

FRANÇOIS VATIN

Émile Belot et le principe de continuité

Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes, 1985, fascicule 2
« Science, histoire et société », , p. 56-69

http://www.numdam.org/item?id=PSMIR_1985__2_56_0

© Département de mathématiques et informatique, université de Rennes,
1985, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la série « Publications mathématiques et informatiques de Rennes » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

Emile Belot et le Principe de Continuité

Une théorie dynamique de la production chez un ingénieur français contemporain de TAYLOR.

La théorie économique de la production est un domaine paradoxalement peu développé. Pour les keynésiens, la production est un agrégat macro-économique dont la mesure est fournie par les comptes nationaux. Les néoclassiques quant à eux avancent une "théorie du producteur" qui n'est en définitive qu'une théorie du marché des facteurs de production. Que se passe-t-il au-delà du rapport d'échange? Comment ces facteurs sont-ils effectivement combinés sur le lieu de production? Seule la théorie marxiste tente de répondre à cette question. Elle est en ce sens héritière d'une tradition techno-économique développée durant le premier tiers du XIXème et oubliée par la suite : Babbage et Ure en Angleterre, Dupin en France.

La naissance du discours organisateur au début du XXème siècle comblera cet espace laissé vacant par la théorie économique. TAYLOR sera unanimement fêté, y compris par les économistes, comme le promoteur de la pensée rationnelle dans l'atelier. Mais sa pensée est bien pauvre, limitée par une conception statistique et mécanique de la production. Il faudra encore attendre plusieurs décennies l'émergence d'une théorie gestionnaire, faisant appel aux modèles de l'analyse systémique ou de la recherche opérationnelle.

Pourtant, la pensée des ingénieurs-organiseurs du début du siècle était beaucoup plus riche qu'on ne l'imagine à la lecture de la tradition taylorienne. Emile BELOT que nous présentons ici en est le témoignage. Son projet d'une théorie dynamique de la production centrée autour du "principe de continuité" reste parfaitement d'actualité à l'heure de l'informatisation de la production.

1. Emile Belot, un ingénieur aux ambitions théoriques.

Emile Belot (1857-1944) est un strict contemporain de Frédéric Taylor (1856-1915). Entré en 1877, à l'Ecole Polytechnique, il en sort ingénieur des Tabacs. Il fait sa carrière de 1883 à 1926 comme ingénieur puis Directeur des Manufactures de l'Etat, ce qui le conduira à travailler dans sept usines différentes. Il remplira également à partir de 1883 les fonctions de Professeur de fabrication à l'Ecole d'Application des Manufactures de l'Etat. (1). Par ailleurs, il fait partie de cette grande tradition française d'"ingénieurs sociaux". Animateur de la société de Saint Vincent de Paul, il créa des jardins ouvriers et compta parmi les fondateurs en 1908 du cautionnement mutuel des fonctionnaires". (2).

(1) "Revue des tabacs" 15.11.26.

(2) Dictionnaire Larousse en 10 volumes. Nous n'avons pas pour l'instant fait d'études spécifiques sur cet aspect important de notre auteur.

Durant cette longue carrière d'ingénieur, il fait preuve d'un esprit d'invention sans relâche puisqu'il invente et met au point une bonne demi-douzaine de machines, dont l'usage sera pour plusieurs d'entre elles généralisé à toutes les manufactures de l'Etat. Ce travail d'inventeur le conduira à quitter pendant trois (vers 1900) la fonction publique pour diriger diverses sociétés industrielles construisant des machines spécialisées dans la fabrication de tabacs.

Il théoriserait cette expérience d'ingénieur et d'inventeur dans une série de quatre articles parus dans la revue "La technique moderne" de 1911 à 1925 (1). Il tente d'y montrer que toute sa pratique industrielle est dominée par une idée directrice, le "principe de continuité". Il pose, comme nous le verrons, ce principe à un niveau technique mais aussi à un niveau économique. En ce sens il fait, de manière assez consciente semble-t-il, oeuvre d'économiste.

A la lumière des quelques informations biographiques dont nous disposons, Emile BELOT nous apparaît comme un "savant frustré", se sentant probablement à l'étroit dans le cadre passablement routinier du "Monopole". Profitant de son "pantouflage" des années 1900, il va se lancer en effet dans la "recherche pure". L'objet de ses recherches est révélateur, à l'opposé de la vocation pragmatique du travail d'ingénieur : la cosmogonie. (2) Il travaillera avec constance sur cette question pendant plus de vingt ans, en sus de ses fonctions d'ingénieur et d'administrateur et de son action sociale, faisant une série de communications à l'Académie des Sciences et publiant deux ouvrages. (3)

Il ne nous est bien sûr pas possible de juger l'intérêt scientifique des travaux cosmogoniques de BELOT. La voie sur laquelle il s'était engagé paraît bien ambitieuse, et ses hypothèses cosmogoniques n'ont à notre connaissance pas été conservées. Probablement à la marge des milieux scientifiques, il semble toutefois qu'Emile BELOT ait eu droit à une certaine reconnaissance académique, puisqu'il sera en 1918 lauréat de l'Académie des Sciences. Mais surtout, il retiendra l'attention d'Henri POINCARÉ. (4)

- (1) "Principes généraux de l'organisation systématique des machines et des usines" Tech. Mod. Octobre 1911.
 "Principes généraux de l'organisation systématique des machines et de l'industrie" Tech. Mod. Avril 1918.
 "La fabrication actuelle du tabac à fumer" Tech. Mod. Août 1923.
 "Les nouvelles applications du principe de continuité" Tech. Mod. Octobre 1925. Nous avons reproduit ce quatrième article dans "Espaces et Sociétés" n°43 de 1983.
- (2) Une telle ambition extra-industrielle est en fait courante chez les ingénieurs. Cf Georges RIBEL "A propos des écrits extra-ordinaires des ingénieurs".
 "Culture Technique" n°12 de 1984. E. BELOT n'est malheureusement pas recensé par l'auteur.
- (3) "L'origine dualiste des mondes : essai de cosmogonie tourbillonnaire". Gauthier-Villars 1911 ; "L'origine des formes de la terre et des planètes" Gauthiers-Villars 1918.
- (4) POINCARÉ a consacré un chapitre de son cours de cosmogonie aux théories d'Emile BELOT. Il le conclut ainsi "Quelques soient les critiques que nous ayons dû devoir formuler sur divers points de cette théorie, cette théorie mérite l'attention. Si l'on peut reprocher à M. Belot d'avoir été un peu plus ambitieux qu'il ne convient de l'être dans l'état actuel de la Science et d'avoir voulu prématurément trop embrasser, et si ces idées ne semblent pas pouvoir être acceptées sous leur forme actuelle, il semble qu'il peut être utile de les faire connaître, parce qu'on pourra un jour y trouver à glaner d'intéressantes vérités."
 "Leçons sur les hypothèses cosmogoniques professées à la Sorbonne par Henri POINCARÉ", rédigées par H. Vergne Librairie Scientifique Hermann Paris 1913.

Plus que l'aspect scientifique, l'aspect philosophique de sa démarche nous intéresse. Son intérêt pour la cosmogonie n'est en effet pas sans rapport avec ses positions en matière de gestion industrielle. Dans les deux cas il entend substituer un point de vue systémique et dynamique aux systèmes de pensée exclusivement analytiques et statiques en vigueur. Au fait des débats philosophiques de son époque, il accorde une place essentielle à la "quatrième dimension" : le temps. (1) Adepte avant la lettre de la "pluri-disciplinarité", il critique le "compartimentage de la science" (2). Sur toutes ces questions, sa pensée reste extraordinairement moderne.

En matière d'organisation du travail, cette position philosophique le conduira à une critique de la démarche empiriste de TAYLOR. Aux tayloriens enthousiastes qui saluent l'apparition de la méthode expérimentale dans la résolution des problèmes humains du travail industriel, il répond que "toute expérimentation n'est pas (nécessairement) payante"... si elle n'est pas guidée par des "directives synthétiques" (3). La "directive synthétique" susceptible de servir de guide sûr à la pratique industrielle c'est à son sens le "principe de continuité". Mais avant de le présenter, il nous faut replacer la pensée de BELOT dans le débat des organisateurs du début de ce siècle.

II. Le débat d'organisation du travail (1900-1930).

L'époque de BELOT est incontestablement marquée par la figure de TAYLOR. Beaucoup d'encre a coulé depuis quelques années au sujet du taylorisme sans toujours le discernement nécessaire. On a souvent en effet un peu trop vite sauté du discours à la pratique, prenant les énoncés tayloriens comme l'expression de ce qui se serait effectivement passé dans les usines au début de ce siècle. A l'opposé, les véritables études historiques nous font cruellement défaut.

A notre sens, le "taylorisme" doit d'abord être interprété comme discours, exprimant moins une pratique effective qu'une conception de la production. On peut y voir en définitive une forme d'utopie industrielle, moins différente qu'il y paraît du saint-simonisme par exemple. Le succès d'un tel discours à une date aussi avancée du développement industriel, vient en premier lieu de ce qu'il comblait un grand vide de la pensée économique : l'analyse de la production. Mais par ailleurs, il apparaissait à un moment propice.

-
- (1) "Le monde industriel, plus encore que les milieux scientifiques donne une importance primordiale à la quatrième dimension : le temps." Tech. Mod. o. c. 1918.
- (2) "Le compartimentage de la science et l'ignorance générale de la physique" bulletin de la société Philomatique de Paris Janvier 1917. Cf aussi dans un autre bulletin de cette société (dont il deviendra Président) un article, également d'actualité, sur "Le sens pratique dans l'éducation, condition du progrès de la science et de l'industrie" (Janvier 1918).
- (3) Tech. Mod. o. c. 1925.

Les années 1890-1920 qui voient surgir le taylorisme constituent en effet une phase particulièrement importante de l'histoire industrielle. Au sortir de la dépression des années 1880, le capitalisme prend un nouvel essor qui se traduit par une expansion sans précédent du salariat. (1) C'est de cette époque en définitive que date le rapport salarial sous la forme que nous connaissons encore aujourd'hui. L'histoire de la pensée économique académique rend compte d'une certaine manière de ce tournant. La "Révolution néo-classique", affirme en effet plus clairement que jamais le caractère marchand du travail avec la théorie du salaire fondé sur la productivité marginale. (2) Mais le développement de la théorie néo-libérale du salaire conduit à l'abandon par les économistes de tout projet d'analyse concrète du processus industriel. L'analyse économique néo-classique s'arrête aux portes de l'usine, sur le marché des facteurs de production.

L'émergence du discours organisateur au début du XXème siècle comblera cet espace laissé vacant par la pensée économique académique. A l'opposé des débats de plus en plus abstraits des économistes, les ingénieurs-organiseurs ont offert sur le marché des idées un corps doctrinal clair, susceptible de fournir une ligne directrice à la pratique industrielle. On comprend ainsi le succès de TAYLOR. La pauvreté de l'analyse taylorienne, son archaïsme idéologique et théorique aidera à sa diffusion rapide par des convertis zélés. (3)

Le débat autour de la pensée de TAYLOR canaliserà alors les réflexions de tous genres soulevées par l'extension du rapport salarial : évolution du contrat de travail et des modes de rémunérations, physiologie du travail et hygiène industrielle, psycho-technique et sélection des travailleurs, modes de direction des grandes organisations, comptabilité analytique de l'atelier, machinisme et organisation technique de l'usine, ... Sur de nombreux points, des analyses beaucoup plus intéressantes avaient pu être faites avant que l'on connaisse TAYLOR. Mais une fois venu le succès médiatique du "taylorisme", on ramena tout à la pensée du "Maître", même si elle était à bien des égards particulièrement indigente.

-
- (1) Cf sur le sujet les travaux de Cesar CENTI et Jean Paul DE GAUDEMAR notamment "La mobilisation générale" Champ. Urbain 1979.
- (2) La théorie néoclassique selon laquelle le travail est rémunéré à sa productivité marginale libère enfin l'économie de la vieille théorie du "fond des salaires" qui avait conduit d'une certaine manière à la critique marxiste du rapport salarial.
- (3) Nous ne pouvons dans cet article développer notre point de vue sur la pensée taylorienne. On se reportera notamment à notre contribution au Séminaire "Ergonomie, espace, activité" : "Travail et production, la pensée économique de l'espace industriel" ronéo. Centre de Formation Permanente de l'Université de Paris I, 1985. Sur l'introduction du taylorisme en France, on se reportera aux travaux d'Aimée MOUTET, notamment "Les origines du système TAYLOR en France : le point de vue patronal". "Le Mouvement Social" n°93 1975.

Le phénomène fut marqué en France, en raison probablement du rôle décisif que joua Henri LE CHATELIER. Ce savant chimiste introduisit dès 1907 TAYLOR en France, et continua ensuite sans relâche pendant près d'un quart de siècle à propager le taylorisme. Sa position institutionnelle lui a permis semble-t-il de très largement "verrouiller" le débat. Les auteurs qui, avant de connaître TAYLOR, avaient développé l'une des branches des sciences du travail, durent se situer par rapport au "taylorisme" (1). Leurs travaux apparurent comme un éclairage partiel d'une théorie générale de l'Organisation Scientifique du Travail dont TAYLOR aurait fourni le modèle.

C'est dans ce contexte qu'il faut situer la pensée d'Emile BELOT. Sa théorie de l'organisation industrielle n'est pas au départ suscitée par la lecture de TAYLOR. Dans le premier des quatre articles qu'il fit paraître dans "la Technique Moderne" (1911) il ignore manifestement Taylor. (2) Mais le second article (1918) est au contraire centré sur la critique de la pensée taylorienne. Cette critique qui reste parfaitement actuelle, ne semble pas avoir été alors beaucoup entendue. Dans son troisième (1923) mais surtout dans son quatrième article (1925), il reprendra le fil de sa propre pensée sans susciter la moindre réaction ou commentaire dans le milieu des ingénieurs-organiseurs. (3)

La redécouverte de la pensée d'Emile BELOT est paradoxale. A l'heure de l'informatisation de la production, nous sommes à la recherche d'une conception de l'organisation industrielle, qui nous libère de la pensée taylorienne manifestement caduque. Emile BELOT peut, comme nous le verrons, nous y aider. Or il est lui-même contemporain de TAYLOR. Contrairement à l'idée courante selon laquelle le taylorisme marquerait l'apparition de la modernité dans les usines, ce rapprochement nous montre que la pensée taylorienne était d'emblée, anachronique. Cet anachronisme montre le retard pris, et pas encore comblé par l'analyse sociale des systèmes de travail, au regard des transformations techniques. La nouvelle accélération des changements techniques depuis une dizaine d'années nous le révèle une fois de plus. Un retour historique peut parfois être la meilleure façon d'anticiper l'avenir.

-
- (1) Citons en France : FAYOL et la théorie de l'organisation, AMAR et la physiologie du travail, LAHY et la psychotechnique, pour ne prendre que les plus célèbres.
 - (2) Taylor est comme nous l'avons vu traduit en français dès 1907. Mais il ne sera connu massivement qu'après les grandes grèves provoquées aux Usines Renault en 1913 par les tentatives d'organisations tayloriennes d'un ingénieur revenu des Etats Unis : DE RAM.
 - (3) Il semble bien qu'Emile BELOT ait été mis à l'index dans le milieu des ingénieurs-organiseurs. On trouve dans la littérature de l'époque très peu de référence à ses travaux, y compris pour les critiquer. Nous n'avons trouvé que deux références toutes deux élogieuses : la première est un compte rendu de l'article de 1911 par DE LEENER in "Bulletin mensuel de l'Institut Solvay-Sociologie" n° 16 de 1911 ; la seconde est plus importante. Elle figure dans un article de G. CHARPY : "Essais d'organisation méthodique dans une usine sidérurgique" Bulletin de la Société d'Encouragement à l'industrie Nationale Mai-Juin 1919. CHARPY, qui préconise dans cet article un dispositif de surveillance-contrôle à distance de la production, a été cité à tort comme taylorien. Il se réfère en effet explicitement à Belot, et à son article de 1918 : "j'y ai trouvé un exposé tellement clair des idées que j'ai suivies, sans les formuler jamais aussi nettement, que j'ai jugé inutile de reprendre ce travail et que je préfère recommander la lecture de ces substantielles études".

III. Normes de gestion et pensée économique.

Emile BELOT n'est pas à proprement parler un économiste. Il serait plutôt selon le découpage disciplinaire actuel un "gestionnaire". Son ambition n'est pas de produire une théorie globale de l'activité économique de production, mais de construire un système de normes de gestion applicable par l'industriel. Encore, même de ce point de vue, sa pensée reste mal construite ; éclatée en quatre articles, il lui manque une synthèse. C'est donc plus par les questions qu'il soulève, que par le résultat final auquel il aboutit que BELOT nous intéressera.

Le problème central qu'il se pose : la recherche d'un optimum de la gestion industrielle, est indiscutablement économique. (1) Pourtant, il ne cite jamais la littérature économique, qu'il ne semble pas connaître. (2) Il emprunte ses schémas de pensée aux sciences physiques : électricité et surtout hydrodynamique. La métaphore hydraulique, l'image de la circulation d'un fluide à l'intérieur d'une canalisation constituera l'idée directrice de son modèle. C'est elle en effet qui lui permet de poser le "principe de continuité".

- le principe de continuité :

A la base de son analyse, il l'expose dès son premier article de 1911 :

"Toute machine, comme toute usine, est caractérisée par la circulation d'une ou plusieurs matières premières qui s'y transforment. Assimilons ces matières à un liquide et les machines ou l'usine qui les renferme à une tuyauterie où circule ce courant : on peut énoncer le(s) principe(s) suivant(s) :

Chaque fois qu'il y aura discontinuité dans la vitesse de circulation des matières mises en oeuvre, il y aura diminution dans le rendement industriel de la machine ou de l'ensemble mécanique considéré, et cette diminution sera proportionnelle à la variation de vitesse." (3)

-
- (1) La frontière est tenue entre le domaine de l'organisation du travail et celui de la gestion industrielle. Comme le rappelle Jacques LESOURNE in "Technique économique et gestion industrielle" Dunod 1958, les organisateurs ont été les "pionniers" de la recherche en gestion. J. LESOURNE tente toutefois de clairement différencier les deux disciplines en distinguant deux types de choix : les "choix techniques" (i.e. qui ne font pas intervenir les prix) qui seraient du ressort de l'organisation du travail et les "choix économiques" qui font intervenir les prix (o.c.p.XV). Selon ce partage, l'analyse de BELOT relèverait pour une part de l'économique.
- (2) Cette curieuse ignorance du discours économique est générale chez les ingénieurs-organiseurs.
- (3) BELOT o.c. 1911.

Ce principe peut être interprété d'un point de vue exclusivement technique. C'est ainsi qu'il faut le comprendre quand BELOT l'applique au cas de machines isolées. La continuité est alors un guide pour l'inventeur ou le concepteur de machine. Nous avons nous même montré comment la recherche de la continuité du processus productif joua un rôle essentiel dans le développement techno-économique de l'industrie depuis le milieu du XIXème siècle. La production à flux continu est le support de l'automatisation qui se met en place à partir des années 1870 de nombreuses industries de type chimique, et qui est déjà bien installée à l'époque où écrit BELOT. Un mouvement analogue, mais de moindre ampleur, se développe à la même époque dans les industries de type mécanique avec le remplacement des mouvements alternatifs par des mouvements rotatifs qui se prêtent à la continuité. (1)

Emile Belot avait incontestablement connaissance de cet état de développement de la technique industrielle. Mais l'industrie des tabacs dans laquelle il travaillait était techniquement peu développée. Protégée par le Monopole, elle était restée très archaïque et très consommatrice de main d'oeuvre. C'est cet archaïsme qui paradoxalement conduira BELOT à élargir son principe de continuité à un niveau non plus seulement technique mais économique.

En effet, dans son article de 1925, Emile BELOT propose l'application de son modèle à des "travaux essentiellement discontinus" :

"Cette application, qui semble paradoxale, peut se faire à condition de considérer le problème inverse de celui des exemples précédents où c'est la matière travaillée qui est amenée à une marche continue analogue à celle d'un fluide dans une canalisation. Nous considérons donc ici le travail manuel comme un fluide dont le débit coule sur la matière, fluide rencontrant d'autant plus de résistance, (c'est à dire d'autant moins de rendement) que la matière est plus dispersée ou plus discontinue en longueur (ce qui correspond à une longue canalisation, créant une perte de charge). (2)

Selon la typologie de Jacques LESOURNE, l'analyse de BELOT sort alors du champ de l'organisation technique pour entrer dans celui de la gestion économique. (3) Pour analyser conjointement l'action de la main d'oeuvre et celle de la matière première, il faut en effet une commune mesure. Et celle-ci ne peut être qu'un prix ou une valeur, c'est-à-dire une grandeur économique :

"Nous arrivons ainsi à cette notion très générale : il faut une commune mesure entre la main d'oeuvre, mécanisée ou non, et la matière travaillée ; cette commune mesure, c'est leur valeur en même monnaie. Et alors, le fluide dont il faut considérer le débit au point de vue économique, c'est l'argent qui sort du coffre-fort de l'industriel pour alimenter le personnel, la machine ou l'industrie". (4)

(1) Sur toutes ces questions nous renvoyons à notre thèse du 3ème Cycle "L'économie des flux, essai de généalogie et de synthèse de l'organisation industrielle des procès de production continue" C.E.R.S./E.H.E.S.S., Aix en Provence / Paris 1981. Pour un survol, on pourra lire; R. GALLE, F. VATIN "Production fluide et ouvrier mobile" Sociologie du Travail" n°3 de 1981. cf. également F. VATIN "Le flux industriel" (titre provisoire) à paraître Librairies Méridiens 1986.

(2) E. BELOT o.c. 1925.

(3) Cf note supra.

(4) BELOT o.c. 1925.

Le principe de continuité fournit ainsi une norme économique de gestion qu'Emile BELOT tentera de formaliser en développant une "formule générale du rendement économique". (5)

- La formule du rendement :

La conception qu'a Emile BELOT de l'efficacité productive (l'"efficience de l'usine" selon sa propre expression (2)) est exclusivement industrielle. C'est-à-dire qu'il raisonne à prix constants (inputs et outputs) et ignore la demande. Il s'agit donc bien d'un "rendement". Pour autant ce rendement n'est pas exclusivement technique, puisqu'il se rapporte à un coût de production où sont additionnées en valeurs monétaires les différentes catégories de frais. Cela l'oppose à la conception taylorienne du rendement, qui est un ratio strictement physique, exprimant l'efficacité (soit l'intensité) du travail (production physique rapportée au nombre d'heures de travail). (3)

On trouvera en annexe la formule du rendement proposé par BELOT. (4) C'est un ratio dans lequel on trouve au numérateur une grandeur physique : la masse de matières premières traitées dans l'usine, et au dénominateur une grandeur monétaire : la somme des frais correspondant à cette production. Parmi ces frais, BELOT distingue les frais salariaux, les autres frais variables et l'amortissement. Le ratio est calculé sur une période correspondant à la journée de production.

Cette formule sert à BELOT de levier pour la critique de la pensée taylorienne. Il reproche en effet à TAYLOR d'une part de ne s'occuper que d'un des termes du dénominateur (les frais salariaux), négligeant les autres frais productifs, mais surtout de se désintéresser du numérateur. Or selon BELOT, le numérateur peut être amélioré par la mise en oeuvre du principe de continuité. En effet, la masse de matière première peut être exprimée de manière dynamique par analogie avec un débit journalier dans le modèle hydraulique. On peut l'accroître en organisant mieux le circuit productif, en augmentant la vitesse de circulation des matières, en réduisant notamment les stockages (phases à vitesse nulle). Le numérateur exprime ainsi l'efficacité technique de l'usine, indépendamment de tous coûts. Son amélioration doit de plus selon BELOT, entraîner une réduction des coûts, et donc également une amélioration du dénominateur. (5)

(1) BELOT o.c. 1918.

(2) BELOT o.c. 1925.

(3) Nous ne pensons pas pour autant que la notion taylorienne de rendement soit exclusivement technique. Elle est fondée en effet sur des hypothèses économiques implicites concernant la place du travail humain dans la production industrielle. Nous y reviendrons.

(4) BELOT o.c. 1918

(5) L'amélioration de la continuité du processus productif va entraîner notamment une diminution des besoins en main d'oeuvre. Toutefois, BELOT ne démontre pas que cela réduirait forcément la somme globale au dénominateur.

Le modèle de BELOT rencontre ici une limite. Le principe de continuité lui permet en effet de définir l'organisation productive optimum pour une production donnée, mais non le niveau de cette production. Nous retrouvons le problème de la demande et des prix. Mais cette limite est également celle du modèle taylorien. Nous pouvons donc les comparer à ce niveau de pertinence. Comparé au ratio élémentaire de TAYLOR (production/homme), le modèle de BELOT apparaît infiniment plus riche. Il interroge notamment en de nouveaux termes la question de l'émergence de la valeur dans le procès de production.

- La "valeur-temps" :

Pour comprendre la réflexion de BELOT, il faut ici encore la situer par rapport à la doctrine taylorienne. Considérant pratiquement le travail comme le seul facteur effectif de production, les tayloriens sont en quelque sorte adeptes de la valeur-travail. (1) C'est pourquoi ils peuvent se contenter d'un ratio simple exprimant le rendement du travail humain, analogue grossièrement au taux de plus-value de MARX. Pour BELOT au contraire, la production résulte de l'action conjointe de trois "facteurs de production" : ouvriers, machines et outils, et matières premières. (2) Le coût (dénominateur) ne peut donc plus être exprimé en quantités physiques. La production par contre (numérateur) reste exprimée en quantités physiques. Quelle est donc la signification économique de cette grandeur ?

La réponse de BELOT est étonnante. Il s'agit d'une théorie de la "valeur-temps". Utilisant une fois de plus le modèle hydrodynamique à l'analyse des résidus et déchets de fabrication, il les assimile à des pertes de charge à l'intérieur d'une conduite. La perte de rendement industriel qui résulte des résidus est d'autant plus importante que les produits ont longtemps circulé à l'intérieur de l'usine, se transformant en matière semi-ouvrée. Il conclut donc de cette analogie :

"La matière dans l'industrie équivaut à un facteur de condensation du temps : le temps intégré dans une matière première depuis son extraction jusqu'à sa transformation en un produit susceptible de vente est la mesure de sa valeur commerciale.

"La fuite de matière (résidu) est équivalente à une perte de temps qui grève la valeur du produit ouvré, comme la perte de charge dans une canalisation diminue son rendement en aval." (3).

-
- (1) Selon les auteurs tayloriens, la technique machinique responsable des grands progrès industriels du XIXème siècle aurait atteint un seuil. L'amélioration du rendement industriel ne pourrait donc venir que d'une intensification de l'usage du travail humain. Ils raisonnent donc à technique constante ce qui revient ipso-facto à considérer le travail comme unique facteur de production, et donc à raisonner sur la base de la "valeur-travail". Sur cette question cf F. Vatin "Travail et production" o.c. 1985.
- (2) Il emploie explicitement la terminologie néo-classique de "facteurs de production" qu'il oppose aux "facteurs d'organisation" o.c. 1918.
- (3) BELOT o.c. 1918.

Que l'on comprenne bien cette formule. Il ne s'agit nullement, malgré l'analogie apparente, d'une théorie de la valeur-travail. En effet, le temps dont il est question n'est pas une somme de temps de travail (quantité de travail 'incorporé'). C'est la durée totale nécessaire à la mise sur le marché d'un produit. La réflexion de BELOT s'apparente donc ici aux analyses de MARX sur la "rotation du capital" ou mieux à celle de BOHM-BAWERK sur les "détours de production".(1) Il s'agit, comme chez ces derniers, de tenter d'intégrer une dimension dynamique dans l'analyse de la production de valeur.

La quantité de matière figurant au numérateur de l'équation de rendement prend donc une signification économique. La formule générale du rendement proposée par BELOT acquiert ainsi un sens comme norme sociale de production, au même titre que le ratio élémentaire de TAYLOR. BELOT tente en somme de dépasser le caractère statique du modèle taylorien pour avancer une conception dynamique de la production industrielle. La théorie est assurément loin d'être achevée. Bancal sur de nombreux points, elle est exprimée de manière très intuitive. Toutefois, si insuffisante soit elle dans sa formulation, elle permet de soulever de nombreuses questions, qui sont à bien des égards de grande actualité.

IV. Production et travail, actualité des enjeux :

Le modèle d'Emile BELOT constitue d'abord une théorie économique de l'automation. Ce terme, forgé dans les années 1940 par Henri FORD, recouvre en effet une conception de la gestion industrielle beaucoup plus ancienne, selon laquelle l'idéal à atteindre serait l'élimination du travail humain du processus productif. Ce point de vue était déjà clairement exprimé par Andrew URE dès 1830 :

"La plus parfaite des manufactures est celle qui peut se passer entièrement du travail des mains. La science des manufactures est donc un exposé des principes généraux d'après lesquels l'industrie productive doit se régir à l'aide de machines automatiques." (2)

Toutefois, si le précepte pratique est clair, la science économique n'a pas encore fourni de théorie pleinement satisfaisante de la "production sans homme". Ceux qui, tels les marxistes aujourd'hui, se réfèrent encore à la pensée économique classique sont limités par la théorie de la valeur-travail. Quant aux néo-classiques, ils n'ont comme nous l'avons déjà dit, pas de véritable théorie de la production.

(1) Karl MARX "Le Capital" Livre II, Section 2 Ed., Sociales 1960 T. IV. Eugen Von BOHM-BAWERK "Théorie positive du capital" 1^{ème} Partie trad. Giard Paris 1929. L'un et l'autre de ces auteurs sont inspirés par le célèbre chapitre IV de la section 1 : "l'emploi des machines et des capitaux fixes ..." des "Principes de l'Economie Politique et de l'Impôt" de Ricardo Ed. franç. Flammarion 1971.

(2) Andrew URE "Philosophie des manufactures ou économie industrielle de la fabrication du coton, de la laine, du lin, et de la soie ..." Ed. française Bruxelles 1836.

Les réflexions les plus intéressantes à ce sujet sont celles qui de Ricardo à Böhm-Bawerk en passant par Marx ont tenté d'approcher l'aspect dynamique de la création de valeur. Emile BELOT à sa manière, gestionnaire plus que théoricien, s'associe à cette lignée. Cela le conduit à poser en termes très clairs, des questions qui sont au coeur des réflexions actuelles des gestionnaires aux prises avec l'automatisation croissante de la production : la gestion des stocks, la cohérence globale du circuit productif, la relation entre l'aval et l'amont, l'utilisation des sous-produits, enfin et surtout, le rôle capital du temps.

De ce point de vue, un sujet mérite d'être développé. TAYLOR suggérait d'offrir aux ouvriers, en contrepartie de l'intensification du travail une augmentation de salaire, ou mieux une réduction de la durée du travail. Les deux mesures lui semblaient parfaitement équivalentes dans la mesure où l'augmentation de la production horaire restait supérieure à celle du salaire horaire. (1) La seconde pouvait d'une certaine manière être préférable, une courte journée de travail favorisant une grande intensité de l'effort. BELOT, armé de sa formule du rendement, montra l'absurdité de la proposition de TAYLOR, ce qui apparaît évident aujourd'hui. La réduction de la journée de travail, si elle réduit les frais salariaux et probablement la plupart des frais variables, ne diminue pas pour autant le coût de l'amortissement. La gestion rationnelle suppose alors de clairement dissocier temps de travail humain et temps d'utilisation des installations en employant plusieurs équipes successives :

"Les patrons pourront ils admettre qu'un outillage puissant, que des bâtiments et ateliers répondant à toutes les exigences modernes soient utilisés seulement pendant 8 heures ou 7 heures par jour... ? Sera-t'il possible dans les usines à durée de travail réduite d'employer successivement deux équipes pour améliorer le rendement économique ? (...) On voit combien de questions nouvelles et difficiles à résoudre pose le fait de l'expansion du machinisme" (2).

On ne saurait être plus d'actualité. Les débats actuels sur la réduction du temps de travail montrent que le vieux fond de "valeur-travail" sur lequel reposait le raisonnement taylorien est loin d'avoir totalement disparu. Il nous est encore difficile aujourd'hui de penser la production autrement que comme une "addition de travail humain", et l'activité des machines indépendamment de celle de l'homme.

(1) Cf TAYLOR "La direction des ateliers" Revue de Métallurgie Dunod et Pinat 1907. Selon TAYLOR, le surcroît de productivité devait en effet être réparti entre les patrons, les consommateurs par le biais des prix et les salariés par une augmentation du salaire journalier et/ou par la diminution de la durée du travail.

(2) E. BELOT o.c. 1918.

Ce débat économique a un pendant sociologique, qui fut en son temps remarquablement développé par Pierre Naville et ses collaborateurs des "Cahiers d'Etudes de l'Automation" (1). Il concerne la place de l'activité humaine dans les systèmes de production automatisés. L'automation entraîne en effet une médiatisation croissante du travail humain vis à vis du processus productif proprement dit. L'homme est refoulé aux frontières de la production dans les travaux d'entretien et de surveillance-contrôle du système machinique. Rythme du travail humain et rythme de la production, temps-homme et temps-machine tendent alors à se déconnecter totalement l'un de l'autre.

Mais contrairement à ce qui a parfois pu être dit, une telle évolution ne provoque nullement une déqualification et une dégradation croissante du travail. (2) La pensée taylorienne, accordait la place centrale au travail humain pour le "chosifier" totalement, ramenant l'homme à une mécanique productive. Au contraire, la marginalisation du travail dans la pensée de l'automation lui rend sa dimension proprement humaine d'intervention non-machinique. BELOT a ici aussi une conscience très claire des enjeux toujours actuels de son débat avec TAYLOR :

"Il n'est pas douteux que TAYLOR ait donné la première place dans sa réforme au facteur intelligent, l'ouvrier, soit à cause de cette intelligence, soit parce qu'il le croit justiciable comme les autres facteurs de la méthode expérimentale. Mais remarquons que l'ouvrier, dans le système TAYLOR, doit plus que dans toute autre organisation être passif vis à vis des facteurs d'organisation : son rôle apparaît comme étant celui d'un automate joueurs d'échec ou d'une de ces machines à résoudre les équations ou les problèmes mécaniques construites par l'ingénieur Torrès. En outre à ce point de vue c'est un contresens, dans tous les problèmes industriels étudiés par TAYLOR d'avoir laissé à l'ouvrier tous les travaux de force mécanisables. (...) Au contraire, quand le chronométrage vise à enlever à l'ouvrier tous les travaux pénibles et mécanisables, le résidu par cette méthode d'exhaustion est bien nécessairement la part la plus intelligente des travaux restant à faire." (3)

Nous arrêtons là l'évocation de la pensée de BELOT. De nombreux points pourraient encore être abordés, tant sont riches en idées de tous genres les quelques pages foisonnantes que nous a laissées cet auteur. Sa redécouverte a un double intérêt : historique car cela remet en cause bien des idées arrêtées sur la rationalisation du travail et le taylorisme ; mais aussi théorique, car même s'il ne nous fournit pas un modèle théorique achevé et satisfaisant, il soulève des questions et ouvre des pistes pour la constitution d'une théorie dynamique de la production, qui nous fait bien défaut.

-
- (1) Cf notamment : Pierre NAVILLE "Vers l'automatisme social ?" Gallimard 1963 et William GROSSIN "Le travail et le temps" Anthropos 1969.
- (2) Nous employons ici délibérément ces termes selon le sens commun. Nous avons essayé de cerner l'évolution de la notion de "qualification" dans les systèmes industriels automatisés contemporains in R. GALLE et F. VATIN "Production fluide et ouvrier mobile" o.c.
- (3) E. BELOT o.c. 1918.

La parole est ensuite bien sûr à la Théorie Economique à laquelle BELOT ne prétendait pas contribuer. Il n'était rappelons-le qu'un ingénieur à la recherche d'une doctrine lui permettant d'améliorer sa pratique de gestion. Mais les économistes depuis deux siècles ont pris l'habitude de peu écouter ces praticiens. C'est à notre avis bien regrettable.

François Vatin
Octobre 1985

ANNEXE : "La formule générale du rendement économique"

Dans son article de 1918 E. BELOT propose une formule du rendement, rapport du poids traité journallement au frais de ce traitement.

$$\text{Soit } R = \frac{MH}{\sum nsH + A1H + A2} = \frac{M}{\sum s + A1 + (A2/H)}$$

- Ou :
- 'M' est le poids traité par heure.
 - 'H' le nombre d'heures de marche.
 - 'n' le nombre d'ouvriers au salaire horaires 's'.
 - 'A1' les frais proportionnels au nombre d'heures de marche.
 - 'A2' l'amortissement.

Par ailleurs M peut être décomposé en une somme de débit des N "cycles" d'usines.

$$\text{Soit } M = (\sum_1^N m_i v_i) / N$$

Ou 'm_i' est la capacité du cycle i et 'v_i' la vitesse de ce cycle (soit 'm_i.v_i' le débit du cycle i).

La formule générale du rendement proposé par BELOT sera donc :

$$R = \frac{\sum_1^N m_i v_i}{N(\sum ns + A1 + (A2/H))}$$

Dans son article de 1925, E. BELOT reprend succinctement sa formule. Il emploie l'expression "efficience" pour désigner le rapport 'E' de la quantité 'Q' sortant de l'usine par unité de temps à la somme de monnaie 'q' dépensée pour faire marcher l'usine dans la même unité de temps.

$$\text{Soit } E = Q/q$$

Cette expression lui paraît analogue à la loi d'Ohm en électricité, E figurant la différence de potentiel (tension), Q l'intensité et (1/q) la résistance. La formule peut selon lui être également améliorée en tenant compte de la résistance extérieure (frais commerciaux).

$$\text{Elle est alors : } E = Q ((1/q) + (1/q'))$$