

DE VAUBAN À TAYLOR : UNE APPROCHE HISTORIQUE SUR LA MÉTHODE DE CALCUL DES COÛTS DU TRAVAIL

François Gerber, Christophe Assens

Management Prospective Ed. | « [Revue internationale des sciences de l'organisation](#) »

2020/2 N° 9 | pages 105 à 125

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-internationale-des-sciences-de-l-organisation-2020-2-page-105.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Management Prospective Ed..

© Management Prospective Ed.. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

De Vauban à Taylor : une approche historique sur la méthode de calcul des coûts du travail

François GERBER

Docteur en sciences de gestion – Avocat au barreau de Paris –
cabinet.gerber@wanadoo.fr

Christophe ASSENS

Professeur en sciences de gestion, Université Paris-Saclay, UVSQ –
christophe.assens@uvsq.fr

Résumé

Cet article présente une chronologie des travaux historiques dans l'évaluation du coût du travail. Dans ce domaine, le document fondateur date de 1688 et correspond à un règlement d'atelier. Il est l'œuvre d'un entrepreneur anonyme chargé de diriger un chantier de terrassement pour le roi. Cet entrepreneur utilise la main d'œuvre des soldats qu'il rémunère en tenant compte de la pénibilité du travail. Au XVII^e siècle, le marquis de Vauban s'inspirera de ce travail fondateur, pour décomposer les tâches en opération élémentaire afin d'évaluer équitablement le coût, à la fois du côté de l'offre et de la demande de travail. Dans le prolongement historique du travail de Vauban, l'ingénieur Taylor introduira les premiers calculs de productivité au travail, en indexant la rémunération sur des objectifs de résultat découlant des effets d'apprentissage. Ce travail de recherche à caractère historique est très actuel, dans la mesure où les méthodes de calcul de coût sont toujours employées dans les structures hiérarchiques, y compris dans les activités de service et pour l'organisation des tâches intellectuelles.

Abstract

This article presents a chronology of historical work in the evaluation of labor cost. In this area, the founding document dates from 1688 and corresponds to workshop regulations. It is the work of an anonymous contractor charged with directing an earthworks for the king. This entrepreneur uses the soldiers' labor, which he pays for taking into account the arduous nature of the work. In the 17th century, the Marquis de Vauban was inspired by this founding work, to break down tasks into elementary operations in order to fairly assess the cost, both on the supply and demand sides of labor. In the historical extension of Vauban's work, engineer Taylor will introduce the first calculations of work productivity, by indexing remuneration to performance objectives stemming from learning effects. This historical research work is very current, insofar as cost calculation methods are still used in hierarchical structures, including in service activities and for the organization of intellectual tasks.

Introduction

Le coût du travail est un angle mort en sciences de gestion. Il est traité comme un simple facteur de production, noyé dans la masse salariale au niveau financier. Il est considéré comme une charge ou un investissement par les stratèges. Il est remplacé par la robotisation dans les systèmes d'informations, ou par l'automatisation en production. Le coût du travail est ainsi placé au cœur des enjeux de compétitivité de l'entreprise, car il n'y a jamais de création de richesse sans baisse de coût, à capacité de travail constante ou en augmentation. Néanmoins, ce coût soulève toujours des difficultés d'appréciation, en raison des écarts importants qui peuvent exister entre la base introduite dans les contrats et le coût réel du travail dans la pratique d'un métier. Ces écarts sont rarement pris en compte.

Et cependant, le coût réel du travail comprend plusieurs paramètres difficiles à apprécier au moment de la signature d'un contrat : des coûts cachés liés à la démotivation avec l'augmentation des temps morts et la baisse de productivité du personnel ; des coûts différés dans le temps en raison des changements de réglementation sociale ; des coûts de transaction liés au recrutement, à la formation et à la négociation des contrats de travail ; des coûts d'intermédiation relevant du cadre juridique et social suivant le contexte

macro-économique, etc. Pourtant, la performance de l'entreprise impose une connaissance parfaite de la réalité du travail et des coûts qu'il engendre.

Pour enrichir ce débat, nous souhaitons discuter du cadre historique dans les méthodes de calcul des coûts, en remontant aux origines de ce travail d'évaluation, et en examinant notamment les travaux précurseurs de Vauban et Taylor (1913) à ce sujet. En effet, en raison de la dépendance au sentier soulignée par David (1985), le cadre historique conditionne souvent les habitudes et permet de mieux comprendre la portée des raisonnements utilisés de nos jours.

La pensée française sur l'emploi et le coût du travail est toujours apparue comme tardive et lacunaire au regard des écrits anglo-saxons. En France, si Jean-Baptiste Say (1841, 1996) fait figure de précurseur au XVIII^e siècle, c'est en raison de sa réflexion sur le coût de l'esclave, amorce d'une réflexion française sur le coût du travail qui le conduit à prouver que le coût de l'homme libre est plus avantageux pour l'entreprise que l'esclavage, au regard en particulier de la productivité accrue, et de la réduction des charges globales dont celles d'encadrement et de police.

Plus tard, les sciences de gestion se sont polarisées sur les méthodes scientifiques du travail de Taylor (1913), telle qu'elles ressortent dans l'ouvrage *La direction des ateliers* consacré au travail à la chaîne, mis en œuvre par Ford (1927). Le français Fayol (1916) apparaît comme un suiveur et non comme un précurseur de Taylor (1913). Pour la pensée économique, le travail de Taylor (1913) présente un intérêt majeur. Il améliore matériellement le raisonnement micro-économique et permet d'affiner la réflexion sur le coût de production d'un produit ou d'un service, l'auteur n'excluant pas l'application de sa théorie au secteur du service.

Sur le plan social, les préconisations de Taylor (1913) déclenchent une critique fondamentale de la part de l'école marxiste. En effet, elle estime que l'ouvrier est dépossédé du produit de son travail, alors qu'il le maîtrisait encore totalement aux premiers temps de l'histoire industrielle. Ainsi, le philosophe André Gorz (1973), critique le « Taylorisme » dans la mesure où il déshumanise l'acte de production en contraignant l'individu à reproduire de façon

infinie le même geste, pour obtenir à la fois une meilleure qualité du produit, mais aussi pour réduire les coûts.

Les recherches que nous avons effectuées sur l'histoire du coût du travail, nous ont permis de découvrir l'existence de deux textes du XVII^e siècle, réunis par Forest de Belidor (1754), qui préfigurent à la fois la démarche et la pensée de Taylor (1913). Le premier est en quelque sorte le document fondateur : il s'agit d'un règlement d'atelier, c'est-à-dire de chantier, daté du 2 juin 1688 et composé de deux pages. Cette démarche de calcul économique de la part d'un entrepreneur anonyme est déjà remarquable, puisqu'à cette époque, rares sont les architectes, les ingénieurs ou les entrepreneurs qui s'intéressent au coût du travail afin d'établir leur bordereau de prix. Ce point est confirmé par Jestaz (2008) qui a compulsé la totalité des archives de Jules Hardouin-Mansart, architecte du roi Louis XIV et qui indique qu'il n'a jamais remarqué une identification du coût spécifique du travail, dans un bordereau de prix. Après la présentation rapide de ce règlement du 2 juin 1688, nous évoquerons les travaux de Vauban préfigurant ceux de Taylor (1913), avant de conclure sur la portée universelle des méthodes rationnelles du calcul de coût.

1. Le règlement d'atelier du 2 juin 1688

Le règlement de chantier prévoit les conditions de paiement des terrassiers travaillant sur les fondations des grands chantiers de fortification lancés par le roi Louis XIV, en l'occurrence en Alsace. Il est probable que cet entrepreneur travaille sur les fortes-resses de Sélestat, de Huningue ou de Fort Louis, autant de sites où Sébastien Le Presle de Vauban intervient entre 1680 et 1690. À cette époque, il est de coutume d'employer comme terrassiers les soldats qui ne sont pas occupés aux tâches militaires. L'entrepreneur a prévu de payer les terrassiers à raison de 12 sols¹,

.....
1. Une livre tournois vaut 20 sols (ou sous) vers 1700. Selon Vauban, un couple de manœuvre avec deux enfants consomme 800 grammes de pain par jour et par personne. Le pain de 4 livres – la livre étant ici une mesure de poids et valant 454 grammes – pèse 1,8 kilogramme et vaut environ 8 sols. En conséquence, le soldat-terrassier payé 8 sols peut acquérir un demi-pain pour sa nourriture et consommer le reste. En général, il bénéficie du couchage et de l'habillement par l'armée.

la toise cube². Mais en fonction de la distance à laquelle la terre doit être emportée, ou encore de la profondeur où travaillent les ouvriers chargés de creuser les fossés, il prévoit d'augmenter leur rémunération. En conséquence, ce prix de 12 sols sera augmenté de 2 sols toutes les 10 toises³ pour le transport des terres lorsque le chemin sera parfaitement égal. Mais quand il faudra monter, le prix sera augmenté de 3 sols, ce qui signifie que le terrassier percevra 5 sols toutes les 10 toises.

En 1688, l'entrepreneur envisage également que le travail dans les fondations pose une difficulté particulière. En conséquence il estime que la toise cube doit être augmentée de 2 sols, c'est-à-dire passer à 14 sols à partir de l'instant où le terrassier travaille à 12 pieds de profondeur⁴. Puis, plus le fossé est profond, plus l'augmentation est importante : à 18 pieds, la toise est à 16 sols et à 24 pieds elle passe à 18 sols et ce seulement pour l'extraction et non pour le portage et le chargement.

Le règlement envisage également que le fossé soit encombré, soit en raison des intempéries, soit en raison du croisement des nappes phréatiques. Dès lors, il décide de prévoir une augmentation de 5 sols par toise, ce qui fait que lorsque le terrassier travaille à 18 pieds de profondeur, il perçoit 21 sols et non plus simplement 18. L'entrepreneur prévoit d'ailleurs de maintenir ce tarif sur les mois de mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre. L'augmentation passera à 10 sols au lieu de 5 sur la période de l'hiver.

Ce principe de calcul des coûts en fonction de la pénibilité au travail est toujours en vigueur de nos jours, pour déterminer le montant des primes variables sur les métiers à risque, ou pour adapter la couverture sociale, en diminuant par exemple le nombre d'années de cotisation retraite dans un régime général par répartition, en tenant compte de la réduction de l'espérance de vie.

.....
2. La toise est une unité de longueur. Elle vaut 1,949 mètres que nous arrondissons à 2 mètres pour faciliter l'explication. En conséquence, une toise cube correspond à deux mètres cube de terre.

3. Donc 20 mètres environ.

4. Le pied correspond à 0,324 mètres. 12 pieds de profondeur correspondent à 3,90 mètres environ, 18 pieds à 5,80 mètres, profondeur classique d'un fossé de défense devant la demi-lune ou la courtine de la fortification.

2. La critique de Vauban

Vauban découvre ce texte lorsqu'il intervient en Alsace à la fin de l'année 1688 ou au début de l'année 1689. Le texte l'intéresse, parce qu'il vient de subir l'expérience traumatisante du chantier d'adduction d'eau de Versailles. Pour alimenter la ville et le château avec l'eau de l'Eure, Louis XIV lui demande en 1685 de construire un aqueduc majeur sur le site de Maintenon. Le chantier de terrassement est complexe et finalement doit être abandonné au courant de l'année 1688. Vauban réalise une lecture critique qui couvre treize pages alors même que le texte du règlement tient en deux seulement. L'ingénieur du roi poursuit deux objectifs principaux :

- D'une part, au regard du règlement de chantier, il souhaite lisser la rémunération du terrassier, qu'il estime trop élevée aux dépens du roi, et peu incitative pour l'ouvrier.
- D'autre part, il souhaite approfondir le problème de gestion – nous utilisons une terminologie moderne – qui se pose à l'entreprise de terrassement dans la conduite du chantier et la rémunération des ouvriers, alors même que cette problématique est souvent dédaignée tant par les architectes que par les ingénieurs du roi.

2.1. La problématique globale

Le raisonnement de Vauban est fondé sur trois impératifs. Premièrement, en tant qu'ingénieur du roi, il a pour objectif d'économiser les deniers de la Couronne et d'éviter que l'entrepreneur, considéré comme un sous-traitant de marché public, ne facture à un prix trop élevé la main-d'œuvre. Mais, dans une vision que l'on peut qualifier de productiviste, il tient à ce que le terrassier reste motivé sur le chantier, quelles que soient la lourdeur de la tâche ou les intempéries. S'il ne prononce pas le terme de « *juste rémunération* », cher à Thomas d'Aquin⁵, il n'en reste pas moins que l'on ressent dans cet écrit une volonté de rémunérer équitablement le terrassier. Mais à la différence de l'entrepreneur, Vauban tient compte du fait que le terrassier exerce généralement les fonctions de soldat et qu'il est en conséquence, le reste de l'année, soldé par le roi dans le cadre d'un emploi stable.

.....
5. Thomas d'Aquin, *La somme contre les gentils*.

Pour mettre en adéquation ces deux objectifs, Vauban doit aller au-delà du simple constat effectué dans le règlement de chantier, en décomposant la nature des tâches effectuées : il s'agit de la troisième préoccupation qui permet de considérer Vauban comme un précurseur de Taylor. En effet, il détaille la tâche du terrassier, il analyse les gestes, s'inquiète de la qualité des outils et des équipements avec une précision d'autant plus surprenante qu'elle apparaît unique pour l'époque.

2.2. Les éléments qui déterminent la rémunération : la qualité du terrain, la difficulté de la tâche (humidité et profondeur) et les déplacements

Le terrassier étant considéré de qualité et de force moyenne (Vauban ne distingue pas entre les ouvriers), il apprécie la qualité du terrain selon trois critères :

- premièrement, un travail en surface ou en profondeur : en cela, l'entrepreneur avait déjà adopté ce principe ;
- deuxièmement, la qualité de la terre : molle ou en prairie, qu'il est possible de charger au louchet – qui est une sorte de bêche étroite – ou terre plus compacte éventuellement mêlée de rocaille où il faut utiliser la pioche ; voire rocaille ;
- troisièmement, à l'instar de l'entrepreneur, Vauban admet que le fait de creuser des fondations et de travailler en profondeur constitue une difficulté non seulement au niveau du travail, mais parce qu'il faut remonter la terre. Et il admet également que le travail dans l'eau est complexe.

Une fois ces premiers éléments posés, Vauban aborde le problème du déplacement de la terre extraite des « relais », c'est-à-dire le transport de la terre d'un point à un autre.

L'entrepreneur estimait que l'ouvrier devait être rémunéré à 12 sols la toise cube – il préconisait une rémunération à la tâche – et que les relais devaient être de 10 toises en 10 toises. Vauban n'est pas d'accord avec ces présupposés, qu'il estime trop favorables à l'ouvrier, et donc défavorables au roi. Il critique également le fait qu'ils impliquent un recours excessif à des ouvriers complémentaires et provoquent des augmentations de prix qui ne lui semblent pas justifiées par l'ampleur de la tâche. En effet, le recours à des

ouvriers complémentaires et l'augmentation du prix de la toise cube enlevée est de nature à augmenter le prix total de la prestation facturée par l'entrepreneur.

2.2.1. Le salaire journalier proposé par Vauban

Vauban envisage-t-il de supprimer le salaire à la tâche pour passer au salaire individuel ? Le règlement alsacien prévoit un salaire à la tâche payé par équipe, le chef d'équipe ou l'entrepreneur étant en charge de la répartition entre les ouvriers. La présentation du maréchal laisse supposer qu'il préconise une individualisation de la rémunération – ce qui serait une avancée notable pour l'époque. Jean-Louis Peaucelle (2007) récuse cette lecture en indiquant que « *Vauban confond le salaire individuel avec le mode de calcul des sommes versées à l'équipe d'ouvriers* ». Il est certain qu'il souhaite réduire la base et le mode de la rémunération en passant de 12 sols la toise cube à 8 sols la journée de labeur par ouvrier.

Il sait que ce système peut conduire à la réduction du salaire de journée du terrassier. Mais il tient compte du fait que le terrassier est généralement un soldat, c'est-à-dire qu'il est assuré de son emploi. En conséquence, il préconise une rémunération non pas à la tâche, c'est-à-dire à la toise cube, mais en fonction d'un prix fixe par jour, d'un salaire journalier qui sera éventuellement augmenté en fonction des sujétions particulières : travail en profondeur, dans l'eau, etc. Il formule sa proposition de la façon suivante : « *Il est très possible de remédier aux inconvénients et d'ôter tout prétexte aux soldats de crier⁶ si, au lieu de régler la charge et les relais au hasard et sans connaissance précise du prix des terres par rapport aux différences de leur mollesse, dureté et transport, le Roi a pour agréable d'ordonner de ce qu'il lui plaira et de ce que le soldat gagne par jour : car si par exemple sa journée est réglée à 8 sols par jour, ce qui est un prix bas et modique pour des gens qui travaillent à la tâche, voire ordinairement de toutes leurs forces, mais qu'il ne l'est pas du tout pour des gens qui, tirant la solde du Roi par d'autres services, ne sont cependant employés qu'à ceux-ci du moins un certain temps* ».

Il donne un exemple particulièrement significatif. Ainsi, si un homme parvient à charger 2 toises cube sans pioche pendant une

.....
6. C'est-à-dire de se plaindre.

journee, la toise cube revient à 8 sols/2, soit 4 sols au lieu d'être à 12 sols dans le règlement d'atelier alsacien. En revanche, si la tâche est plus difficile, et qu'il faut 2 hommes pour enlever deux toises cube, le coût pour l'entrepreneur et pour le roi sera donc de 16 sols (2 terrassiers à 8 sols). La toise cube passe à 8 sols au lieu de 4. S'il faut 3 terrassiers pour enlever 2 toises cubes, le coût sera de 24 sols (3 terrassiers à 8 sols) et le prix de la toise cube sera de 12 sols ; et chaque fois que l'on doit ajouter un terrassier pour la même toise cube, en fonction de la difficulté du travail, le prix de la toise cube augmente de 4 sols. Le paiement au salaire journalier est donc plus intéressant pour le roi (le maître de l'ouvrage) que le paiement à la tâche à hauteur de 12 sols la toise cube.

2.2.2. *L'allongement des relais*

Tout en préconisant un paiement à la journée, plutôt qu'un paiement à la tâche, Vauban s'intéresse à la problématique du relai, c'est-à-dire du transport, dont l'entrepreneur strasbourgeois estimait qu'il devait être augmenté de 2 sols de 10 toises en 10 toises lorsque le chemin était uni et plat, mais à 3 sols lorsque le chemin devenait difficile. De cette façon, Vauban s'intéresse déjà à l'organisation de l'entreprise, mais il le fait dans l'intérêt du maître de l'ouvrage et donc en qualité d'ingénieur du roi et non pas de porte-parole de l'entrepreneur.

Vauban modifie tout d'abord la distance du relai, toujours dans la perspective d'une meilleure productivité. Pour lui, la distance de 10 toises⁷ est insuffisante et la distance minimale du relai doit être fixée à 15 toises⁸ en terrain plat. En revanche, il la laisse à 10 toises en terrain montant et il fixe le prix de la toise déplacée à 4 sols par toise transportée sur la distance de 15 ou 10 toises.

C'est à ce niveau, que le travail d'analyse de Vauban (1708) auteur du *Projet de dixme royale* préfigure celui de Taylor (1913). Il s'attache à détailler le nombre de brouettes nécessaire au déplacement d'une toise cube et à vérifier la qualité du matériel mis à disposition des ouvriers, ou encore de la qualité des installations de chantier. En effet, en fonction de cette qualité (ponts, rambardes, système d'éva-

.....
7. Soit 20 mètres.

8. Soit 30 mètres.

cuation des eaux), le travail de terrassement sera facilité ou aggravé et le nombre de journées donc le prix de la prestation sera impacté. Vauban calcule le nombre de brouettes nécessaire pour transporter une toise cube⁹ de terre : 250 brouettes pour une toise cube et donc à 500 pour 2 toises cube, soit environ 4 m³ de terre.

Sur la base de cette analyse, il s'interroge sur les conditions pour lesquelles il est possible de payer au mieux le transport des terres. Il estime qu'en une journée il est donc possible à un terrassier de transporter 2 toises cube sur 30 000 mètres de terrain plat (aller et retour) ou 2 toises cube sur 20 000 mètres de terrain montant, le tout toujours pour 8 sols la journée.

2.3. L'organisation de l'entreprise

2.3.1. L'intensité du travail : la gestion du temps de travail, dans la journée et dans l'année

Ayant réglé le problème de l'intensité du travail de l'ouvrier en partant non pas de la rémunération à la tâche, mais en fixant une rémunération à la journée de travail et en indiquant ce que l'ouvrier peut réaliser dans cette journée, Vauban va ensuite s'intéresser au temps de travail journalier. À cette époque, le temps de travail est encore souvent réglé par les coutumes religieuses, la lumière du jour et les heures sonnées. Dans une lettre restée célèbre, Colbert s'adresse aux évêques de France en 1666 pour leur demander de bien vouloir réduire le nombre de jours chômés en raison des fêtes religieuses, car leur nombre excessif porte atteinte au fonctionnement économique du pays. De son côté, Vauban estime que le temps de travail optimal est de 10 heures par jour, entrecoupé de 3 heures de repos « *qui font en tout 13 heures de sujétion, commençant le travail du matin à 5 heures du matin pour être à 5 heures et demie dans le train, le quitter à 8 heures pour déjeuner une demi-heure, le reprendre à 8 heures et demie pour le quitter derechef à 11 et aller dîner*¹⁰. *Puis le reprendre à une 1 heure pour le quitter à 3 heures et demie ; enfin, le reprendre à 4 pour le quitter tout à fait à 7* ».

.....
9. La toise vaut 1,949 mètre. Un toise cube équivaut à deux mètres cube de terre.

10. Le déjeuner est en fait le petit-déjeuner et le dîner est le déjeuner que nous prenons actuellement.

Il propose d'ailleurs une journée alternative avec un début de travail à 5 heures du matin jusqu'à 8 heures, un repos de 8 à 9, puis une reprise de 9 à 12. Un repos de 2 heures de 12 à 14 heures puis une reprise de 14 à 22 heures, ce qui fait « *toujours 10 heures de travail et 3 heures de repos* ». Il estime que cette journée de 10 heures ne peut être tenue cependant qu'en mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre et que les 4 mois suivants doivent être réduits à 7 heures car à défaut l'ouvrier ne serait de toute façon pas rentable en raison du froid et du mauvais temps. Et il conclut cette analyse des horaires en indiquant : « *Je tiens qu'il ne faut point imposer davantage aux soldats qui a sa tâche, parce qu'il est certain que 10 heures de travail d'un homme qui poursuit son intérêt en valent du moins 15 d'un autre qui a sa journée réglée ; de les pousser plus loin, c'est les outrer et les exposer à devenir malades et ne pouvoir pas tenir longtemps* ».

Enfin, soucieux comme Colbert de ne pas exagérer les temps de repos, Vauban indique que s'il accepte que l'on puisse chômer tous les dimanches, il estime qu'il ne convient pas de le faire pendant les fêtes. Après s'être occupé de la meilleure adéquation entre l'organisation du travail de l'ouvrier par l'ingénieur et la rémunération de l'ouvrier, le maréchal aborde l'organisation de l'entreprise.

2.3.2. Les obligations de l'entrepreneur, dans le cadre de la gestion optimale des opérations de terrassement

Vauban a dû constater que les entrepreneurs, voire même les ingénieurs du roi, laissaient les ouvriers terrassiers organiser le transport des terres à leur convenance, dans des conditions qui n'étaient pas rationnelles. Dès lors, il suggère que ce soit l'ingénieur qui organise non seulement le tracé des relais, mais également « *la distance moyenne des relais du centre de l'ouvrage au centre du transport* » parce que « *d'ordinaire, les soldats allongent et raccourcissent leurs relais, comme il leur plait* ». Cette proposition le conduit à allonger les relais prévus par le règlement de chantier de 5 toises et les diminuer lorsque le terrain est en pente. Il conseille à cette occasion de récupérer les moellons trouvés dans le cadre du creusement d'une fondation, afin qu'ils puissent servir à bâtir.

Deuxième type d'observation, concernant l'organisation de l'entreprise : l'équipement des ouvriers. Là encore, sans doute d'expérience, Vauban a constaté que les entrepreneurs ne fournissaient pas aux

ouvriers des outils satisfaisants et que installations préalables de chantiers n'étaient pas – ou mal – effectués, de toute évidence pour gagner du temps et épargner des coûts sur l'instant. Mais cette impréparation occasionne des difficultés et des coûts sur la durée du chantier. En conséquence, il estime que l'ingénieur du roi doit obliger l'entrepreneur à fournir aux ouvriers des outils « *propres au travail* », que celui-ci doit faire à ses dépens, les épuisements d'eau et l'ensemble des équipements en fournissant la matière première nécessaire : les planches pour les ponts, le dégagement des voies d'accès, le creusement des rampes dans les talus. Il préconise que ces travaux leur soient payés en sus, forfaitairement à hauteur de 6 sols par terrassier intervenant.

Dans les dernières pages de son mémoire, Vauban conclut en résumant l'intérêt de sa proposition :

- le prix de la toise cube augmente à chaque relai de 4 sols et en conséquence, en fonction de l'aménagement du chantier, il est possible de calculer le prix que l'on doit donner de la toise ;
- l'ingénieur du roi aura toujours une connaissance parfaite du prix de la toise de terre qui augmentera et baissera suivant le nombre de terrassiers et suivant le nombre de relais ;
- troisièmement, la rémunération des ouvriers, quel que soit leur nombre, ne sera que de 8 sols par jour, ce qui constitue pour le roi une économie, puisque jusqu'à ce jour il réglait le terrassier 10 sols.

3. Le commentaire de Forest de Belidor (1754)

Le texte du règlement d'atelier et le commentaire de Vauban sont publiés par Forest de Belidor (1754), lui-même ancien militaire et ingénieur du roi dans un traité intitulé *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortifications*. Forest de Belidor (1754), suiveur de Vauban, tente d'améliorer la méthode du maître et soixante ans plus tard, la commente : « *Dans les Pays-Bas, où l'on ne rencontre guère de roc ni de rocaille, on distingue dans les marchés deux sortes de terre. L'une est appelée pierre hors d'eau, qui est celle qu'on peut travailler à sec, et l'autre terre dans l'eau qui ne peut s'enlever sans beaucoup d'incommodité. Toutes ces terres différentes pourront s'estimer en suivant l'instruction de Monsieur de Vauban, c'est-à-dire en s'attachant à la quantité d'hommes qu'il faut pour en transporter une toise cube et aux journées*

qu'ils doivent gagner. Dans une terre ordinaire, un atelier de 4 soldats composé d'un piocheur, d'un chargeur, et de deux autres qui brouettent peut transporter à 10 toises de l'atelier 2 toises et un tiers cube dans un jour d'été et un peu plus de la moitié dans un jour d'hiver. »

Selon cette approche, l'équipe de 4 soldats rémunérés 8 sols donne le tiers de toise cube à 4,57 sols, donc la toise cube à 13,71 sols, soit pour deux toises cube et un tiers, 31,99 sols. Les quatre soldats terrassiers sont payés 32 sols sur la base de 8 sols par homme. Le prix est donc supérieur de près de 10 sols la toise à celui consenti par Vauban, mais soixante ans ont passé, et la toise est brouettée sur 10 toises (20 mètres)¹¹. Dès lors, Forest de Belidor (1754) poursuit : « *La rocaille étant, comme je l'ai déjà dit, une pierre morte, mêlée de terre, la difficulté de sa fouille est beaucoup plus grande que celle des terres ordinaires, c'est pourquoi le prix en est aussi plus considérable. C'est à la prudence de l'ingénieur de l'augmenter, en sorte que les soldats y trouvent leur compte. Et quoiqu'il soit difficile de déterminer à quoi peut aller cette augmentation, je dirai pourtant que la toise cube de rocaille vaut à peu près le double des terres ordinaires* ».

Puis il commente lui aussi l'organisation des entreprises de terrassement : « *Ainsi, dans l'exécution il ne s'agit que de bien diriger les ateliers. Cet article demande beaucoup de circonspection et quoique la chose ne paraisse qu'une bagatelle, je crois qu'on conviendra qu'on n'a guère exécuté de grands travaux sans qu'il ne soit arrivé quelque malentendu dans le maniement des terres. Ici, faute d'en avoir fait un amas assez considérable, avant d'élever les revêtements, on est obligé pour achever l'ouvrage d'en rapporter par les longs circuits qui augmentent les relais, et par conséquent la dépense. Là, pour n'y avoir pas fait assez attention, il s'en trouve une trop grande quantité, qu'il faut par la suite transporter ailleurs, peut-être même auprès de l'endroit d'où on les avait tirés, de sorte qu'une toise cube qui n'aurait dû être maniée que deux fois, l'une pour la transporter, l'autre pour la mettre en œuvre, a été promenée à différents endroits inutilement, ce qui en double ou triple la valeur. Au reste, je sais bien que cela n'arrive point à ceux qui ont une grande connaissance des*

.....
11. À cette date, le pain de 8 livres (la livre vaut 454 grammes) vaut 8 sols et 6 deniers. Le domestique en ville est payé 12 livres et demi par mois la livre-tournois valant 20 sols. Le soldat terrassier est payé en 1750 entre 9 et 10 livres par mois sur la base de 8 sols par jour d'ouvrage, 6 jours par semaine.

travaux parce qu'ils savent prévoir, dès le commencement de l'ouvrage, les suites des moindres choses. »

4. Le « suiveur » de Vauban : Frederick Winslow Taylor

1688-1896 : 208 ans séparent l'analyse rigoureuse effectuée par Vauban sur la rationalisation du travail des terrassiers et l'optimisation du coût de ce travail de celle réalisée par Sanford E. Thomson, ingénieur civil à Newton Highlands Mass, reprise par F.W. Taylor dans *La direction des ateliers*, publié aux Etats-Unis en 1911 et en France en 1913¹².

Taylor (1913) expose que Thomson a réalisé une étude sur 8 spécialités du bâtiment : le terrassement, la maçonnerie de pierre, la maçonnerie de brique, y compris les travaux d'égout et de carrelage, la charpente, la maçonnerie de béton et de ciment, le lattis et le crépissage, le lattis et la couverture des toits, enfin l'extraction de la terre. Il a réalisé un mémoire de 250 pages dont Taylor (1913) admet qu'il s'en est largement inspiré pour mettre au point sa propre méthode. Il reprend d'ailleurs sur les pages 95 à 107 la méthode et les conclusions de Thomson. Il présente la feuille de renseignement employée par Thomson pour identifier les temps de travail, et page 100 une feuille de travaux concernant le terrassement à la brouette que nous avons reprise et quelque peu modifiée pour y insérer les observations réalisées par Vauban en 1688 et pouvoir réaliser une comparaison.

La méthode de Thomson est à la fois simple et rationnelle. Sa feuille de travail est composée de 4 parties :

- un espace pour la description du travail et des notes ;
- un espace pour l'enregistrement du temps total nécessaire aux opérations complètes, y compris tous les temps morts dans l'exécution de tout un travail ou de parties importantes de ce travail ;
- un certain nombre de lignes pour consigner les opérations de détail ou élémentaires dans lesquelles on peut diviser un travail suivi de colonnes pour enregistrer les moyennes déduites des observations ;

.....
12. F.W. Taylor, *La direction des ateliers*, Dunod et Pinat éditeur, 1913, p. 95 et suivantes.

- des cases pour inscrire les lectures des chronomètres pendant l'observation de ces temps élémentaires.

Pour la description de la méthode elle-même, nous renverrons au livre de Taylor¹³ et ne reprendrons que les indications principales concernant les opérations de terrassement : « *Dans le cas considéré, on manutentionnait deux sortes de matériaux : du sable et de l'argile. Le temps de chacun des éléments, sauf le remplissage, est le même pour le sable et pour l'argile. Si donc nous avons un nombre suffisant d'observations relatives à l'une des deux matières, le seul élément que nous aurons à chronométrer sera le remplissage : cela démontre l'un des avantages du système élémentaire* »¹⁴.

Il décrit les opérations :

- *a, temps employé pour remplir la brouette d'une manière quelconque ;*
- *b, temps employé à se mettre en marche ;*
- *c, temps employé à rouler la brouette pleine sur une distance de 10 mètres ;*
- *d, temps de la faire basculer et de la retourner ;*
- *e, temps pour faire 10 mètres avec la brouette vide ;*
- *f, temps de poser la brouette et de la préparer et de se préparer à pelleter ;*
- *g, temps pour ameubler à la pioche 1 m³ de matière ;*
- *P, pourcentage du temps employé par jour en repos et arrêt nécessaire ;*
- *L, charge d'une brouette en mètre cube ;*
- *B, temps nécessaire pour abattre à la pioche chargée de rouler une terre donnée à une distance fixée quand l'homme fait seul le chargement et le transport de la brouette ;*
- *alpha une constante. »*

Si nous nous arrêtons à ce niveau, nous notons la similitude entre la démarche de Vauban et celle de Thomson et Taylor. La légère différence réside dans la prise en compte du temps employé à se mettre en marche (b), du temps de faire basculer la brouette et de la retourner (d) etc. qui ne sont pas détaillés dans les opérations observées par Vauban. De même la distance de référence est de

.....
13. P. 98 et suivantes.

14. *Op. cit.* p. 101.

10 mètres alors que celle de Vauban est de 15 toises soit 30 mètres environ.

Taylor arrive à la formule suivante : $B = (p + [a + b + d + f + \text{distance parcourue}/10] (c + e), \alpha/L (1 + p)$. Taylor précise : « Cette formule générale pour le terrassement à la brouette peut être simplifiée en choisissant des valeurs moyennes pour les constantes et en substituant des valeurs numériques aux lettres. On obtient ainsi une formule applicable à tous les genres de terre roulée par les ouvriers travaillant aux vitesses enregistrées sur la feuille de note considérée et cela pour toutes les distances »¹⁵. Il en conclut que pour extraire et transporter un mètre cube de sable à une distance de 10 mètres, il faut 25 minutes.

Ensuite, le temps de travail va varier en fonction des temps de repos. Taylor (1913) admet que « pour chaque matière le temps nécessaire pour charger la pelle reste le même, quelle que soit la distance à laquelle il faut jeter la pelletée. Au contraire, suivant la matière, le chargement de la pelle demande un temps différent. D'autre part, la durée de production d'une pelletée varie avec la portée du jet, mais elle est la même pour toutes les terres, pour une distance donnée. Ceci n'est pas vrai toutefois quand la terre colle à la pelle ». À ce sujet, Taylor (1913) propose un autre calcul sur l'usage de la pelle :

- s, temps pour charger la pelle et l'assujettir prête à jeter la pelletée ;
- t, temps pour jeter la pelletée ;
- w, temps pour marcher d'un mètre avec la pelle chargée ;
- w', temps pour revenir de la même distance avec la pelle vide ;
- L, charge d'une pelletée en décimètre cube ;
- P, pourcentage de repos et arrêt nécessaire de la journée ;
- T, temps pour pelleter 1 m³ ;
- Alpha une constante.

Il en tire une formule pour manutentionner une terre quelconque ameublie : $T = ([s + t + (w + w') \text{ distance parcourue}] \alpha / L) 1 + p$.

Bien entendu, Taylor va utiliser cette méthode pour calculer la rémunération de l'ouvrier. Mais préalablement, il évoque l'intérêt que

.....
15. *Op. cit.* p. 104.

revêtent, pour sa méthode, l'étude et la décomposition du mouvement du terrassier : « *La première impression est que cette subdivision minutieuse du travail en éléments qui ne demandent chacun que 5 à 6 secondes confine à l'absurdité. Cependant, s'il faut faire une étude rapide et soigneuse du temps dans les travaux de pelletage, cette subdivision simplifie la besogne, la rend plus rapide et plus parfaite. Il y a à cela deux raisons :*

- *premièrement dans le travail de pelletage des terres, par exemple, l'étude de 50 à 60 petits éléments de ce genre permet de fixer le temps exactement requis par plusieurs milliers de travaux complets de pelletage représentant une part considérable de l'ensemble de ces travaux ;*
- *deuxièmement, l'étude de petits éléments est plus simple, plus rapide, et plus sûre que celle d'un grand nombre d'éléments combinés. Plus il faut de temps pour l'accomplissement d'un seul élément à étudier, plus il y a de chances d'interruptions ou d'accidents qui rendront les résultats de l'observation discutables et même inutiles ».*¹⁶

Taylor (1913) applique évidemment la méthode aux travaux industriels et il va développer l'exemple bien connu du transport par l'ouvrier de la gueuse de fonte. L'intérêt de notre propos résulte dans le fait que l'étude du chargement des gueuses de fonte a pour origine la décomposition du travail à la pelle de l'ouvrier terrassier. Taylor reprend : « *Les opérations élémentaires sont les suivantes :*

- 1. *Soulever la gueuse ;*
- 2. *La porter jusqu'au troc ;*
- 3. *La jeter ou la poser sur ce dernier ;*
- 4. *Revenir au tas de gueuse.*

Ici, le temps nécessaire à soulever la gueuse et à la jeter ou la placer sur le troc est tellement court qu'il est difficile à chronométrer ; mais on peut faire des observations successives sur des groupes de trois éléments. En d'autres termes, on peut faire une série d'observations sur le temps total pris par les trois éléments 1, 2 et 3 ; une autre pour les éléments 2, 3 et 4 ; une autre pour les éléments 3, 4 et 1 ; une autre pour les éléments 4, 1 et 2. Les équations algébriques permettent de trouver la valeur de chacun des éléments, c'est-à-dire de chacune des opérations. »

.....
16. *Op. cit.* p. 111.

Taylor (1913) en tire bien entendu la conclusion : « *L'observateur a exercé du temps pour établir celui que doit consacrer à une pièce un bon ouvrier lorsqu'il est familiarisé par la pratique avec le travail considéré, mais encore, il doit pouvoir apprécier le supplément de temps nécessaire au même ouvrier qui aborde cette tâche pour la première fois. Cette connaissance lui permettra d'assigner une limite de temps et un prix pour le nouveau travail avec une limite de temps et un prix plus faible lorsqu'il se répètera ; ceci est plus juste et plus agréable aux deux parties que le prix fixe ordinaire* »¹⁷.

Par la suite, Taylor développe sa réflexion sur la fixation du salaire optimal qui permet de fixer les conditions forçant l'excellent ouvrier à faire de son mieux en lui offrant une prime avantageuse, tout en indiquant que la norme doit toujours être bien au-dessus « *de la production d'un ouvrier moyen, car si on leur offre une bonification, les ouvriers feront toujours mieux qu'ils auraient fait sans ce stimulant* ». Et il conclut en disant : « *Il n'existe aucun genre de travail qui ne puisse avec profit être soumis à l'étude du temps par décomposition en ses éléments, sauf les opérations mentales. (...) Le travail de bureau peut être parfaitement soumis à l'étude du temps et on peut assigner une tâche journalière dans ce genre de travail, bien qu'il paraisse, a priori, de nature très variée* ». Taylor – et dans la même logique, Henri Ford – souhaite qu'une partie des gains de productivité bénéficie au salarié. Vauban n'a pas la même préoccupation. Il souhaite rationaliser le processus de terrassement pour obtenir la meilleure productivité et garantir le moindre coût pour le roi, sans nécessairement partager avec le terrassier l'avantage financier ainsi obtenu. Mais il sait que le terrassier n'est pas un ouvrier librement engagé par l'entrepreneur : il s'agit en l'occurrence d'un soldat, déjà conforté dans sa situation matérielle et la garantie de son emploi par le contrat qui le lie au roi.

Conclusion

Plusieurs constats découlent de ce travail de recherche à caractère historique. Tout d'abord, il met en évidence la filiation historique entre Vauban (1708) et Taylor (1913) à plusieurs siècles d'intervalles, en sachant que le travail de Vauban est resté confidentiel dans la mesure, où il a publié sous couvert d'anonymat une partie de ses

.....
17. *Op. cit.*, p. 115.

écrits dans des tirages confidentiels, dans l'espoir selon Virol (2003) de réconcilier le roi avec le peuple¹⁸. L'analyse de Taylor – sur le terrassement en particulier – repose sur de longues observations préalables, réalisées par lui-même ou par d'autres ingénieurs dont il exploite les notes. Elle est fondée sur la décomposition des gestes de l'ouvrier afin de les améliorer sur le plan ergonomique et de les optimiser pour que la tâche soit réalisée dans les meilleures conditions techniques et le meilleur délai. L'ingénieur recompose ensuite les gestes et les rythme par l'usage du chronomètre et de la feuille de temps qui sont transmises au bureau des méthodes. Les méthodes Taylor et Vauban sont donc similaires et cette similarité, appréciée à deux cents ans de distance permet d'affirmer leur universalité, laquelle n'a jamais été démentie chaque fois que le travail peut être standardisé à l'intérieur de structures hiérarchiques verticales. En dehors de ce contexte, des pensées différentes ont émergé, comme le « toyotisme » mettant en exergue une répartition des tâches par la collaboration, en dehors d'un schéma unique de commandement. De même, dans la « logique de l'honneur » décrite par d'Iribarne (1989), le découpage des tâches ne relève plus d'un principe rationnel, mais du consentement mutuel entre collègues, pour conserver l'estime de soi dans une communauté socio-professionnelle.

Plus généralement, le progrès technologique et scientifique est un éternel recommencement. Le passé peut être une source d'inspiration pour l'innovation aussi forte que la prospective. Concernant la portée des méthodes de calcul de coût, les travaux examinés conservent aujourd'hui de la pertinence, dans la mesure où ils mettent l'accent sur la recherche de gain de productivité, c'est-à-dire sur les techniques pour améliorer le rendement au travail.

Durant le XX^e siècle, la course aux gains de productivité s'est déroulée par l'automatisation des chaînes de production grâce à la décomposition des tâches dans le travail à la chaîne. Toute tâche standard mécanisable a été remplacée par des machines, déplaçant le problème de performance de l'homme vers la machine, du facteur travail vers le facteur capital, incitant à investir dans des

.....
18. Vauban, *Les Oisivetés de Monsieur de Vauban*, Champ Vallon, 2007, édition réalisée sous la direction de Michèle Virol.

équipements automatisés et à former les ouvriers aux nouvelles techniques de production.

Au cours du XXI^e siècle, cette course à la productivité s'est poursuivie au-delà du travail manuel, vers les tâches mentales, avec la robotisation des activités supports dans l'entreprise grâce à l'intelligence artificielle. Toute tâche cognitive, répétitive et standard, est aujourd'hui remplacée par un algorithme informatique, qui n'est pas syndiqué et ne manifeste pas, qui n'est pas victime de la pandémie du coronavirus, qui ne se plaint pas de sa condition même s'il doit fournir un effort au maximum de ses capacités. À ce sujet, on parle de réalité augmentée, non pas pour envisager la substitution du travail humain par la machine, mais pour concevoir leur complémentarité.

Cela signifie que les progrès technologiques permettent de décupler les capacités humaines tant sur le plan du travail manuel que du travail intellectuel. Loin de contredire le travail précurseur de Vauban (1708) ou Taylor (1913), le progrès technologique en repousse les limites puisqu'il est possible de pratiquer le calcul de coût par découpage des tâches sur des « opérations mentales », dans les services à l'image de la « Taylorisien » des chaînes de travail dans les centres d'appel téléphonique, dans la bureaucratisation avec la mise en place de procédures pour gagner du temps tout en éliminant les risques d'erreurs.

Néanmoins, ces méthodes de calcul de coût présentent certaines limites. Elles ne s'appliquent pas pour des tâches non standards, et non reliés entre elles par des chaînes linéaires de cause à effet. Or la création de valeur aujourd'hui est de plus en plus tributaire de mode d'organisation non hiérarchique où la méthode scientifique du travail ne s'applique pas : l'innovation collaborative dans des communautés ouvertes où le droit de propriété intellectuelle est mutualisé et où la notion de coût marginal n'existe plus ; des tâches sur-mesure adaptées à un client qu'il est difficile de reproduire par effet d'expérience à d'autres clients ; des stratégies de collaboration pour créer de la richesse en commun grâce à la confiance (Assens, 2013), au-delà des compétences dans un métier ou des ressources financières. Le « Taylorisme » n'est pas en mesure d'évaluer le degré de confiance, pour gagner en productivité, car la confiance ne se

décète pas avec autorité et elle n'est pas transmissible d'un individu à l'autre par l'apprentissage.

Cet article à caractère historique est donc très actuel, en montrant que les outils technologiques au XXI^e siècle servent à décomposer les tâches dans des chaînes d'opérations standards comme au XVII^e siècle, tout en exigeant le génie de la pensée de Vauban, pour réfléchir avec plusieurs siècles d'avance sur les nouvelles évolutions du travail !

Bibliographie

ASSENS C. (2013), *Le management des réseaux : tisser du lien social pour le bien être économique*, Editions de Boeck.

BARDE Y. (2007), *Vauban, Ingénieur et homme de guerre*, Editions de l'Armançon.

BLANCHARD A. (1996), *Vauban*, Fayard.

D'IRIBARNE P. (1989), *La logique de l'honneur*, Editions du Seuil.

DAVID P.A. (1985), "Clio and the economics of Qwerty", *American Economic Review*, vol. 75 (2).

FORD H. (1927), *Aujourd'hui et demain*, Payot, Paris.

FAYOL H. (1916), *Administration générale et industrielle*, Dunod.

FOREST DE BELIDOR B. (1754), *La science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortifications*, Pierre Gosse Junior, Paris.

GORZ A. (1973), *Critique sur la division du travail*, Editions du Seuil.

JESTAZ B. (2008), *Jules Hardouin-Mansart, vie et œuvre*, Picard.

PEAUCELLE J.-L. (2007), « Vauban, la normalisation du travail avant Taylor », *Gérer et Comprendre*, p. 48 et 60.

SAY J.-B. (1841), *Traité d'économie politique ou simple exposition de la manière dont se forment, se distribuent et se consomment les richesses*, O. Zeller, 6^e édition.

SAY J.-B. (1996), *Cours d'économie politiques et autres essais*, réédition, Flammarion.

TAYLOR F.-W. (1913), *La direction des ateliers*, Dunod.

VAUBAN, S. LE PRESLE (1708), *Projet d'une dixme royale*, Edition limitée.

VAUBAN, S. LE PRESLE (2007), *Oisivetés de Monsieur de Vauban, ou ramas de plusieurs mémoires de sa façon sur différents sujets*, Champ Vallon, édition intégrale établie sous la direction de Michèle Virol.

VIROL M. (2003), *Vauban, de la gloire eu roi au service de l'Etat*, Champ Vallon.