisme, qui suppose essentiellement des expériences et des mesures précises. On conciliera ces deux conditions contraires en utilisant tout d'abord l'organisation empirique du travail, dont on ne peut pas se passer pour partir, puis on l'améliorera progressivement par des études réellement scientifiques. On taylorisera peu à peu son organisation. Toute expérimentation est lente, c'est une œuvre de patience qui ne peut produire tous ses résultats qu'au prix d'efforts soutenus.

(1926)

CHAPITRE V

LA MÉTHODE SCIENTIFIQUE

B. L'Expérimentation ⁽¹⁾

L'essor magnifique de l'industrie pendant le siècle écoulé est dû à l'intervention de deux facteurs : le développement des *sciences expérimentales* qui, en nous donnant une connaissance plus complète des propriétés de la matière, ont permis une meilleure utilisation des richesses naturelles; l'emploi des *machines* qui, en centuplant la force humaine, ont augmenté dans une même proportion la quantité des produits manufacturés offerts à notre consommation.

Un troisième facteur tend aujourd'hui à prendre une place de plus en plus grande : l'*organisation méthodique du travail*. En supprimant les temps perdus, les efforts inutiles, souvent même les chocs désastreux, cette organisation augmente à la fois la puissance productrice de la science et celle des machines. De toutes parts les efforts se multiplient; mais, comme pour les machines, c'est encore l'Amérique qui marche en tête du progrès. Aux Etats-Unis, de nombreux ingénieurs s'intitulant « *efficiency engineers* » offrent leurs services pour améliorer le fonctionnement de toutes les usines. Beaucoup d'entre eux possèdent une réelle expérience et quelques-uns ont rendu des services incontestés à l'industrie. La plupart, cependant, se contentent de combattre des

(1) Article intitulé primitivement *le système Taylor*, publié dans le Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale de mars 1914.

erreurs de détail, sans posséder une méthode de travail bien arrêtée. Un seul d'entre eux, F. Taylor, a préconisé un système général comportant une philosophie précise, le *scientific management*; c'est celui dont il sera question dans cet article.

L'opportunité d'une nouvelle étude sur le système Taylor pourra sembler discutable aux lecteurs de quelques-uns des cinq cents volumes ou articles parus sur ce sujet depuis quatre ou cinq ans. Tout n'a-t-il pas été dit? Je dois justifier une nouvelle intervention de ma part.

L'Américain a, par tempérament, la passion de l'action, mais aussi le mépris du bavardage. Il lui suffit de faire œuvre utile; à quoi bon perdre son temps à expliquer par le détail le résultat de ses efforts? Ce dédain des préoccupations littéraires donne parfois beaucoup d'obscurité à des œuvres d'une importance capitale. Un éminent savant, Josiah Williard Gibbs, admiré aujourd'hui dans le monde entier à l'égal des Newton, Pascal, Huygens, Fresnel, vit pendant quinze ans ses découvertes géniales entièrement méconnues. Le fondateur de la mécanique chimique resta ignoré, jusqu'au jour où des Européens, après avoir défriché à nouveau le même terrain, comprirent enfin son œuvre et donnèrent l'interprétation des formules mathématiques qu'il avait alignées sans aucun art, dans son mémoire capital sur *l'équilibre des systèmes hétérogènes*.

De même les publications de F. W. Taylor sont restées longtemps incomprises et le travail nécessaire de commentateur n'est pas épuisé. Il semble possible de donner encore à leur endroit quelques aperçus nouveaux : c'est le but de cet article. Je voudrais expliquer le plus clairement possible les idées fondamentales de F. W. Taylor, comme je l'ai fait autrefois pour celles de J. W. Gibbs.

L'importance du système Taylor a été longtemps méconnue; on y vit d'abord un simple système de primes visant à stimuler l'activité des ouvriers; plus récemment on s'est efforcé de le réduire au chronométrage, procédé de mesure depuis longtemps connu d'ailleurs et constamment employé dans les usines. S'il fallait tenir pour exacts ces points de

vue particuliers, rien ne justifierait le bruit fait autour de *l'organisation scientifique du travail*, ce serait là un système dépourvu de nouveauté et médiocrement intéressant. Mais alors, comment expliquer le mouvement d'opinion créé aujourd'hui par les disciples de Taylor; le président Wilson a choisi plusieurs de ses ministres parmi les partisans les plus avoués des nouvelles doctrines; le maire de Philadelphie, M. Blankenburg, vient de charger F. W. Taylor de désigner le directeur des travaux publics de sa ville; les journaux, les revues techniques, sont remplis d'articles prônant ou attaquant l'application du « *scientific management* » au fonctionnement des arsenaux de l'Etat ou des grandes Compagnies de chemins de fer; le Sénat américain a fait ouvrir sur ce sujet des enquêtes très étendues. En Europe, l'agitation commence à prendre des proportions semblables : de nombreuses usines essayent d'appliquer le nouveau système et des ingénieurs vont étudier aux Etats-Unis sous la direction de F. Taylor. L'importance des idées du grand ingénieur américain ne saurait donc être contestée.

En quoi consiste cette nouvelle orientation industrielle?

A mon avis, le système Taylor tourne autour de deux idées fondamentales très simples à comprendre, mais plus difficiles à appliquer :

1° *L'étude de tous les problèmes industriels peut et doit être faite à l'usine par les méthodes de la science expérimentale la plus précise;*

2° *L'application de cette méthode scientifique à l'étude psychologique des hommes conduit à certaines règles nouvelles pour l'organisation du travail dans les usines, en particulier au travail à tâche fixe.*

SCIENCE EXPÉRIMENTALE. — La science, telle qu'elle a été définie par Taine, par Claude Bernard, repose essentiellement sur la notion du *déterminisme* : tous les phénomènes naturels sont reliés les uns aux autres par des relations nécessaires, des *lois*; chacun d'eux est fonction d'un certain nombre de variables indépendantes, de *facteurs*. Les phénomènes industriels, le prix de revient ou le bénéfice de chaque

opération sont dans le même cas. La science expérimentale appliquée à leur étude consiste à faire dans chaque cas particulier l'énumération complète des facteurs en jeu, puis à déterminer par des mesures précises la variation du phénomène étudié en fonction des variations de chacun de ses facteurs.

Dans toute industrie, bien entendu, on s'est de tout temps préoccupé de connaître ces relations, sans lesquelles il n'y aurait pas de fabrication possible. Le métallurgiste savait que la dureté de l'acier trempé dépendait de la température de chauffage et de la rapidité du refroidissement. Mais pendant longtemps on s'est contenté pour ces études d'appréciations au pouce et à l'œil, sans aucune mesure exacte; depuis une dizaine d'années seulement, on a commencé sur la trempe de l'acier des recherches expérimentales, nombreuses et très précises. Il en va de même dans toutes les industries; la plupart des observations indispensables continuent à se faire au pouce et à l'œil; on en précise seulement quelques-unes de temps en temps.

Le système Taylor consiste simplement à remplacer brusquement toutes les observations au pouce et à l'œil, faites ainsi dans les usines, par des mesures expérimentales précises. Il réaliserait ainsi instantanément une transformation qui, au train dont les choses marchaient antérieurement, aurait encore demandé un siècle avant de s'achever complètement.

Les avantages de la méthode expérimentale scientifique sont évidents; mais ne coûtent-ils pas trop cher; rapportent-ils, comme abaissement du prix de revient et comme amélioration de la qualité, plus qu'ils ne coûtent? F. Taylor l'affirme et donne à l'appui de ses dires des exemples saisissants. Il serait arrivé à doubler et même parfois à tripler le rendement de chaque ouvrier. Ces faits sont-ils exacts? C'est là aujourd'hui le nœud de la question.

La recherche qualitative des facteurs d'un phénomène donné est une opération relativement simple ou, plus exactement, peu dispendieuse à exécuter. Pour y voir clair, il faut de l'esprit d'observation, du jugement, mais il n'y a pas

besoin d'appareils compliqués, de main-d'œuvre coûteuse. Au contraire, le dernier échelon de la recherche scientifique : la détermination de la forme des fonctions et de la grandeur de leurs paramètres, nécessite des études longues, difficiles et coûteuses.

Il faut avant tout savoir mesurer la grandeur des phénomènes étudiés, par exemple, les propriétés mécaniques d'un acier, la dépense d'énergie d'un laminoir, puis suivre au moyen de mesures très nombreuses les variations de cette grandeur en fonction de la variation de ses différents facteurs et, par suite, savoir aussi mesurer la grandeur de ces derniers. De plus, toutes ces mesures doivent être réalisées avec le minimum de dépense, c'est-à-dire avec des moyens d'action très restreints, tout en obtenant le degré d'exactitude nécessaire et en sachant se rendre compte de la précision réellement obtenue. Faute de cette dernière condition, on s'exposerait à tirer de ses mesures des conclusions tout à fait erronées. C'est donc là un problème assez différent de celui des laboratoires scientifiques, pour la plupart richement dotés en appareils et en personnel.

F. Taylor a appliqué cette méthode expérimentale à un grand nombre de cas particuliers, se contentant toujours pour ses mesures de dispositifs expérimentaux très simples.

Dans l'étude du pelletage, il mesure les charges isolées lancées par l'ouvrier, les distances de projection, la durée de chaque opération et subdivision d'opération : remplissage de la pelle, lancement, ramenée en arrière, puis repos. Il est arrivé ainsi à établir les conditions de travail les plus économiques. Un bon ouvrier produit sans se surmener le maximum de travail en employant une pelle portant une charge de 9 kg. Les variations en plus ou en moins, suivant la force des ouvriers, s'élèvent à 2 kg.

Dans ses études sur les poulies, il mesure la tension des deux brins montant et descendant, la vitesse de la courroie, son coefficient de frottement sur la poulie, son allongement en service, la durée des temps d'arrêt occasionnés par des chutes de courroie, etc. Il trouve ainsi pour les conditions les plus avantageuses de l'emploi des courroies de transmission :

1° une tension initiale pour chaque brin de 14 kg/cm^2 ;
2° un effort transmis en marche à la jante de la poulie de 6 kg/cm^2 de courroie; 3° une vitesse de la courroie de 20 m/s .

Dans la taille des métaux, il mesure le poids des copeaux enlevés, la vitesse de rotation de la pièce, l'effort exercé sur l'outil, les angles des différentes faces de l'outil entre elles et avec la surface de la pièce taillée, la composition chimique des outils, la température de trempe, etc. Il arrive ainsi à cette conclusion nouvelle : le travail le plus économique correspond à une usure de l'outil en une heure et demie et cette usure correspond, pour un outil en acier rapide travaillant sur acier ordinaire mi-dur, à une vitesse de coupe de 25 m/min , soit $0,40 \text{ m/s}$; pour un outil en acier au carbone, à 5 m/min soit $0,08 \text{ m/s}$.

Ces quelques lignes, bien entendu, sont tout à fait insuffisantes pour donner une idée même très lointaine de l'importance des recherches expérimentales ainsi poursuivies par Taylor; par exemple, les dernières expériences relatives au travail des métaux ont duré vingt-cinq ans et ont coûté un million de francs.

Les disciples de Taylor procèdent exactement comme leur maître. Pour mieux faire comprendre cette méthode expérimentale, nous allons analyser, avec quelques détails, une étude sur la fusion de la fonte au cubilot, faite par J. J. Porter.

Le but de ses recherches était de déterminer :

- 1° Les meilleurs *résultats* que peut donner un bon cubilot;
- 2° Les *dispositions* du cubilot nécessaires pour obtenir ce résultat;
- 3° Le mode d'emploi du cubilot, c'est-à-dire le *travail* exigé des ouvriers fondeurs.

1° *Résultats*. — La première étape d'une semblable étude est l'énumération des qualités demandées à la fonte prise à la sortie du cubilot, puis le choix des méthodes de *mesure* convenables pour l'étude de ces qualités et enfin la détermination des *facteurs* de chacune de ces qualités.

Voici les qualités cherchées :

- a) Le métal moulé et refroidi doit être *doux* et *tenace*.

Cette double qualité se mesure par un essai de rupture au choc sur un barreau de section carrée.

Cette qualité dépend avant tout de la composition chimique de la fonte brute passée au cubilot et non du fonctionnement de ce dernier appareil. C'est donc là un point en dehors de l'étude actuelle, limitée au seul appareil de fusion, le cubilot.

b) La *fluidité* du métal fondu est une qualité indispensable pour obtenir des moulages sains, où tous les détails du moule soient bien remplis.

Pour mesurer cette propriété, l'auteur emploie un moule pour baguette cylindrique, long et très mince, dans lequel il verse la fonte à étudier; il mesure ensuite, après démoulage, la longueur de la baguette obtenue; cette longueur croît avec la fluidité du métal. Il indique, dans son mémoire, une longueur de 0,75 m. pour une bonne fonte, mais il a négligé d'indiquer les dimensions transversales du moule qui jouent évidemment un rôle prépondérant en réglant la vitesse de refroidissement.

Les facteurs de cette fluidité sont d'une part la *température* et d'autre part la *teneur en carbone* du métal. Cette dernière est toujours convenable dans la fonte brute employée, mais si le cubilot fonctionne mal, le carbone peut brûler en partie et donner un métal pâteux. Cet inconvénient se produit quand le métal solide arrive dans la zone oxydante qui règne devant les tuyères. Le métal doit être complètement fondu à 0,25 m. au-dessus de ces dernières. Les gouttelettes liquides traversent alors assez rapidement la zone oxydante pour ne pas s'altérer.

La température du métal dépend de nombreux facteurs : poids de coke brûlé, formation plus ou moins grande d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone; hauteur du cubilot, dont dépend l'échauffement progressif du métal solide; faible profondeur du creuset où le métal se refroidit, etc.

c) La *rapidité de fusion* de la fonte est très importante pour l'obtention de grosses pièces; elle a, d'autre part, l'avantage de retenir moins longtemps les ouvriers inoccupés devant leurs moules.

La mesure de cette qualité est donnée par le poids de fonte passée au cubilot en un temps donné.

Cette rapidité dépend de la *section* du cubilot et du *poids de fonte produit par mètre carré*. Ce dernier dépend du volume d'air soufflé dans l'unité de temps. On est donc maître de la rapidité de fusion, au moins en théorie, puisqu'il suffit d'augmenter la pression de vent; mais une allure exagérée augmente la consommation de combustible par tonne de fonte. D'après M. J. J. Porter la meilleure allure correspondrait à 150 kg de métal fondus par mètre carré et par minute. Dans la plupart des usines américaines étudiées par l'auteur, ce chiffre n'est pas atteint, il descend parfois jusqu'à 50 kg.

d) *L'économie de combustible* est la quatrième et dernière qualité à demander à un cubilot bien construit et bien conduit. Avec un coke à 90 p. 100 de carbone réel, la consommation de combustible doit être de 9 p. 100 du poids du métal fondu, non compris le poids du charbon d'allumage. Dans les usines américaines étudiées, ce chiffre est toujours dépassé et la consommation de combustible s'est parfois élevée à 30 p. 100 du poids du métal.

2° *Dispositions du cubilot*. — Pour obtenir les résultats normaux indiqués précédemment, il a fallu déterminer les dimensions et dispositions de cubilot les plus convenables. Cette étude expérimentale eût été très coûteuse et très longue s'il avait fallu construire de nombreux cubilots différents l'un de l'autre par un seul élément, comme le veut la méthode scientifique rigoureuse. M. J. J. Porter a réduit la portion expérimentale de son travail, en le faisant précéder d'observations portant sur 25 types de cubilots existant dans différentes usines américaines où il lui fut possible de relever toutes les conditions du fonctionnement. Il acheva de déterminer les points restés douteux par une étude réellement expérimentale effectuée sur des cubilots de petites dimensions.

a) La *section totale des tuyères* doit dans les cubilots voisin de 1 m. de diamètre être le $\frac{1}{5}$ de la section du cubilot relevée au niveau de la zone de fusion. Ce rapport décroît

un peu quand le diamètre augmente. De ce rapport combiné avec le volume d'air soufflé on peut déduire la pression à donner au vent. La grandeur et la position de la zone oxydante dépend avant tout de cette pression.

Dans les cubilots des usines étudiées, le rapport en question variait de $1/3$ à $1/15$.

b) La *profondeur du fond du creuset* au-dessous du rang inférieur de tuyères doit être de 0,30 m. Une trop grande hauteur refroidit le métal, diminue par suite la fluidité et augmente en même temps la quantité de combustible placée au-dessous des tuyères, qui échappe à la combustion.

Dans les usines étudiées, cette profondeur variait de 0 m. 05 à 0 m. 60.

c) La *hauteur de la porte de chargement*, au-dessus du niveau des tuyères, doit être de 4 m. 50 pour permettre un échauffement convenable de la fonte solide et assurer sa fusion au-dessus du niveau des tuyères.

Dans les usines étudiées, cette hauteur variait de 2 m. à 4 m. 50.

3° Le *travail de l'ouvrier* ne peut agir finalement que sur un petit nombre de variables, dont deux seulement ont une influence notable sur le résultat.

a) La *quantité d'air soufflé* doit être de 120 kg par mètre carré de section et par minute, ce qui correspond à une combustion de 15 kg de coke à 90 p. 100 de carbone, en admettant une consommation de 8 kg d'air par kilogramme de carbone. La combustion totale pour oxyde de carbone exige 5 kg 2 d'air et celle pour gaz carbonique 10 kg 4; on obtient le chiffre intermédiaire de 8 en se conformant, pour la construction et la conduite de l'appareil, aux indications données ici.

Dans les cubilots des usines étudiées, le poids d'air consommé, par kilogramme de carbone, variait de 6 à 9 kg 5.

Pour régler la quantité d'air soufflé ainsi dans l'unité de temps, l'auteur installe à poste fixe dans une des tuyères, un petit tube de Pitot relié à un manomètre. L'ouvrier doit régler son vent de façon à maintenir invariable la hauteur du manomètre.

b) Le rapport du poids du coke à celui de la fonte chargée doit être maintenu rigoureusement invariable pendant toute la durée de l'opération. Il ne suffit pas de peser le poids total de fonte et celui de coke employés, du commencement à la fin de l'opération; il faut faire ces pesées pour chaque charge partielle. Si les conditions indiquées précédemment ont été réalisées, on peut fixer cette charge de coke à 9 kg par 100 kg de fonte.

Dans les usines étudiées, la consommation de combustible variait de 9 à 25 p. 100.

Cet exemple du cubilot, qui est un appareil relativement simple, convient bien pour montrer le grand nombre des facteurs à prendre en considération et à mesurer dans chaque opération industrielle, quand on veut appliquer la méthode scientifique de Taylor.

CHRONOMÉTRAGE. — L'une des méthodes de mesure systématiquement employées par Taylor et avant lui, d'ailleurs, par d'autres expérimentateurs, le *chronométrage*, est devenue particulièrement célèbre en raison des critiques passionnées formulées à son égard par les syndicats ouvriers américains et reprises depuis par nos syndicats ouvriers français.

Le temps est un des facteurs essentiels du prix de revient de toute opération industrielle, mais pas le seul; il faut donc le mesurer comme les autres facteurs, d'où le chronométrage ($\chi\rho\omicron\nu\omicron\varsigma$ = temps et $\mu\acute{\epsilon}\tau\rho\omicron\nu$ = mesure). Le chronométrage occupe cependant dans le système Taylor une place supérieure à celle des autres procédés de mesure, en raison de son double rôle : il sert d'abord aux études expérimentales, mais il est encore la base nécessaire du paiement des ouvriers à la tâche.

Une nouvelle forme de chronométrage retient en ce moment l'attention en raison de nombreux articles publiés dans les revues américaines, c'est l'application du cinématographe (fig. 1) à l'analyse des mouvements très rapides des ouvriers, qui échapperaient à l'observation faite à la vue simple. M. Frank Gilbreth s'est fait l'apôtre enthousiaste de

cette nouvelle méthode et en a donné des applications curieuses. Il place à côté de l'ouvrier deux horloges (fig. 2) avec de grands cadrans sur chacun desquels se déplace une seule aiguille, l'une fait un tour en une minute et l'autre un tour en $1/10$ de minute; parfois on ajoute un troisième cadran où l'aiguille fait son tour en 10 minutes; on a ainsi,

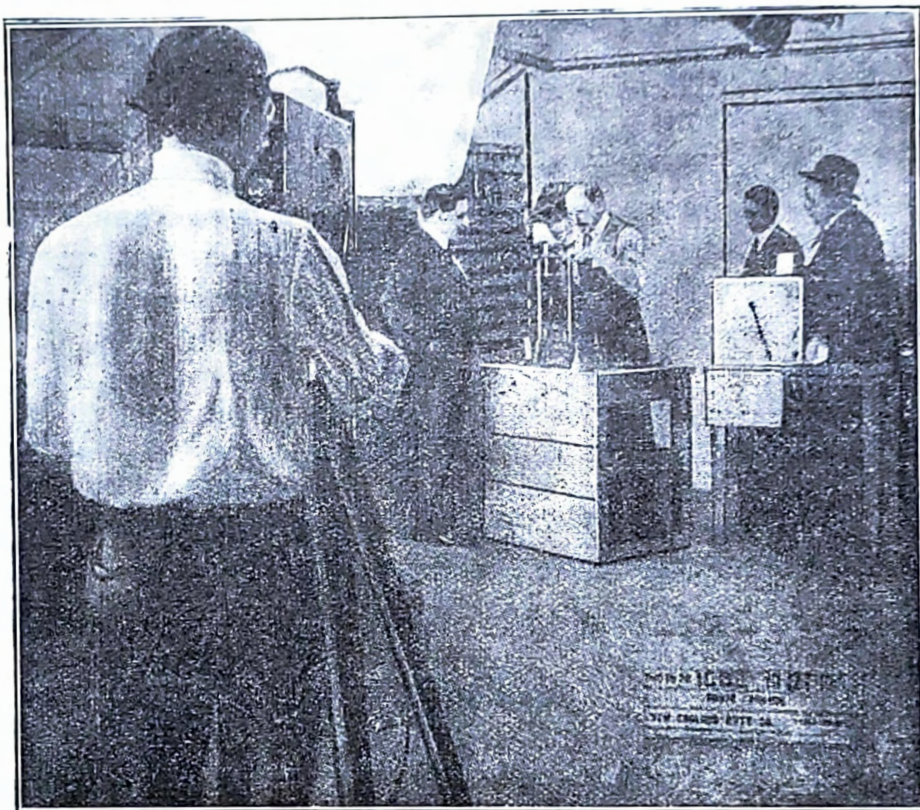


Fig. 1. — Vues cinématographiques.

sur chacune des petites photographies du film cinématographique (fig. 3), l'heure avec une précision du $1/1000$ de minute, c'est-à-dire du $1/15$ de seconde. On peut par la comparaison des photographies successives mesurer avec une très grande exactitude la durée de chacun des mouvements de l'ouvrier. On reconnaît ainsi les mouvements inutiles ou les mouvements trop lents qui peuvent être accélérés; on se rend compte en même temps des difficultés du travail qui

pourraient être levées par l'adjonction de tel ou tel dispositif mécanique. Cette méthode a été particulièrement appliquée par M. Aldrich aux usines de la Butt Co. pour décomposer le travail du montage de différentes machines. Les résultats obtenus auraient été, au dire des inventeurs de la méthode, particulièrement avantageux.

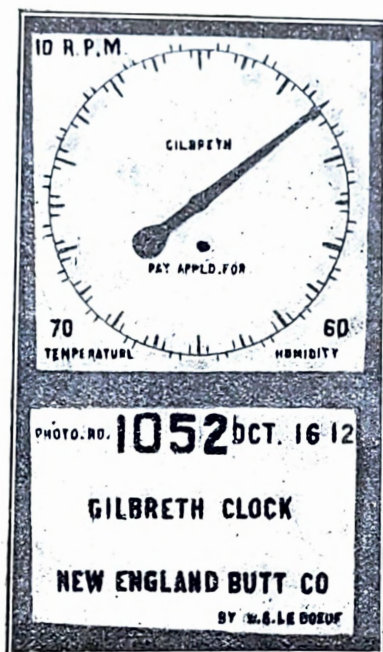


Fig. 2. — Horloge pour le chronométrage cinématographique

Sur plusieurs photographies on voit, contre le mur, un grand casier vertical (fig. 4), qui joue un rôle important dans le montage des machines. Toutes les pièces à réunir ensemble sont placées dans ces casiers suivant l'ordre même où elles doivent être employées, de sorte que l'ouvrier les prend chacune à leur tour, sans même avoir à regarder son casier. C'est l'exemple d'un dispositif, d'un montage qui économise le temps de l'ouvrier.

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE DE TAYLOR. — Les caractéristiques de la méthode expérimentale de Taylor, qui au fond ne

diffèrent pas de celles de la méthode scientifique proprement dite, sont les suivantes :

1° *Appliquer la méthode expérimentale à tous les problèmes de l'usine sans aucune exception.* — Il ne faut pas se contenter de choisir quelques problèmes plus intéressants ou plus faciles à étudier. Conduire scientifiquement une usine,

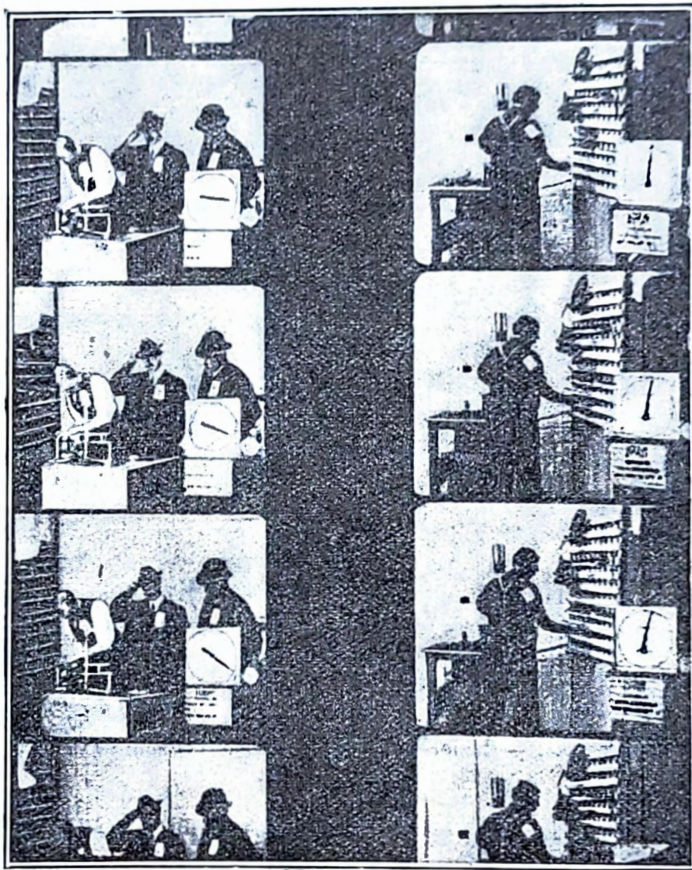


Fig. 3. — Film cinématographique

n'est pas la même chose que faire de la science en dilettante. Les recherches de sir Lothian Bell sur le haut fourneau, celles de Regnault sur la distillation de la houille, ont certainement été très intéressantes et ont présenté un caractère scientifique remarquable. Cela ne veut pas dire pour cela que les Forges de Middlesbrough ou les usines de la Compagnie

parisienne du Gaz aient jamais été dirigées suivant les règles du scientific management.

2° *Envisager tous les facteurs de chaque opération sans en négliger aucun.* — C'est là un point capital de la méthode scientifique, Il est d'ailleurs presque toujours négligé dans les usines. On cherche à aller au plus pressé et parfois on

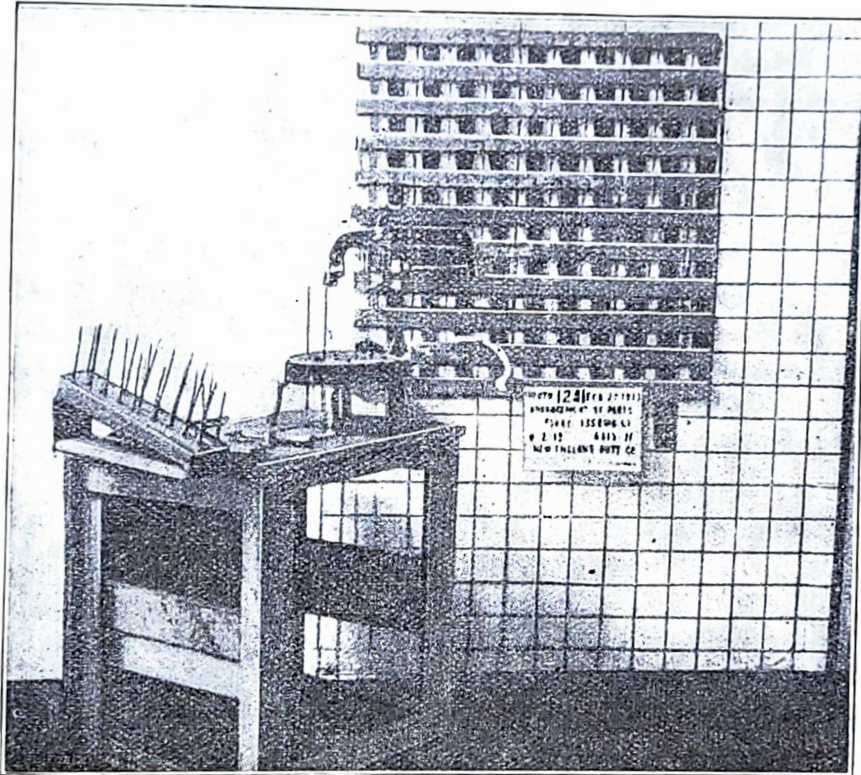


Fig. 4. — Casier pour le montage des machines.

néglige ainsi le côté le plus important de la question étudiée, faute d'y avoir apporté l'attention voulue.

Cette énumération complète des facteurs est une des préoccupations dominantes de Taylor. Quelques citations suffiront à le montrer.

Au début de son ouvrage sur la taille des métaux :

« Le problème qui se posait à nous peut être brièvement défini, une soigneuse étude de l'influence de chacune des

douze variables suivantes sur le choix de la vitesse de coupe de l'outil :

- 1° Nature du métal travaillé;
- 2° Diamètre de la pièce;
- 3° Profondeur de coupe, etc., etc. »

Dans son étude sur les courroies, même préoccupation.

« Il est bon de passer en revue les divers éléments qui affectent principalement la durée et la marche satisfaisante des courroies. Ce sont les neuf suivantes :

- 1° Matière première de la courroie;
- 2° Mode d'attache des courroies;
- 3° Régularité du graissage, etc., etc. »

Même énumération quand il s'agit non plus des machines, mais des hommes. Voici les facteurs de la valeur d'un bon directeur d'usine.

« Les neuf qualités qui font un homme suffisamment universel sont :

- 1° L'intelligence;
- 2° Le jugement;
- 3° Le tact, etc., etc. »

Il analyse de même les organisations composées de groupes d'hommes. Le bureau de fabrication aura dix-sept attributions distinctes.

Cette énumération complète des conditions déterminantes de n'importe quel phénomène est pour Taylor d'une importance capitale. Il le dit et le répète maintes fois. Dans son ouvrage sur la direction des ateliers, il fait la recommandation suivante aux jeunes ingénieurs chargés de l'organisation scientifique du travail dans une usine :

La faute que commettent ordinairement les débutants est de ne pas enregistrer avec les détails suffisants les diverses conditions relatives au travail. On ne se rend pas compte *a priori* que tout le travail de l'observateur devient inutile, s'il existe le moindre doute sur une seule de ces conditions : par exemple le nom de l'ouvrier ou des ouvriers employés, la description de tous les accessoires, même peu importants, tels que diamètre et longueur des boulons, etc. »

C'est peut-être sur ce point qu'existe la plus grande diffé-

rence entre la méthode de F. Taylor et celle des autres ingénieurs. Dans toute usine désireuse de progresser, on fait journellement des expériences et même parfois des mesures. Un exemple particulier, celui des courroies, suffira pour éclairer la divergence des méthodes. Avant Taylor, on avait déjà fait de nombreuses expériences sur les courroies; on avait, en particulier, mesuré leur ténacité et conclu de ces mesures à la possibilité de leur donner une tension initiale et une force d'entraînement bien supérieures à celles que préconise Taylor. La ténacité est certainement un facteur du fonctionnement des courroies, mais ce n'est pas le seul, ni même le plus important. Après avoir chiffré les vitesses des courroies, la fréquence des graissages, le nombre des chutes de courroie, la durée des arrêts occasionnés ainsi dans le travail de l'atelier, Taylor a pu définir exactement les conditions de travail *les plus économiques* et donner ainsi la solution scientifique complète du problème posé. Ses prédécesseurs, traitant cette question de *science industrielle* comme un problème de *science pure*, avaient envisagé seulement une des faces du problème.

On avait de même fait, avant Taylor, des recherches multiples sur la taille des métaux. Se préoccupant avant tout de la conservation des outils, on adoptait des allures très lentes, de façon à permettre à l'outil de travailler le plus longtemps possible. En envisageant au contraire, toutes les faces du problème, et en évaluant, par des mesures précises, l'importance relative de chacune d'elles, F. Taylor a montré, comme nous l'avons indiqué plus haut, que l'*économie maxima* correspondait à une usure de l'outil en une heure et demie.

3° *Ne faire varier dans les expériences qu'un seul facteur à la fois.* — La prétendue rapidité que l'on escompte en variant à la fois un grand nombre de conditions d'un problème étudié, dans l'espoir de tomber plus vite sur la meilleure combinaison de ces variables est un simple leurre. Cette pratique est la négation de la véritable méthode scientifique, car c'est compter sur la chance, sur le hasard. F. Taylor s'astreint au contraire à maintenir invariable la grandeur de tous les facteurs sauf un, et cela a été, déclarer-

t-il, le point le plus difficile de ses recherches :

« L'art d'expérimenter doit être défini comme la détermination de l'effet produit par la variation d'un élément, tous les autres restant constants.

« C'est la nécessité de maintenir ces variables constantes qui rend si difficiles ces expériences, si considérables et si coûteux les appareils et les pièces de forge servant aux essais et qui absorbent peut-être les quatre cinquièmes du temps de l'expérimentateur. Il a fallu fréquemment, dans notre travail, des journées, parfois des semaines pour préparer une expérience qui, une fois obtenue l'uniformité de tous les éléments, s'est faite en quelques jours, voire en quelques heures.

« Faire la description de la façon dont on maintient l'uniformité des conditions, c'est faire virtuellement la description de l'art d'expérimenter sur la taille des métaux. Par suite l'auteur commencera à exposer en détail les précautions qui doivent être prises pour assurer cette uniformité. »

4° *Décomposer l'étude de chaque opération en celle de chacun de ses éléments successifs.* — Dans l'étude du pelletage, par exemple, il chronomètre isolément la durée de remplissage de la pelle, le soulèvement, la projection, le retour en arrière et les repos entre chaque mouvement. C'est là une règle étrangère aux laboratoires scientifiques, parce que les problèmes posés y sont infiniment moins complexes que dans l'industrie. Elle est cependant très importante dans les ateliers pour deux motifs. Elle donne d'abord une connaissance bien plus complète du sujet étudié, mais surtout elle donne des renseignements qui pourront être utilisés ensuite dans d'autres études analogues, parce que les éléments en seront les mêmes, avec un groupement différent. La variété infinie des procédés de fabrication résulte de la combinaison d'un petit nombre de mouvements différents. Grâce à cette analyse, les mesures élémentaires de ces mouvements peuvent être utilisées ensuite sans nouvelles expériences. Cela diminue donc le prix de revient de l'application de la méthode scientifique.

5° *Faire économiquement les expériences.* — C'est-à-dire

proportionner l'importance des moyens mis en œuvre à l'importance des résultats escomptés. C'est là un des points les plus délicats de la méthode Taylor et cependant son auteur ne formule aucune règle à ce sujet. Cela a pourtant certainement été une de ses préoccupations dominantes. Dans les usines où il a travaillé, on ne lui ouvrait de nouveaux crédits pour ses expériences que lorsque les frais des études antérieures avaient été remboursés par les bénéfices qu'elles avaient rapportés. Il devait donc se préoccuper constamment du rendement de ses expériences.

On voit, par exemple, dans la description de ses recherches sur les courroies qu'il a dû utiliser surtout pour ses mesures les conditions du travail courant dans l'usine, changeant un peu les conditions chaque fois que l'on faisait une nouvelle installation de transmission de force, mais qu'il n'a jamais eu l'occasion d'installer à proprement parler de véritables expériences où toute l'installation aurait été créée en vue des mesures. Ce sont plutôt des observations que des expériences qu'il a pu faire. Cela explique comment ces études ont duré neuf ans. Au contraire, dans ses recherches sur le pelletage et le transport des gueuses de fonte, les expériences relativement peu coûteuses ont été instituées de toutes pièces comme des expériences de laboratoire.

C'est de la même façon qu'a procédé M. Porter dans ses études sur les cubilots de fonderie, en utilisant des installations déjà existantes.

Cette obligation de profiter des circonstances augmente considérablement le travail de l'expérimentateur et exige de sa part une activité intellectuelle très aiguisée. Il doit au début faire son énumération des facteurs à passer en revue, préparer tout son programme d'expériences et l'avoir constamment présent à l'esprit, sous pression dans son cerveau, comme la vapeur dans une chaudière, pour pouvoir se précipiter sur chaque condition favorable à la réalisation de son plan de bataille.

Cette condition est encore plus difficile à réaliser quand le chef d'industrie, dirigeant les recherches, et l'opérateur, les exécutant, font deux personnages distincts, ce qui sera

le plus souvent le cas dans les usines françaises.

Non content de ses déterminations expérimentales, F. Taylor s'est donné beaucoup de mal pour en traduire les résultats au moyen de formules algébriques. C'est bien là, en effet, comme nous l'avons indiqué au début de cette étude, le but ultime de la science. Peu familier avec les études mathématiques, l'auteur de ces recherches s'est fait aider par deux de ses plus fidèles collaborateurs : M. Gantt et M. Barth. Le premier a calculé toute une série de formules empiriques d'allure logarithmique et le second a imaginé des règles à calculs très ingénieuses, mais assez compliquées, pour permettre de tirer parti des formules et de les appliquer au travail de l'usine.

Voici par exemple l'une de ces formules donnant la vitesse de coupe capable de mettre l'outil hors de service en 20 minutes.

$$\text{Lg}V = \text{Lg}K + \text{Lg} \left[1 - \frac{8}{7(32 R^2)} \right] - \left(\frac{2}{5} + \frac{2,12}{5 + 32 R} \right)$$

$$\text{Lg}F - \left(\frac{2}{15} + 0,06 \sqrt{32 R} + \frac{0,8 \cdot 32 R}{6(32 R) + 48 D} \right) \frac{\text{Lg} 48 D}{32 R}$$

V, vitesse en pieds par seconde;

F, avance en pieds;

D, profondeur de coupe en pieds;

R, rayon du bec de l'outil en pieds;

K, constante dépendant de la nature chimique de l'outil et du métal travaillé.

F. Taylor déclare attacher une grande importance à ces formules en raison du mal qu'elles ont donné à établir et, sans doute aussi, du désir de rendre justice aux efforts de ses collaborateurs. Peut-être de simples tableaux numériques établis en partant directement des expériences seraient-ils d'un emploi plus pratique. C'est, du moins en France, l'opinion des établissements de l'artillerie où des méthodes modernes de travail, semblables à celles de Taylor, sont aujourd'hui d'un usage courant.

Facteur humain. — Parmi tous les facteurs de la production industrielle, le plus important, certainement, est la main-d'œuvre. Exerçant une influence dominante sur le prix de revient, elle provoque trop souvent en outre, par l'intervention syndicaliste, par la limitation volontaire de la production et par les grèves, des perturbations économiques néfastes. L'allure capricieuse des mobiles humains semble mettre ce facteur au-dessus de toute loi et lui permettre d'échapper au contrôle de la science. Ce n'est aucunement l'opinion de F. Taylor; dans ses principes d'organisation scientifique des usines, il s'exprime ainsi :

« Il est une autre espèce de recherche scientifique dont il a été parlé à plusieurs reprises dans cet ouvrage et qui doit appeler spécialement l'attention; c'est l'étude minutieuse des mobiles qui font agir les hommes. A première vue, il peut sembler que c'est là simplement affaire d'observation et de jugement individuel, qu'il n'y a pas là matière à des expériences scientifiques exactes. Il est certain que les lois qui résultent d'expériences de ce genre, et qui se rapportent à l'organisme très complet qu'est l'être humain, sont sujettes à un plus grand nombre d'exceptions que les lois relatives aux choses matérielles. Et cependant, des lois de ce genre existent, qui s'appliquent à la grande majorité des hommes et qui, clairement définies, sont d'un grand secours dans la manière de les conduire. Pour les découvrir, il a été fait des expériences minutieuses, soigneusement préparées et conduites pendant plusieurs années, de la même manière que celles dont il a été parlé précédemment. »

Voyons maintenant quelles sont les conclusions de F. Taylor, relatives à la question ouvrière. Elles présentent un caractère d'originalité remarquable. Très probablement exactes pour l'Europe comme pour l'Amérique, elles méritent, en tout cas, une étude très attentive. Voici les points essentiels de sa doctrine :

1° Il est inexact de croire, comme les politiciens de tous les pays tendent à le faire admettre, que l'ouvrier est un être stupide, inaccessible à tout raisonnement intelligent,

capable seulement d'absorber les hâbleries de ses flatteurs. Voici comment Taylor s'exprime sur le compte des ouvriers, dans une conférence adressée à la Société américaine pour le Développement de l'Enseignement technique : « Les élèves des écoles techniques apprendront, dans leur stage à l'usine, une chose d'une importance capitale. Ils se refusent à comprendre la vérité suivante, que leurs professeurs peuvent leur dire et leur répéter à satiété sans aucun résultat : « Un portefaix en haillons travaillant dans la rue, un ouvrier conduisant un tour, sont nés leur égal au point de vue intellectuel. » Aussitôt le professeur le dos tourné, ils disent en hochant la tête : « Je veux bien faire semblant de le croire, mais cela n'est certainement pas vrai, » En travaillant au contraire à l'usine, coudé à coudé avec des manœuvres couverts de graisse, avec des ouvriers ignorant les règles de la grammaire et étrangers à toutes les formes de la politesse, il leur faudra bien cependant reconnaître la pénétration intellectuelle de ces hommes; les jeunes étudiants auront au moins appris cela après une année de séjour à l'usine. Je me rappelle toujours mon étonnement à la fin de mes six premiers mois d'apprentissage en me voyant obligé de reconnaître la supériorité intellectuelle de trois de mes compagnons d'atelier. Les élèves des écoles et les ouvriers sont faits de la même argile, physiquement et intellectuellement. Pour conserver l'avantage dans la lutte pour l'existence, l'étudiant doit s'assurer les bénéfices d'une instruction très supérieure à celle de l'ouvrier; l'énergie, la persévérance, le jugement sont les facteurs dominants du succès dans l'industrie; or ces qualités se rencontrent au même degré chez l'ouvrier et chez le diplômé. »

Par conséquent, d'après les observations de F. Taylor, la psychologie ouvrière ne doit pas différer essentiellement de celle des autres hommes.

2° Avec les méthodes modernes de travail, très perfectionnées, mais aussi très compliquées, il n'est plus possible à l'ouvrier de trouver d'intuition, dans chaque cas particulier, les tours de main les plus avantageux; leur détermination nécessite aujourd'hui l'intervention d'un personnel techni-

que spécial. F. Taylor n'a pas mis moins de vingt-cinq ans à débrouiller l'influence des douze variables dont dépend le travail des métaux sur le tour; comment un ouvrier, abandonné à lui-même, pourrait-il découvrir en quelques minutes la solution d'un problème aussi compliqué.

Il est indispensable de séparer la *préparation* du travail, œuvre essentiellement intellectuelle, de sa *réalisation*, œuvre avant tout manuelle. On doit enseigner aux ouvriers les meilleures méthodes de travail, et ne pas s'en rapporter à eux pour les découvrir. C'est là toute une révolution dans les méthodes industrielles. Bien peu d'ingénieurs seraient aujourd'hui capables d'étudier les procédés de travail de leurs ouvriers et un moins grand nombre encore auraient l'habileté manuelle nécessaire pour les mettre en pratique devant eux.

3° Un autre résultat très important des études poursuivies par F. Taylor, avec son collaborateur H. Gantt, concerne le très grand avantage du travail à la *tâche définie*. Dans leur système, l'ouvrier reçoit l'indication exacte du travail à accomplir dans sa journée. La grandeur de cette tâche a été déterminée au moyen d'expériences antérieures.

Cet emploi systématique de la tâche rigoureusement définie a le grand avantage de supprimer la flânerie volontaire. Dans le travail à la journée, l'ouvrier se sentant assuré d'un salaire fixe est tenté de travailler le moins possible. Payé aux pièces, il flâne intentionnellement pour empêcher son patron de réduire les prix d'unité s'il le voyait trop forcer sa production et par suite trop gagner dans sa journée. La tâche fixe, à condition d'être réglée par un personnel compétent et d'une compétence reconnue par l'ouvrier, supprime bien des frottements dans les usines : cette tâche est plus facile à exécuter et plus agréable à faire exécuter. Si, dans les lycées, on supprimait la tâche fixe, se contentant de dire aux collégiens : Vous devez faire chaque jour le plus possible de devoirs, et aux professeurs : Vous devez faire le plus grand nombre possible d'heures de classe, le déchet sur la production des uns et des autres serait certainement énorme. Les ouvriers n'ont pas l'esprit autrement fait que celui de tous les hommes.

4^e Ce changement dans l'organisation du travail est très onéreux pour la direction de l'usine; mais il ne demande en moyenne rien de plus à l'ouvrier : plus de discipline peut-être, mais aussi moins d'initiative et pas plus de fatigue corporelle. Il n'y aurait donc *a priori* aucun motif pour augmenter son salaire. Mais tout homme souffre du moindre changement dans ses habitudes, les ouvriers comme les autres, et il faut, pour les décider à accepter une transformation aussi radicale, leur donner une augmentation notable de salaire. D'après les études expérimentales de Taylor, on obtiendrait l'assentiment des ouvriers et leur entière satisfaction par une majoration s'élevant, suivant la nature des industries, de 30 à 100 p. 100 du taux moyen des salaires payés dans les usines similaires continuant à travailler par les vieilles méthodes.

On peut imaginer beaucoup de systèmes de prime tendant exactement vers ce même but. Parmi ceux-là, l'un des plus connus est le *bonus system*, imaginé par un des anciens collaborateurs de F. Taylor, M. Gantt. Le salaire de l'ouvrier est séparé en deux parties nettement distinctes : un salaire fixe à la journée que l'ouvrier est assuré de gagner en tout état de cause, quelle que soit sa production journalière, sauf renvoi de l'usine, bien entendu, s'il ne fait rien. Il reçoit de plus une prime fixe, dite « bonus », lorsqu'il accomplit dans sa journée la totalité de la tâche qui lui a été indiquée comme normale. Les contremaîtres de l'atelier, de leur côté, touchent une prime pour chaque ouvrier travaillant sous leurs ordres qui arrive à gagner sa prime. Quand tous les ouvriers de l'atelier y sont parvenus, la prime totale du contremaître est brusquement doublée, ceci pour l'empêcher d'abandonner à eux-mêmes les ouvriers peu intelligents qui ne peuvent réussir sans un peu d'aide à effectuer la tâche prescrite.

Voici les raisons psychologiques de ce mode de rémunération du travail. En premier lieu l'ouvrier, se sachant en tout état de cause assuré de gagner au moins son salaire normal, ne craint pas d'être lésé par le nouveau système. Ayant de plus sous les yeux la fiche détaillée qui fixe les temps alloués pour chaque partie du travail et la rémunération promise, il

reconnait bien vite que la majeure partie de ces indications sont réalisables et équitables. Il se doute bien qu'il doit en être de même sur les points qui lui sont moins familiers. Le désir de gagner la prime le pousse bientôt à essayer de se conformer aux instructions données, et s'il n'est pas trop inintelligent, il y réussit rapidement. Puis, de proche en proche, les camarades imitent le premier parti et les moins intelligents eux-mêmes font à la longue un effort pour gagner leur prime. Des ouvriers qui n'avaient jamais pu faire les changements d'engrenage de leur machine sans l'aide de leur contremaître, s'y mettent bientôt, quand ils ont reconnu qu'il leur serait impossible sans cela de jamais gagner la prime. Ce système de rémunération joue donc un rôle véritablement éducateur,

ORGANISATION DU TRAVAIL. — Cet emploi systématique du travail à la tâche fixe comporte, comme nous venons de le voir, trois parties essentielles :

1° Des études préalables nécessaires pour la fixation de la tâche;

2° Des instructions données aux ouvriers pour leur permettre la réalisation de la tâche demandée;

3° Un système de rémunération de nature à pousser les ouvriers à accepter la nouvelle organisation.

C'est là, en ce qui concerne la question ouvrière, le point capital du système Taylor. L'adoption de ces principes permettrait d'après leur auteur de doubler et de tripler le rendement : mais au prix d'une *organisation* très compliquée et partant coûteuse. Pour produire, il ne suffit pas, en effet, d'avoir de bonnes machines, des ouvriers actifs et vigoureux, des ingénieurs instruits et intelligents, il faut encore une coordination absolue des efforts. Si chacun tire de son côté, sans ordre ni méthode, la production tombe nécessairement à rien, malgré la perfection isolée des moyens d'action mis en œuvre. L'organisation du travail est un facteur essentiel de la production : cela est vrai dans toutes les usines, mais cela est cent fois plus important encore, dans les usines qui emploient

le système de la tâche fixe. Les obligations imposées à l'ouvrier deviennent en effet illusoires si les matières à travailler ne se trouvent pas sous sa main au moment voulu, si ses outils ne sont pas affûtés à temps, si les dessins d'exécution sont incomplets, ou si les machines sont en mauvais état. Il faut de toute nécessité, avec l'obligation de la tâche fixe, une coordination des mouvements dans l'usine aussi absolue que celle qui a été depuis longtemps reconnue indispensable pour le bon fonctionnement des chemins de fer. Si les voies ne sont pas libres au moment voulu, les employés à leur poste, les coussinets des wagons pleins de graisse ou le foyer de la locomotive dégraisé, les retards deviennent inévitables et se multiplient l'un l'autre, jusqu'à ce que la désorganisation soit devenue générale, comme nous l'avons récemment vu sur le réseau de l'Etat, heureux encore quand cela ne se termine pas par des catastrophes.

Le système du travail à la tâche fixe est très perfectionné mais très délicat; s'il ne fonctionne pas très bien, s'il y a des retards, des frottements, la désorganisation s'accroît spontanément avec une grande rapidité. Entre ce système et celui des usines dirigées empiriquement par des contremaîtres, il y a la même différence qu'entre le système des chemins de fer et celui des diligences.

L'organisation proposée par F. Taylor pour assurer le fonctionnement du travail à la tâche fixe repose sur une donnée psychologique fondamentale, précédemment indiquée à l'occasion des ouvriers. Il n'y a pas d'homme infiniment parfait, la moyenne est même assez médiocre; il faut pourtant vivre avec cette moyenne et s'efforcer de la placer dans les conditions les plus favorables au bon rendement de son travail. Si l'on ne doit pas demander à un ouvrier de fournir, à la fois, travail intellectuel et travail manuel, on doit encore moins confier à un contremaître, à un employé subalterne des fonctions multiples exigeant pour leur bonne exécution un ensemble de qualités égales à celles des plus grands chefs d'industrie. En le faisant, on se met dans la nécessité d'accepter une besogne incomplète et négligée. F. Taylor subdivise les attributions du personnel chargé de la direction des ouvriers,

comme on a depuis longtemps subdivisé le travail de ces derniers. Chaque contremaître ou employé remplit seulement des fonctions limitées à une spécialité déterminée; cela lui permet d'y acquérir une grande habileté.

F. Taylor oppose cette organisation, dite *administrative*, à l'ancienne organisation, dite *militaire*, où chaque homme dépend directement d'un seul chef, d'un contremaître à l'atelier, d'un sous-officier à l'armée. Dans l'organisation administrative, chaque ouvrier dépend de huit chefs différents, quatre employés au bureau et quatre contremaîtres à l'atelier. A première vue, cela semble bien compliqué, mais ce chiffre, donné brutalement par F. Taylor, a surtout pour but de frapper l'imagination. A examiner les choses dans le détail, c'est en réalité assez simple. L'ouvrier n'a habituellement de contact direct qu'avec un ou deux chefs, et pas au même moment de son travail. C'est l'organisation des lycées, où chaque élève, à côté de son professeur principal, dépend de professeurs accessoires, de répétiteurs, de maîtres d'étude, de surveillants de cour.

BUREAU DE PRÉPARATION ET DE RÉPARTITION DU TRAVAIL. — En quoi consiste donc cette organisation? A côté de la direction, F. Taylor introduit en dehors des services habituels : *direction commerciale et comptabilité; bureau d'étude et de dessin; laboratoire et recherches expérimentales*, un organe nouveau très important, le bureau de *préparation et de répartition* du travail dans les ateliers. Ce bureau reçoit les commandes de la direction et transmet seul aux ateliers les ordres relatifs à l'exécution de ces commandes.

Le bureau comprend quatre services, quatre directions principales, pouvant occuper chacune un plus ou moins grand nombre d'employés suivant l'importance de l'usine, mais jamais moins d'un employé par direction, même dans les plus petites affaires, de façon à limiter le nombre des fonctions confiées à chacun des individus et lui permettre ainsi de mieux les remplir. C'est la base fondamentale de tout le système.

Répartition (Order of work and route). — Cette direction

définit le chemin que doivent suivre, dans les usines, toutes les matières mises en œuvre : réception et premier emmagasinement, passage d'un atelier à l'autre, mise en place des pièces sur les machines, arrêt dans des dépôts intermédiaires, emmagasinement en fin de fabrication, puis livraison. Elle dresse des plans très complets de ce cheminement à travers les ateliers, parfois même des vues perspectives (fig. 5) quand il s'agit d'ateliers comportant des bâtiments de plusieurs étages. La figure 6 représente les plans de circulation dans

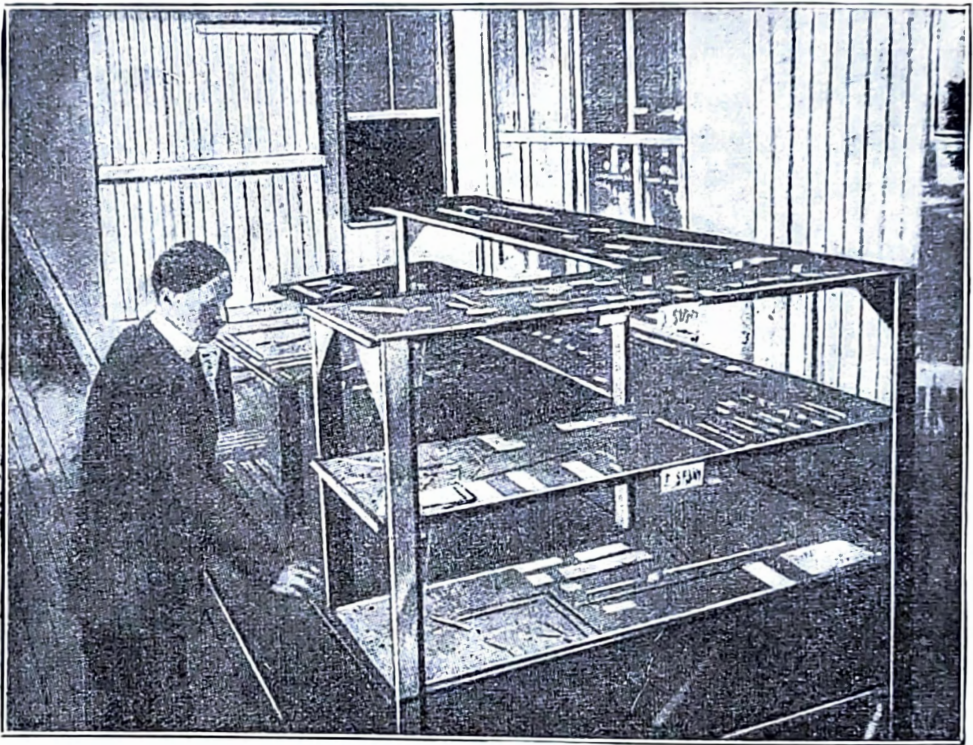


Fig. 5. — Plan en relief d'un atelier.

une fabrique d'essieux de wagons et d'automobiles. Dans cet atelier, assez ancien et progressivement développé, les fours de réchauffage et les machines sont irrégulièrement disséminés, ce qui complique les itinéraires; on a de plus représenté sur le même plan le cheminement d'un grand nombre de pièces différentes, se dirigeant les unes vers un côté de l'ate-

lier, les autres vers un autre : cela donne une certaine confusion au plan.

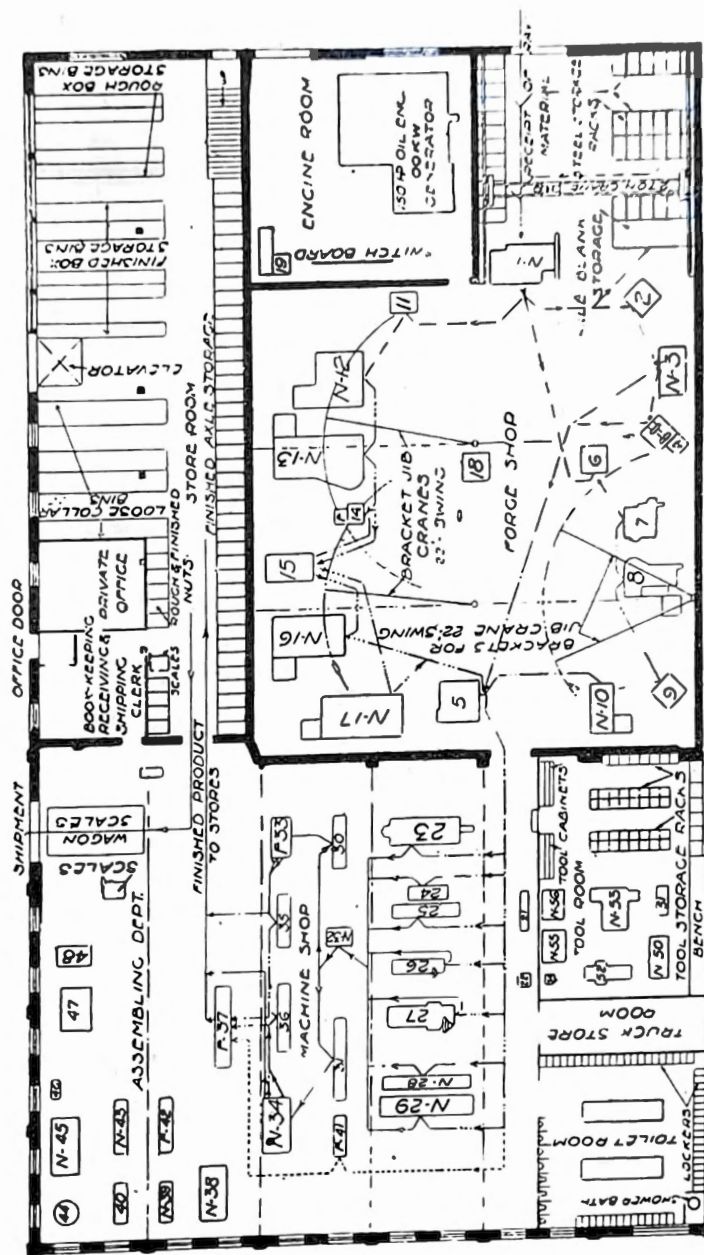


Fig. 6. — Plan de circulation.

Ce bureau dresse de plus des fiches spéciales dites *fiches de travail*, qui sont remises aux ouvriers pour leur indiquer

les pièces qu'ils doivent travailler et le temps total qu'ils doivent y consacrer; les mêmes fiches portent l'indication, inscrite par une autre direction du même bureau, des salaires et des primes allouées pour le travail en question. La figure 7 représente les dispositions générales d'une de ces fiches. Aussitôt que l'ouvrier a fini son travail, il fait viser sa fiche par un contremaître chargé de ce soin, après y avoir porté lui-même l'indication du temps qu'il a mis à faire le travail, du salaire et de la prime qu'il pense avoir gagnés. Cette fiche retourne à la direction des manutentions, où elle permet de continuer la circulation de la même pièce; elle est ensuite envoyée à la direction des salaires pour l'établissement de la feuille de paye de l'ouvrier et à la direction de la fabrication pour l'établissement du prix de revient.

Fabrication (Instruction cards). — Cette direction a pour mission principale de dresser les instructions écrites, les fiches de fabrication remises aux ouvriers afin de leur fournir toutes les indications nécessaires à l'accomplissement de leur travail. Ces fiches donnent les numéros des dessins d'exécution et des modèles à employer, la nature des outils, la vitesse et la profondeur de coupe, la qualité exigée du produit fini et enfin le nom de l'agent à consulter en cas de difficultés imprévues. Ces fiches sont remises à l'ouvrier au début de chaque fabrication avec les plans et modèles en même temps que la première fiche de travail; après l'achèvement de la fabrication, elles retournent au bureau pour y être classées jusqu'à nouvel emploi.

En vue de l'établissement de ces fiches, quelques employés du service vont de temps en temps à l'atelier faire des chronométrages dans le but de déterminer le procédé le plus convenable pour effectuer toute nouvelle opération, ou encore de vérifier les indications, conservées dans les registres, d'anciennes déterminations. Cette direction est la plus importante du bureau de répartition du travail.

La figure 8 donne le modèle d'une fiche de fabrication relative à un arbre coudé.

Salaires (Times and costs). — Cette direction porte sur la fiche de travail le temps total alloué pour chaque pièce, en

s'aidant pour cela des fiches détaillées de fabrication établies par le service précédent. Cette fiche revient ensuite au

Entrée Sortie		N° de la Fiche			
		N° de l'Ouvrier			
Nom de l'Ouvrier		N° du dessin			
Temps alloué	Temps réel	Symbole			
Prime	Tarif	N° de la machine			
Paye	Salaire	PRIME		TRAVAIL	
Nature du travail		Opération	Nombre	Temps	Salaire
Enregistré		Je soussigné certifie l'exactitude Le Contre maître Signature			
Salaire	Prix de revient				
Répartition					

Fig. 7. — Fiche de travail.

même service, comme cela a été dit plus haut. Aucune feuille de paye n'est établie sans que l'ouvrier ait rendu cette fiche, indispensable pour permettre au service des manutentions de continuer le mouvement des pièces en cours de fabrication.

Personnel (Disciplinaria). — Ce service est chargé de l'embauchage des ouvriers et de toutes les questions relatives à la discipline : réprimandes, amendes ou renvois motivés par l'indiscipline, la grossièreté, les retards ou absences complètes, la mauvaise qualité du travail. Les contremaîtres de l'atelier n'ont le droit d'infliger aucune punition.

Tous les ouvriers peuvent ainsi recevoir des ordres des directeurs de chacun de ces quatre services; mais en général ils ne les voient pas et communiquent avec eux par écrit, par l'intermédiaire de jeunes messagers faisant la navette entre

INSTRUCTIONS POUR TOURNER UN ARBRE COUDÉ							
Nature du travail Tour	Ordre permanent de service 460			Numéro d'ordre 16837			
N° de la machine 59	Outil ME	Métal I4	N° du forgeage 22708 B. F.				
Nom de l'ouvrier J.WEBER		Nom du contremaître A.DAY					
Description de l'opération		Outil	Coupe	Avance	Vitesse	Temps alloué	T. effectif
Installation de la machine						20	
Montage pour tourner l'arbre						12	
Tournage de l'arbre		PRL	3	E	4AF	1:40	
Centrage du tourillon						10	
Ebauche du tourillon à 125 mm.		PSR		005	5AF	2:10	
Ebauche des extrémités			2		4AF	1:40	
Finissage de l'arbre			I	H		50	
Travail à la lime des congés						1:10	
Polissage du tourillon					2BF	40	
Vérification du travail						15	
Enlèvement de l'arbre coudé						3	

10:52

Finissage du tourillon N°1 . Finissage de l'arbre N°3

Prime allouée = 25% du tarif

Fiche descriptive 48II . Dessins PCMB . 17 Juillet 1901

En cas de difficulté s'adresser au signataire de la fiche :
BUXLEY

Fig. 8. — Fiche de fabrication.

l'atelier et le bureau. Ils reçoivent simplement les fiches contenant les instructions réunies de trois directeurs, le quatrième n'ayant à fonctionner que d'une façon accidentelle.

En dehors des ordres donnés aux ouvriers, le bureau de répartition cumule encore d'autres fonctions. Chaque direction est chargée de certains services annexes, par exemple :

1° Inventaire des matières et travaux, analyse et état d'avancement des commandes, établissement des prix de revient.

2° Unification des types d'outils, des machines, des pièces diverses d'usage courant et des méthodes de travail elles-mêmes; établissement d'un système de symboles mnémoniques pour les objets, les tarifs, les conditions imposées au travail, combiné dans le but de simplifier et de réduire les correspondances avec les ouvriers; classement des documents : commandes, dessins, fiches de fabrication, etc.

3° Assurance contre les accidents, étude générale de perfectionnements de toute nature à apporter dans le bureau de répartition, etc.

ATELIER. — A l'atelier, les ouvriers ont avec eux quatre chefs, quatre contremaîtres, préposés à l'exécution des instructions du bureau de répartition et chargés de montrer, aux ouvriers encore insuffisamment habiles, la façon de s'y prendre pour réaliser dans les délais indiqués le travail demandé; ils sont nécessairement choisis parmi les anciens ouvriers les plus habiles. En voici la liste :

Chef des manutentions (Gang boss). — Veille à l'exécution des instructions du service correspondant du bureau, fait le nécessaire pour alimenter, en temps utile, les hommes en matière, outils, modèles, dessins. Il leur montre au besoin à mettre rapidement en place les pièces sur les machines-outils. Ses fonctions cessent au moment où le travail proprement dit commence.

Chef de fabrication (Speed boss). — Veille à la réalisation de tous les détails de fabrication prescrits par le bureau : choix des outils, profondeur de coupe, vitesse des machines, etc., etc.

Son nom de *speed boss*, chef de vitesse, provient de ce que dans le travail avec les machines-outils, particulièrement étudié par Taylor, la vitesse est l'un des facteurs les plus importants du prix de revient.

Chef contrôleur (Inspector). — Vérifie la qualité des produits fabriqués : dimensions, traitement thermique et donne au besoin, à l'ouvrier, l'indication des précautions à prendre, pour réaliser les qualités demandées.

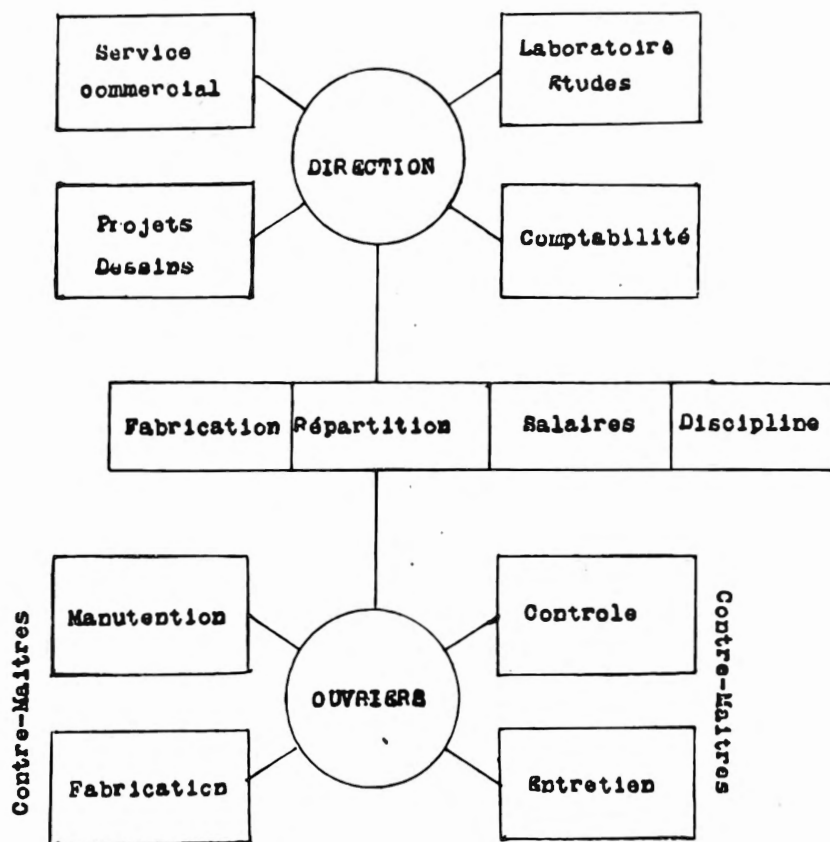


Fig. 9. — Schéma de l'organisation du travail.

Chef d'entretien (Repairs boss). — Vérifie l'entretien et le graissage des machines, le rangement des pièces travaillées; il surveille les machines et courroies, de façon à les faire réparer en temps utile et éviter ainsi toute interruption dans

le travail de l'ouvrier. En cas d'avarie inopinée à une machine, il prend d'urgence les dispositions nécessaires pour donner un autre travail à l'ouvrier.

Le nombre d'ouvriers confiés à l'un ou l'autre de ces contre-maîtres est nécessairement différent. Le chef de fabrication en dirigera de 10 à 20 et le chef des réparations peut-être dix fois plus. Dans un même atelier, il pourra y avoir un seul chef de réparation et une douzaine de chefs de fabrication, placés alors sous la direction d'un agent spécial.

Le tableau graphique (fig. 9) donne une idée générale de l'organisation du travail dans une usine s'inspirant des idées de Taylor. L'ouvrier reçoit directement les ordres du bureau de répartition du travail et non des contre-maîtres. Le rôle de ces derniers est seulement de l'aider à effectuer son travail, puis d'en contrôler finalement la qualité. Tous les ordres viennent directement du bureau de répartition.

STATISTIQUE. — Le fonctionnement du travail à la tâche entraîne donc l'installation d'un bureau de fabrication très complet avec un personnel nombreux et des attributions multiples; mais le fonctionnement de ce bureau entraîne à son tour la nécessité d'une nouvelle organisation non moins complète et assez compliquée dans ses détails, celle de la *statistique*. La multiplicité des fiches et des instructions nécessaires pour régler tous les mouvements des matières et des hommes donnerait bientôt lieu à une confusion inextricable si des précautions minutieuses n'étaient pas prises pour assurer un ordre parfait dans le bureau de fabrication. Cette question a été l'objet d'études très complètes de la part de F. Taylor et de ses principaux collaborateurs. On signalera ici quelques-unes des solutions particulières auxquelles ils sont arrivés, sans avoir, bien entendu, la prétention d'en faire l'énumération complète.

La *fiche de travail* est l'organe essentiel de toute fabrication effectuée à la tâche fixe; elle donne à l'ouvrier les indications nécessaires à son travail, puis après retour au bureau, l'indication au service de répartition des pièces prêtes à être dirigées vers une nouvelle étape de la fabrication et au service des salaires, l'indication des sommes dues aux ouvriers

qui doivent servir à établir la feuille de paye. Ces fiches sont innombrables, puisqu'il y en a pour chaque pièce autant qu'elles ont d'opérations successives à subir. L'organisation adoptée pour la mise en œuvre de ces fiches est la suivante : on juxtapose contre un mur vertical une série de groupes de crochets dont chaque groupe porte le nom d'un ouvrier et le numéro d'une machine. Chaque groupe comporte au moins deux crochets pouvant recevoir les fiches de travail : le crochet de gauche reçoit les fiches préparées à l'avance pour le travail de l'ouvrier, pendant les jours à venir, et celui de droite, les mêmes fiches renvoyées par l'ouvrier après l'achèvement du travail : on peut ainsi voir d'un seul coup d'œil si tous les ouvriers ont du travail préparé en temps utile et on voit d'autre part les pièces disponibles pour être envoyées à d'autres ouvriers.

On peut évidemment varier à l'infini les dispositions de ce tableau, par exemple augmenter le nombre des crochets pour établir des subdivisions plus nombreuses parmi les fiches. On en mettra parfois cinq ayant l'utilisation suivante. Le premier porte les fiches préparées à l'avance pour des pièces qui, étant encore en mains ailleurs, ne sont pas disponibles pour une nouvelle opération. Le second, les fiches de pièces peu pressées que l'on prend chaque fois qu'il reste du temps libre à l'ouvrier. Le troisième, les fiches de pièces pressées qui doivent avoir un tour de faveur. Le quatrième, un talon que l'on détache de la fiche et qui est conservé pendant que la pièce est en main et que sa fiche, par conséquent, est à l'atelier. Le cinquième enfin, les fiches de pièces terminées et prêtes à passer en d'autres mains.

Tous les matins on prend les fiches correspondant au travail de la journée pour chaque ouvrier et on met ces fiches dans une boîte fermant à clef, renfermant une case par ouvrier. La boîte est portée à l'atelier, les contremaîtres prennent les fiches, les examinent et les remettent aux ouvriers. Le travail fini, les ouvriers remettent les fiches, après les avoir fait contrôler et signer, dans la même boîte, d'où elles retournent au bureau; elles sont alors reprises successivement par les employés du service de fabrication qui les uti-

lisent pour l'établissement du prix de revient, par les employés du service des salaires qui les emploient pour dresser les feuilles de paye, et elles reviennent finalement au service de répartition où elles sont conservées pour l'établissement de la fiche suivante de travail.

Dans cette organisation, la préoccupation dominante est de faciliter aux employés et chefs de service l'examen rapide de la situation du travail. Cette même préoccupation a conduit à dresser des tableaux synoptiques permettant de suivre soit une même pièce dans ses états successifs d'avancement, soit un même ouvrier dans ses jours successifs de travail.

Si tous ces détails sont très importants pour assurer le bon fonctionnement des méthodes de travail préconisées par Taylor, leur modalité peut varier à l'infini, suivant les habitudes locales et les convenances des chefs d'industrie. Mais, de toute façon, cette organisation du travail nécessite un personnel très nombreux. Dans une petite usine réorganisée par F. Taylor, le nombre des employés fut augmenté dans le rapport de 1 à 10. En même temps le nombre des ouvriers fut diminué d'un chiffre égal à celui des employés ajoutés, c'est-à-dire de 30 p. 100. Après ce changement, malgré l'augmentation du nombre des agents considérés comme improductifs, la production de l'usine fut majorée de 50 p. 100.

Cette question de l'organisation du travail est aujourd'hui à l'ordre du jour dans toutes les grandes industries, peut-être cependant plus à l'étranger qu'en France, si l'on en juge par le nombre des publications consacrées à l'étude de ces problèmes : *Engineering Magazine*, aux Etats-Unis; *the System* en Angleterre et un bulletin spécial de la Revue des Ingénieurs allemands. Jamais cependant on n'avait encore osé tenter une organisation aussi compliquée par le nombre et la délicatesse de ses rouages. Comme toute machine très parfaite, le scientific management a un rendement très élevé, mais aussi il est difficile et coûteux à mettre en mouvement; il ne faut pas craindre de le répéter.

CONCLUSIONS. — Le système Taylor va continuer, s'il n'est pas trop imprudent de prédire l'avenir, à se développer

d'abord lentement, comme il le fait aujourd'hui, puis, après un certain délai encore difficile à prévoir, il prendra sans doute une marche rapidement accélérée. La lenteur actuelle de son développement résulte de la nécessité pour sa mise en œuvre de l'accord parfait du chef d'industrie et du chef d'atelier. Le premier doit autoriser le bouleversement de son usine et ouvrir les crédits nécessaires aux transformations projetées; l'absence de convictions, la crainte des échecs entravent ses mouvements. D'autre part, le chef d'atelier, devant entreprendre des études très délicates et le plus souvent absolument nouvelles pour lui, ne peut le faire utilement s'il n'a pas déjà le feu sacré. Pour innover, le travail fait simplement par ordre reste impuissant.

Or aujourd'hui le nombre des croyants aux nouvelles doctrines est faible et la probabilité de la rencontre dans une même usine des deux hommes indispensables, est infiniment faible. Mais cette situation se modifiera à la longue, parce que les usines fonctionnant sous la règle du scientifique management feront à leurs rivales une concurrence désastreuse, vendant leurs produits meilleur marché, grâce à leur prix de revient plus faible, et accaparant en même temps tous les bons ouvriers, par suite de l'élévation du taux des salaires.

Une autre force qui aidera au triomphe des idées de Taylor est que le scientifique management est devenu aux yeux de ses adeptes une véritable religion, et, comme on le sait, la foi soulève les montagnes. Un des meilleurs exemples de cette puissance de la croyance nous est donné par un disciple de Taylor, M. Cook, directeur des Travaux publics de Philadelphie. En un an, il a pu, au nom de la science, faire des réformes, certainement faciles à concevoir, mais impossibles, semblait-il, à réaliser. Il a renvoyé les employés touchant des pots-de-vin chez les fournisseurs; il a mis à la tête des services des ingénieurs compétents sans prendre l'avis des politiciens, et enfin il a empêché ses concitoyens de gaspiller l'eau de la ville en laissant leurs robinets constamment ouverts. Du moment où la science a déclaré que c'étaient là les principaux facteurs du désordre des affaires municipales, tout le monde s'est incliné. M. Cook a résumé les résultats déjà acquis et ses

projets du lendemain dans une lettre ouverte au maire de Philadelphie, son chef hiérarchique, M. Blankenburg, document qui passerait pour l'œuvre d'un pince-sans-rire, si l'on ne connaissait les convictions profondes de son auteur.

Pour produire tout son effet, cette foi dans la science doit se diffuser partout, pénétrer notre enseignement, resté trop peu scientifique malgré ses prétentions contraires; des usines, cette confiance dans la méthode expérimentale passera dans la société et reviendra de là dans les ateliers en leur donnant des chefs mieux préparés à faire usage des méthodes scientifiques et plus convaincus de leur bienfaisance.

Il me sera permis en terminant de signaler un pas très intéressant fait dans cette voie, par une jeune et ardente maîtresse de maison américaine, Mrs Christine Fredericks, qui a appliqué le scientifique management à la tenue de sa maison et a résumé le résultat de ses expériences dans un petit volume : *The new Housekeeping*. Les enfants élevés par les lectrices de ce manuel domestique deviendront certainement plus tard des ingénieurs, mieux préparés que la génération actuelle, à l'emploi des nouvelles méthodes industrielles. Ils auront sucé le goût de la science dès la mamelle.

(1914)