

LA DIVISION DU TRAVAIL

Adam Smith et les encyclopédistes observant la fabrication des épingles en Normandie



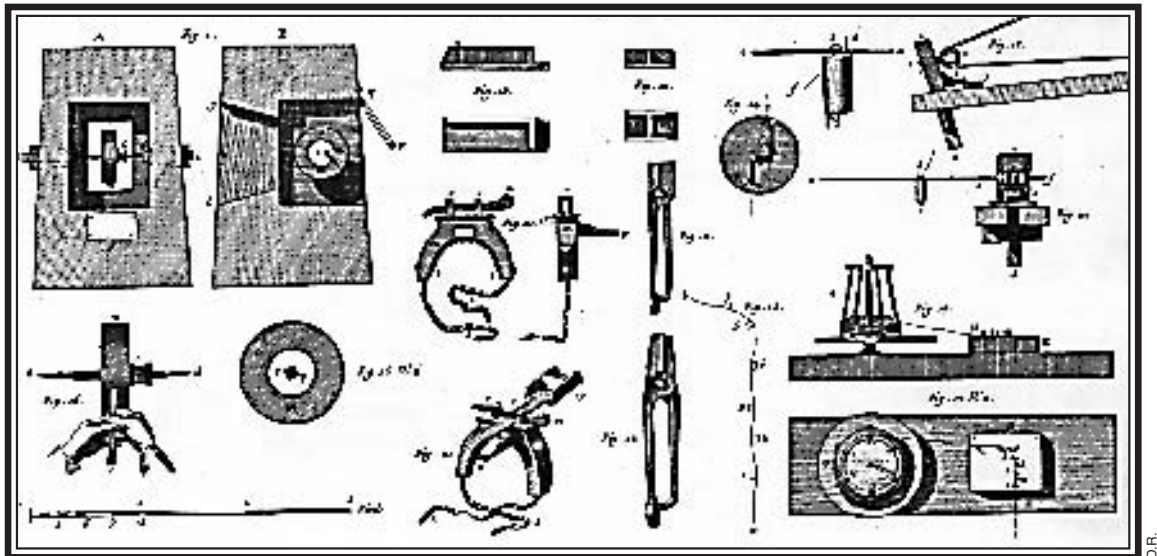
PAR JEAN-LOUIS PEAUCELLE

Professeur - IAE Paris I

La fabrication des épingles au XVIII^e siècle a été étudiée en France par deux témoins directs : Delaire et Perronet. Le monde entier ne la connaît, cependant, que grâce aux écrits d'Adam Smith prônant la division du travail. Dans les textes d'origine la division du travail est justifiée par la différenciation des salaires ouvriers et par le rôle des machines. Or, Smith ignore complètement les différences de salaires ouvriers : il considère que le machinisme est une conséquence de la division du travail alors qu'il en est probablement la cause et il néglige, dès lors, le problème essentiel de l'harmonisation des cadences de travail. Le retour aux textes originaux fait également découvrir une méthode de calcul de coût de revient préfigurant nos calculs de marge actuels.



Les outils
de l'épinglier



ÉPINGLES ET GESTION

Adam Smith (1723-1790), depuis le XVIII^e siècle, force tous les étudiants en économie à s'intéresser aux épingles. Il a choisi cette industrie comme exemple introductif pour illustrer la division du travail [24]. Il a « découvert » ce concept (au sens où Christophe Colomb a « découvert » l'Amérique).

A y regarder de plus près, cet exemple ressemble à un cas de gestion. Smith compare deux modes d'organisation et vante la supériorité de l'un sur l'autre. Son raisonnement est-il encore bon à une époque où nous cherchons, comme Herzberg ou le BPR (*Business Process Reengineering*) le préconisent, à élargir des tâches ? Voilà une bonne raison d'exhumer ce texte archi-connu.

En se plongeant dans les écrits de cette époque, mon enquête s'est orientée vers les pistes multiples qui sollicitaient l'intérêt. Les résultats risquent de paraître trop touffus. C'est pourquoi, en guise d'introduction, je vais retracer à grands traits la démarche.

Les spécialistes d'Adam Smith [22] disent qu'il s'est inspiré de l'*Encyclopédie* de Diderot (1713-1784) quand il parle des manufactures d'épingles. Le début du chemin passe par là. Je cherche donc un exemplaire de l'*Encyclopédie*, tel qu'on le trouve dans bon nombre de bibliothèques municipales. Me trompant, je tombe d'abord sur les « aiguilles » : fausse piste...

Puis, je cherche sérieusement les épingles. L'article de Delaire [5] apparaît. Mais il renvoie à des planches que je ne vois pas. Celles-ci figurent dans un dernier volume, avec un autre article sur les épingles [19], de Perronet cette fois-ci. Ces planches magnifiques, par Jean-Jacques

Goussin, sont reproduites en illustration de cet article.

Parti à la recherche d'un document, me voilà donc avec deux, fort dissemblables. Smith s'est inspiré de Delaire et a ignoré Perronet. Exploiter la différence me permet alors de construire un raisonnement selon lequel la division du travail est justifiée, non par l'amélioration de la productivité, mais par un meilleur salaire pour les ouvriers les plus compétents [17]. Plusieurs pistes s'ouvrent alors. Découvrir les auteurs de ces deux articles me semble important. Pour cela, les travaux historiques [10] sur les encyclopédistes me sont d'un grand secours car, sous le nom de Delaire, se cache un Alexandre Deleyre (1726-1797) difficile à découvrir. Une interrogation me hante : Smith a-t-il rencontré Deleyre ? Rien sur ce sujet dans les biographies de l'économiste écossais, mais Deleyre, anglophone, a fait connaître Bacon en France. Il a, dès lors, pu introduire Smith dans les milieux encyclopédistes. Finalement, il semble qu'ils ne se soient jamais rencontrés car, entre 1764 et 1766, lors du voyage de Smith en France, ce Deleyre était à Parme, comme précepteur du fils du Duc de la ville.

Autre voie : celle des traducteurs. La version standard du texte de Smith proposée aux étudiants français met en italique les termes de métier évoqués à chaque étape de la fabrication des épingles. Quelle est donc la signification de ces italiques ? Il se trouve que le traducteur du début du siècle connaissait bien son *Encyclopédie* et a traduit Smith en revenant aux sources françaises. Et que se passe-t-il à Laigle en Normandie où Delaire et Perronet ont observé la fabrication des épingles ? Si Laigle ne fabrique désormais que peu d'épingles, elle a cependant gardé la mémoire d'une prospérité ancienne fondée sur ces ateliers. Et l'histoire y reprend un tour franco-anglais. Les manufactures d'épingles y ont toujours été en concurrence avec



les usines anglaises et ce furent sans doute les Anglais qui y implantèrent cette technique durant la guerre de Cent ans !

Reste encore à suivre Perronet, personnage étonnant qui invente le coût de revient parce qu'il n'a pas assez de travail comme fonctionnaire d'autorité sur les routes de Normandie. Quel est son cheminement intellectuel ? Devenu fondateur de la première école d'ingénieurs en France, quelle place y réserve-t-il à ce type de connaissances ? On découvre alors que les débats sur la culture de gestion des ingénieurs sont aussi vieux que les écoles elles-mêmes. De ces multiples cheminements, je retiens l'unicité des sciences de gestion et la mise en perspective historique de sujets qui se posent à nous encore aujourd'hui : nous n'avons pas épuisé intellectuellement le concept de division du travail, bien qu'il ait été placé au centre de nos préoccupations depuis plus de deux cents ans. Pour réordonner ces matières foisonnantes, utilisons un plan mieux raisonné. Tout d'abord, nous comparerons le texte original de Smith, d'une part à la description de Delaire dont il s'est inspiré et, d'autre part, à sa principale traduction en français. Nous serons alors prêts pour apprécier le degré de détail qu'offre, en regard, le texte de Perronet qui, sans y prendre garde, découvre le concept de prix de revient différencié dans une gamme industrielle.

Cette seconde partie donnera alors les éléments nécessaires au raisonnement central, les informations chiffrées de Perronet sur les salaires montrant nettement que la division du travail permet aux ouvriers les plus compétents de gagner plus, en se réservant les étapes difficiles et les mieux payées du processus. Nous pourrions alors terminer cet article par une remise en perspective historique des idées sur le coût de revient et la publication des textes eux-mêmes..

COMPARAISON DU TEXTE DE SMITH AVEC LES TEXTES FRANÇAIS

Le livre célèbre d'Adam Smith [24], daté de 1776, décrit la division du travail dans les usines d'épingles. Il est avéré [10] que Smith s'est inspiré de l'article « *Épingle* » de Delaire (Deleyre), paru en 1755 [5]. Il est donc intéressant de mettre les deux textes en parallèle. On a ajouté, dans le tableau 1, la traduction la plus connue en France, celle de Germain Garnier (1754-1821) [28], [29], [30]. Ce royaliste, émigré en Suisse sous la Terreur, y a commencé la traduction française de quatre ouvrages anglais, dont celui de Smith. Revenu en France sous le Directoire, Garnier deviendra préfet à Versailles. Reconnu comme un excellent administrateur, spécialiste des affaires budgétaires, il sera nommé sénateur et anobli par Napoléon.

Un troisième texte français a été ajouté, celui de Perronet [19], qui sera analysé plus en détail à la section suivante. (Voir le tableau 1 page suivante).

La correspondance entre les textes de Delaire et de Smith est très forte. Smith parle de dix-huit opérations (« *about eighteen* »), mais n'en cite que huit, plus trois évoquées pour la préparation des têtes. Il n'a pas bien compris le rôle du « *repasseur* » sur la pointe. Il pense que cette opération concerne la tête. D'où son expression « *grind* » traduite en « *émoudre* ». Alors que c'est le « *coupeur* » qui égalise la longueur des épingles en coupant le bout non aiguisé avec les « *cisailles* ».

Smith n'évoque jamais sa source de l'*Encyclopédie*. Mais Germain Garnier [28], [29], [30], son traducteur français le plus diffusé, s'y réfère. Il reprend tous les termes techniques de Delaire, en les mettant en italique. L'étudiant pourrait s'y tromper et croire que ces mots qui fleurissent bon le vieux français sont issus du texte anglais. Germain Garnier n'explique, en effet, nulle part le rapprochement qu'il a ainsi opéré alors que, dans ses éditions originales, il boursoufle abondamment le texte de commentaires et de notes. En outre, il ajoute une étape, celle de « *piquer les papiers* » que Smith avait omis. Merveille des traducteurs qui a-

Adam Smith,
par Kay

	Delaire ("Épingle") [5] 1755	Smith (Richesse Des Nations) [24] 1776	Traduction de Germain Garnier [28] 1802, [29] 1843, [30] 1881	Perronet ("Épinglier") [18] 1740, [19] 1765
1	on jaunit le fil de laiton			
2	on tire le fil à la bobille	one man draws out the wire	un ouvrier tire le fil à la bobille	
3	on dresse le fil	another straights it	un autre le dresse	dresseur
4	on coupe la dressée	a third cuts it	un troisième coupe la dressée	dresseur
5	on empoite	a fourth points it	un quatrième empoite	empoiteur +tourneur 1
6	on repasse	a fifth grinds it at the top	émoudre le bout qui doit recevoir la tête	repasseur + tourneur 2
7	on coupe les tronçons			coupeur
8	on tourne les têtes	to make the head...	cette tête est elle-même...	ouvrier préparateur de têtes
9	on coupe les têtes	...requires two or three...	...l'objet de deux ou trois ...	ouvrier préparateur de têtes
10	on amollit les têtes	...distinct operations	...opérations séparées	ouvrier préparateur de têtes
11	on frappe les têtes	put it on	frapper [la tête]	entêteur
12	on jaunit les épingles			tourneur 1
13	on blanchit les épingles	whiten the pins	blanchir les épingles	tourneur 1
14	on éteint les épingles			tourneur 1
15	on sèche les épingles			entêteurs
16	on vanne les épingles			entêteurs
17	on pique les papiers		piquer les papiers	bouteuse
18	on boute les épingles	put them into the paper	y bouter les épingles	bouteuse

Tableau 1
Les termes de
description de
la fabrication
des épingles

méliorent un texte en revenant à ses sources originales ! La traductrice moderne de Smith [31] rectifie ces erreurs mais elle conserve l'expression « *tire le fil à la bobille* » qu'aucun dictionnaire ne permet de trouver, alors que « *draw out* » correspond à « *tréfiler* » dans les dictionnaires anglais-français.

La meilleure confrontation est celle des deux observateurs directs de la fabrication des épingles, Delaire [5] et Perronet [19]. Le nombre d'étapes qu'ils recensent est différent parce qu'ils ne commencent pas au même point du processus : Perronet néglige la préparation du fil et le tréfilage ; Smith oublie la première étape. Dès le début, il se place donc en position de ne pouvoir décomposer les dix-huit opérations.

La description de Smith, tout comme celle de Delaire, ignore en effet un aspect essentiel, au contraire sans cesse présent dans le texte de Perronet : le rythme de travail. A la seule lecture de Smith, on pourrait croire qu'il n'y a qu'un ouvrier par poste et que chacun travaille à un rythme identique. Or, il n'en est rien : l'étape la plus dif-

ficile est la frappe des têtes et six « *entêteurs* » y sont employés parallèlement, ce qu'un observateur avisé du processus aurait bien pu dire. Perronet s'y arrête parce qu'il a un souci précis de gestionnaire et, plus précisément, de comptable.

UN CALCUL DU COÛT DE REVIENT

L'article « *Epinglier* » de Jean-Rodolphe Perronet, dans *l'Encyclopédie* [19], est formé de huit pages de deux colonnes et de trois pages de planches. Son objectif est de « *savoir le prix auquel les épingles reviennent aux fabriquans, & par la connoissance du prix de ceux qui les vendent, savoir en quoi consiste leur bénéfice* ». Son point de vue est donc celui du patron, appelé « *épinglier* », tel qu'il en existait à Laigle, en Normandie, à cette époque. Tout d'abord, Perronet décrit, le plus précisément, les étapes du processus

industriel, en commençant par la troisième étape de Delaire. Reprenons succinctement ses explications. En gros, on peut distinguer trois sous-processus : la première transformation consiste à couper et aiguiser les épingles ; un autre ensemble d'opérations concerne les têtes et leur pose sur le bout de l'épingle ; enfin, la finition consiste à nettoyer les épingles et à les enfiler sur des papiers.

La matière première est du laiton (cuivre) acheté en « paquets » de fil provenant de Suède ou d'Allemagne. Antérieurement, ce fil a été tréfilé au diamètre des épingles par passages successifs dans des « trous de filière » sur la machine appelée « buche à dégrossir » et sur une autre, la « bobille ». Sur ce tréfilage, Perronet ne donne pas d'autres précisions car il a rédigé un autre document à ce sujet (manuscrit de 1739). Puis il s'intéresse à la fabrication proprement dite des épingles.

Dans la première étape du travail, le « dresseur » dévide le « paquet » sur le « tourniquet » et fait passer le fil dans un « engin », planchette où six clous ont été plantés, de manière à ce que le fil soit redressé par le passage entre ces clous. Le réglage de la position des clous dépend de la largeur du fil. On obtient alors des « bottes » de fil rectiligne de cinq toises de long (dix mètres). Ce même « dresseur » coupe ensuite les « bottes » en « tronçons » correspondant à la longueur de quatre épingles (pour les petites) ou trois épingles (pour les grandes). Il utilise une « chauffe » pour tenir la « botte » bien serrée et une « force » ou « cisaille » pour couper.

La deuxième étape est l'aiguisage du bout des « tronçons » sur une meule. Un « tourneur » fait tourner une « roue à empointer » de 1,8 mètre de diamètre qui entraîne la meule par une courroie en peau de mouton. La différence des diamètres assure une grande vitesse de rotation à la meule. Les yeux protégés par un carreau de verre, l'« empointeur » aiguisé les bouts d'une « tenaillée » de vingt-cinq à quarante tronçons sur la meule. Ce travail est affiné par le « repasseur » qui dispose, de la même manière, d'un « tourneur » pour mouvoir sa meule.

Le « coupeur » tranche alors les « tronçons » aiguisés aux deux bouts à la dimension des épingles et les tronçons restant sont de nouveau aiguisés. Les épingles sont prêtes à recevoir la tête.

La tête est préparée sur un rouet en faisant tourner sur lui-même un fil de laiton de gros-seur un peu supérieure à l'épingle. Comme chacun peut le constater avec une ficelle torsadée à l'extrême, le fil prend une forme spiralée, analogue à une gaine dont le cylindre intérieur a un diamètre un peu inférieur à celui du fil. Par poignées de douze, ces gaines sont découpées en petits tronçons de deux spires qui seront positionnés à l'extrémité de l'épingle. Les futures têtes sont recuites par chauffage dans une « cuillère de fer ».

Après cette préparation des têtes, les « entêteurs » ajustent la tête sur l'épingle en frap-

pant cinq ou six coups de « poinçon » sur une enclume. Le « plomb » qui entraîne le « poinçon » est actionné au pied. Le poste de travail est conçu sur un « billot » où sont regroupés six « postes » identiques.

Les épingles ainsi formées sont « jaunies » (décrassage) dans un baquet avec du « tartre de vin ». Elles sont ensuite « blanchies » dans un chaudron de cuivre entre des plaques d'étain d'Angleterre. Puis on les lave largement à l'eau claire. C'est le tourneur de l'« empointeur » qui effectue tout ce travail qui est inclus dans son salaire. Les épingles sont enfin frottées, séchées avec du son dans des sacs en peau de mouton, puis vannées par les « entêteurs ».

La présentation finale est assurée par les « bouteuses » qui, avec un « marteau », enfilent les épingles dans les trous de papiers préalablement percés avec un « quarteron » de vingt-cinq pointes. Elles éliminent aussi les épingles qui ont des défauts (« épluchage »).

Pour chaque étape, Perronet indique le rythme de travail et le salaire aux pièces (« à leur tâche »). Ces chiffres sont indiqués dans le tableau 2. Les salaires sont donnés pour un douzain de douze mille épingles plus mille fournis en sus à cause des « déchets » qui seront constatés par les bouteuses (treize à la douzaine).

étape	opérateur	douzains par jour	salaire par douzain	salaire par jour pour 7,5 douzains de VI
1	dresseur	8 à 10	1 sol	7 sols 6 deniers
2	empointeur	15	15 deniers	18 sols 9 deniers
	tourneur	15	1 sol 9 den.	13 sols 1 deniers
3	repasseur	15	1 sol	7 sols 6 deniers
	tourneur	15	1 sol	7 sols 6 deniers
4	coupeur	3 à 4/h	9 deniers	16 sols 10 deniers
5	préparateur de têtes	12	3 + 9 den.	7 sols 6 deniers
6	entêteur	10/12 à 12/12	9 sols	11 sols 3 deniers
9	bouteuse	4	1 sol	4 sols
	bouteuse	2	2 sols 6 den.	5 sols

Ce tableau 2 fait tout de suite apparaître les écarts de rythme. Le poste le plus lent est celui de l'« entêteur » qui fixe la tête des épingles. Il frappe cinq ou six coups par tête et fait vingt épingles à la minute, soit un coup toutes les demi-secondes. On trouve, déjà à cette époque, des cadences très rapides : une tâche élémentaire toutes les trois secondes. L'« entêteur » travaille sur un « billot » comportant six « places » identiques. Cette machine constitue le goulet d'étranglement de l'atelier de l'épinglier. La production

Tableau 2
Rythmes et salaires des ouvriers d'un épinglier à Laigle au XVIII^e siècle, résumé du texte de Perronet.

AUTRES TEMPS - AUTRES LIEUX

N° épingles	Leur longueur	Poids sans papier			Prix auquel elles reviennent aux fabricants			Prix auquel ils les vendent			Bénéfice	
		lignes	livres	onces	gros	livres	sols	deniers	livres	sols	livres	sols
V	8		14	7	2	8	6	3			11	6
VI	9	1	9	6	3	7	3	4			12	9
VII	10	2	5	4	4	4	7	5			15	5
VIII	11	2	11	2	4	18	10	6		1	1	2
X	11,5	3			5	6		6	10	1	4	
XII	12,5	3	6	4	5	12	1	7		1	7	11
XIV	13	3	12	4	6	3	11	8		1	16	1
XVII	14	4	6	5	6	17	4	9		2	2	8
XX	15	5	1		7	15	6	10	10	2	14	6
XXII	16	5	11	6	8	14	2	12		3	5	10

Tableau 3
fourni par Perronet
pour une douzaine de
milliers d'épingles

journalière est ainsi limitée à sept ou huit douzains par jour.

La durée journalière du travail peut se déduire du fait que certains chiffres de production sont donnés par heure et d'autres à la journée. Par exemple les « entêteurs » frappent mille têtes d'épingles par heure (pour une cadence maximale de mille deux cents à l'heure). Dans une journée ils en font de dix à douze mille, soit une journée de dix à douze heures.

Certains ouvriers sont affectés à plusieurs tâches. Les « entêteurs » se reposent de la fatigue considérable de la fixation des têtes à rythme soutenu, en frottant, séchant et vannant les épingles. Ils n'ont pas de rémunération spécifique pour ce faire. A l'inverse l'« empointeur » (dont le travail est très pénible à cause de la poussière de cuivre projetée par la meule) pourrait aiguïser plus d'épingles (bien qu'une partie de son temps serve à équilibrer la meule) et certains travaillent ainsi pour deux épingliers (six heures dans la même journée dans chaque fabrique). Son « tourneur », par contre, reste dans la même fabrique. Il occupe le reste de sa journée à « jaunir », « blanchir » et laver les épingles. Son salaire inclut ce travail supplémentaire. Le travail de force d'entraînement de la meule est ainsi complété par un travail moins musculaire. Perronet ne nous dit rien de ce complément de travail pour le « repasseur » et son « tourneur ». Peut-être leur travail est-il plus lent ?

Le coupeur des épingles après aiguïlage travaille aussi trop vite pour la cadence de l'atelier. Il est occupé moins de trois heures par jour. Il passe chez deux ou trois épingliers différents chaque jour.

Les salaires les plus élevés concernent des ouvriers qui peuvent travailler pour plusieurs

fabriques (« coupeur » et « empointeur »). Entre les ouvriers, les salaires varient dans une proportion de 1 à 2,5. Les femmes gagnent environ deux fois moins que les hommes les moins payés et les enfants (de six à huit ans) sept fois moins.

Les « bouteuses » ne constituent pas un oulet d'étranglement. Elles n'emploient pas d'outil spécifique (elles doivent apporter le « marteau » et le « quarteron » dont elles se servent). On complète leur effectif (quatre environ) en fonction des besoins.

Une fois ces indications fournies, Perronet calcule le prix de fabrication en tenant compte :

- du coût de la matière première ;
- du salaire aux pièces ;
- des fournitures ;
- d'une estimation du coût des outils.

Il donne le détail du calcul pour une taille d'épingle (VI) et le résultat pour 10 tailles différentes (voir tableau 3).

La conclusion de Perronet est simple : « on voit que ces marchands gagnent plus sur les grosses épingles que sur les menues ». Il pourrait en déduire leur intérêt à ne fabriquer que les grosses ou que les prix soient fixés sans relation avec leur coût. Mais son texte s'arrête là. Il ne sait pas exploiter son raisonnement en termes de gestion. Cette prudence vient-elle de son souci de rester dans le cadre d'une description technique ? Y aurait-il une régulation dans l'industrie des épingliers qui empêcherait une telle spécialisation sur les grosses épingles ?

Le tableau de Perronet peut être repris de manière plus exploitable dans notre système décimal. Le tableau 4 reprend les coûts de chaque étape et, à rebours, on en déduit le prix du fil de

AUTRES TEMPS - AUTRES LIEUX

N° épingles	Long. cm	Poids grammes	Coût de revient £ / dz	Prix vente £ / dz	Bénéfice £ / dz	Bénéfice %/ CA	matière 1° £ / dz	matière 1° % CR	matière 1° £ / Kg	salaires % CR	Prix de vente £ / Kg
V	2,7	455	2,43	3	0,58	19%	1,18	48%	2,58	35%	6,60
VI	3,0	787	3,36	4	0,64	16%	2,11	63%	2,68	25%	5,08
VII	3,4	1146	4,23	5	0,77	15%	2,98	70%	2,60	20%	4,36
VIII	3,7	1322	4,94	6	1,06	18%	3,69	75%	2,79	17%	4,54
X	3,9	1467	5,30	7	1,20	18%	4,05	76%	2,76	16%	4,43
XII	4,2	1666	5,60	7	1,40	20%	4,35	78%	2,61	15%	4,20
XIV	4,4	1849	6,20	8	1,80	23%	4,90	79%	2,65	14%	4,33
XVII	4,7	2158	6,87	9	2,13	24%	5,57	81%	2,58	13%	4,17
XX	5,1	2476	7,78	10,5	2,73	26%	6,48	83%	2,62	11%	4,24
XXII	5,4	2804	8,71	12	3,29	27%	7,41	85%	2,64	10%	4,28

Tableau 4
Le coût de revient
d'une douzaine de
milliers d'épingles
d'après les chiffres de
Perronet

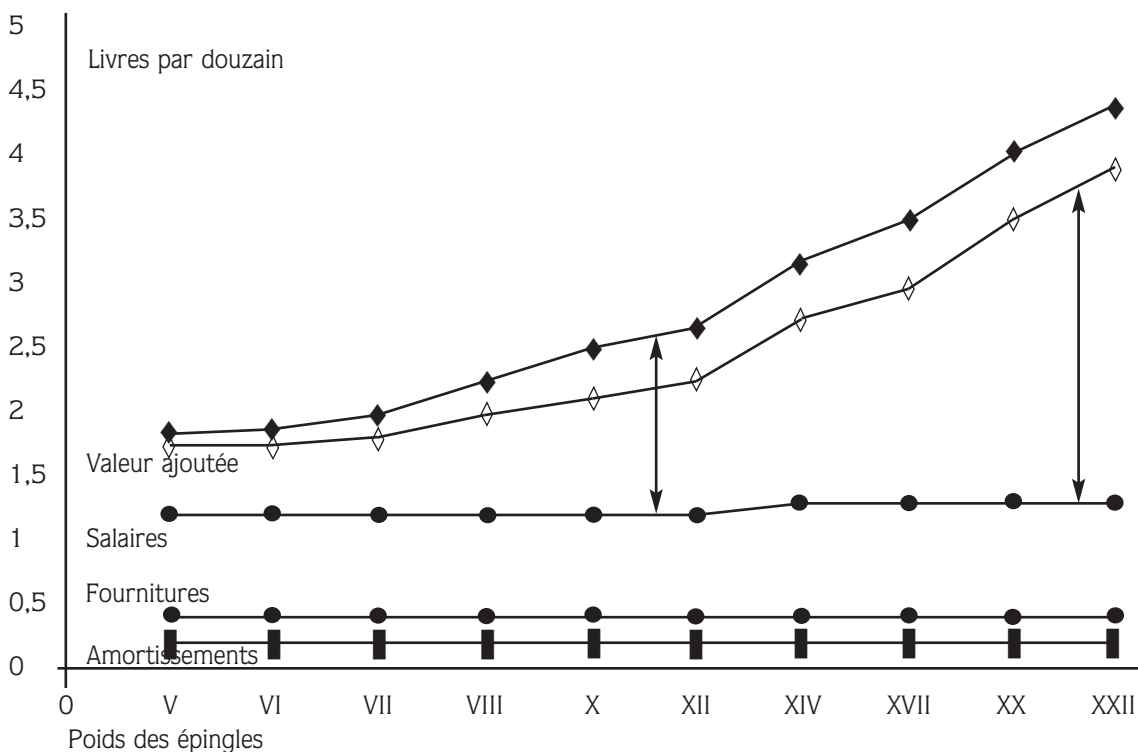
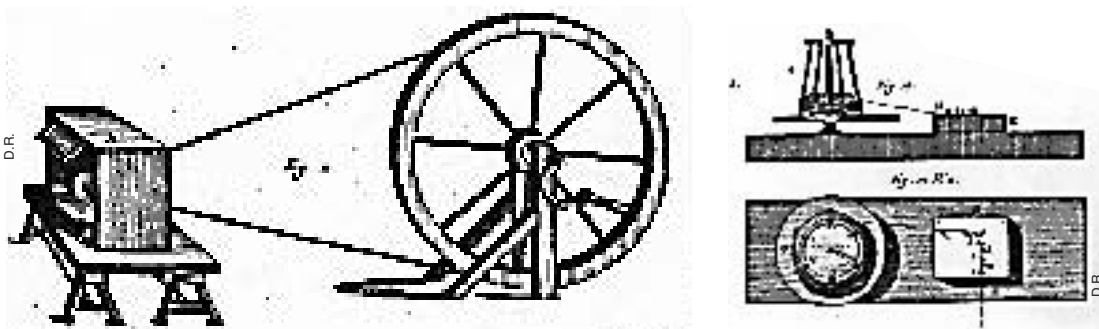


Figure 1
La Valeur Ajoutée selon
le poids des épingles

AUTRES TEMPS - AUTRES LIEUX

N° des épingles	Bénéfice £/dz	Bénéfice £/jour	Bénéfice £/an	Bénéfice /capital
V	0,58	4,3	1078	2,6
VI	0,64	4,8	1195	2,8
VII	0,77	5,8	1445	3,2
VIII	1,06	7,9	1984	4,2
X	1,20	9,0	2250	4,7
XII	1,40	10,5	2617	5,4
XIV	1,80	13,5	3383	6,7
XVII	2,13	16,0	4000	7,7
XX	2,73	20,4	5109	9,4
XXII	3,29	24,7	6172	10,9

Tableau 5
Le bénéfice du propriétaire selon la taille des épingles avec 7,5 douzaines de mille fabriquées par jour et un stock de 25 jours de matière première.

laiton (matière première). Il est constant, aux approximations de calcul près.

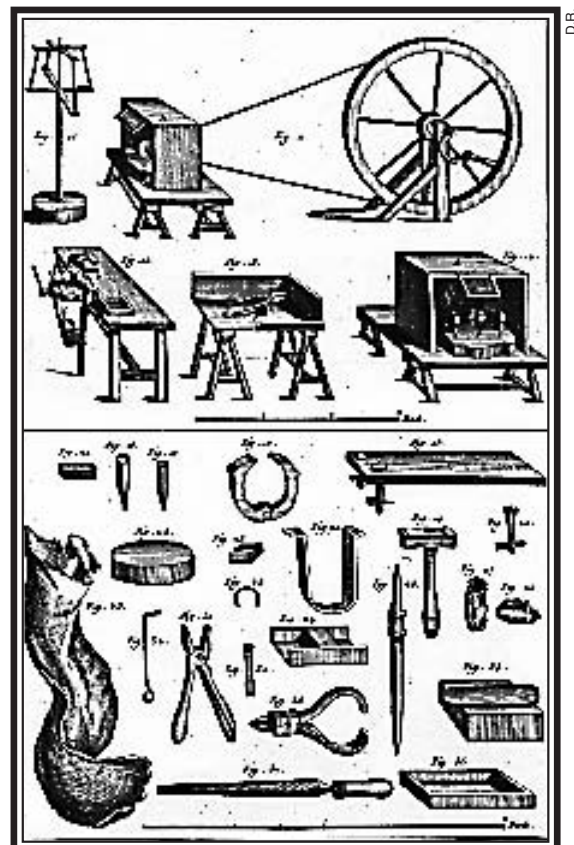
La croissance du « bénéfice » avec la taille des épingles paraît beaucoup moins forte dès qu'elle est exprimée en valeur relative, mais elle existe quand même. Elle est due au fait que les coûts de la main d'œuvre pour la fabrication sont presque indépendants de la taille des épingles à 16 (ou 17) sols et 9 deniers. En revanche le coût du fil de laiton est proportionnel au poids et le prix de vente dépend aussi fortement du poids (sauf pour les petites épingles). L'écart grandit donc avec le poids et les coûts salariaux restent quasiment constants (voir figure 1 ci-dessus). Les prix de vente sont donc fixés avec une marge différente selon les produits. Mais sont-ils si étranges que cela ? Le tarif est d'abord marqué par la simplicité : un nombre entier de sols pour douze mille épingles (sauf pour le numéro XX), un prix au poids presque constant (sauf pour les numéros V et VI). Si le numéro V était vendu à 4,3 livres le kg comme les grosses épingles, son prix au douzain serait de 2 livres et le fabricant perdrait environ une demie livre par douzain. Pour le numéro VI, son bénéfice serait nul. Il est bien possible que le tarif adopté soit le meilleur compromis possible entre le souci de la simplicité et la valeur de la marge.

Tableau 6
Effectifs typiques d'une épinglerie produisant 7,5 douzains d'épingles, selon Perronet [19] (17 personnes dont deux travaillant à temps partiel pour 90 000 épingles par jour soit 5 294 épingles par jour et par personne).

- un dresseur
 - un empointeur travaillant à mi-temps
 - un tourneur 1
 - un repasseur
 - un tourneur 2
 - un coupeur travaillant à tiers de temps
 - un ouvrier préparateur de têtes
 - six entêteurs
- (correspondant aux « places » du « billot »)
- quatre bouteuses

Dans son calcul, Perronet aborde principalement les coûts directs (salaires, laiton, feu, produits chimiques, papier). Les coûts indirects (« outils et faux frais ») sont « estimés » à 4 sols (soit environ 16% des frais de production). Rien n'est dit sur cette estimation. Mais « les outils & machines [...] qui suffisent à la fabrication des épingles reviennent à 380 livres ». Comme le coût des machines, identifié dans le corps de l'article, ne s'élève qu'à 208 livres, on peut supposer que la différence représente le coût du bâtiment. La fabrication journalière est de sept à huit douzains, dont on a calculé le coût de revient. L'amortissement journalier est donc de 28 à 32 sols. En le rapportant aux 380 livres, on obtient une durée d'amortissement de 237 à 271 jours. Perronet a probablement utilisé une durée d'amortissement d'une année en arrondissant les chiffres vers le haut pour tenir compte des « faux frais ».

Le bénéfice des fabricants dépend fortement de la taille des épingles (voir tableau 5). Il rémunère le capital (380 livres plus le stock évalué à vingt-cinq jours de coût de la matière première). Le rapport entre le bénéfice annuel et le capital engagé est considérable : de 2 à 11. En fait, ce bénéfice rémunère aussi le travail de gestion (pesée des épingles, surveillance du travail, administration de la paie, tenue des livres de compte, vente, achats, organisation). En comparaison, notons que



D.R.

Perronet gagnait 2.400 livres par an comme jeune fonctionnaire à Alençon [2].

Deleyre gagnait 12.000 livres par an comme secrétaire d'un régiment de carabiniers ou 6.000 livres par an comme précepteur du fils du duc de Parme [10]. Le propriétaire de la fabrique d'épingles, patron de PME dirait-on aujourd'hui, gagne entre 1.000 livres et 6.000 livres par an, avec un capital engagé de 400 livres à 600 livres. Les ouvriers ont des salaires annuels variant de 50 livres à 250 livres.

À ces calculs de Perronet, il faut apporter des commentaires. Tout d'abord, les calculs sont souvent approchés à cause des unités de l'époque qui ne facilitent pas les multiplications. Les prix en « livres, sols et deniers » sont multipliés par les poids en « livres, onces et gros ». Il y a des approximations qui expliquent que le calcul à rebours du coût au poids du fil de laiton brut donne des résultats non rigoureusement constants.

Ensuite, Perronet oublie de parler des pertes matière : le douzième supplémentaire fabriqué pour compenser les loupés de fabrication, le cuivre perdu pour l'aiguisage et l'égalisation des longueurs, les oxydes de surface éliminés par décrassage et lavage. Il est fort possible que ses calculs incorporent des estimations de ces pertes. Dans le cas contraire, complétons son raisonnement.

Si on tient compte d'une perte en matière première de 1/12, son incidence est plus forte pour les grosses épingles. La conclusion de Perronet n'est pas modifiée (voir la courbe des « bénéfiques - pertes matière » sur la figure 1). La marge est meilleure pour les grosses épingles. En proportion cependant cette marge oscille de manière erratique selon les tailles d'épingles de 10 à 22%.

L'analyse des coûts de revient par Perronet est atemporelle. Il présente un standard qui est à la fois une observation, un objectif de fabrication et un modèle pour les concurrents. C'est aussi une moyenne d'où toutes les variations sont éliminées. Là où Smith voyait un changement,

en se comparant avec une production sans division du travail, Perronet montre une organisation stable, immuable. Il l'observe en 1739 [18] et la laisse publier sans changement vingt-cinq ans après dans l'*Encyclopédie* [19].

LES RAISONS DE LA DIVISION DU TRAVAIL

Il est bien clair qu'en inventant le coût de revient, Perronet va beaucoup plus loin dans la description de la fabrication. Ces détails permettent de reprendre le raisonnement de Smith sur la division du travail, avec des informations qui lui étaient accessibles, puisque publiées alors qu'il était en France [19], onze ans avant son propre ouvrage [24]. Tout d'abord, vérifions que Smith et Perronet sont d'accord sur la productivité de ces manufactures d'épingles (ils n'emploient pas le mot mais il est clair qu'ils ont tous deux ce concept en tête).

Dans la « *small manufactory* » qu'il a visitée, Smith compte dix ouvriers pour produire quotidiennement 48.000 épingles de taille moyenne (soit quatre douzains). Il calcule ainsi une productivité de 4.800 épingles par jour et par ouvrier. Une épinglerie typique de Laigle, telle que Perronet la décrit (voir tableau 6), produit 5.294 épingles par jour et par ouvrier. Ces chiffres sont tout à fait comparables. La différence de 9% s'explique sans doute par le fait que Perronet ne traite pas de la première étape, le tréfilage. Ses ouvriers font moins de choses, ils sont donc plus rapides.

Smith veut démontrer que la division du travail fait croître la productivité. Il compare donc la production observée à celle, fictive, d'un ouvrier non expérimenté. « *A workman not educated to this business [...] make one pin in a day, and certainly could not make twenty* » [24]. Est-il bien sûr que, sans division du travail, un ouvrier ne ferait que vingt épingles par jour ? Les chiffres de Perronet permettent d'imaginer la situation.

Supposons donc un ouvrier réalisant toutes les étapes de la fabrication des épingles distinguées par Perronet. Sa productivité peut être la même que celle de chacun des ouvriers spécialisés s'il a bien appris chacune des étapes, s'il est polyvalent, s'il s'organise de la même manière. Le temps perdu pour passer d'une étape à une autre peut être négligé. Smith évoque ce temps perdu mais il dit lui-même : « *Quand les deux métiers peuvent être établis dans le même atelier, la perte de temps est sans doute beaucoup moindre* » [29].

Cet ouvrier travaille sur un « lot ». Il dresse successivement plusieurs longueurs de fil, puis coupe en « tronçons » la « botte » de vingt-cinq livres ainsi obtenue. Pour obtenir la même

Les unités de l'ancien régime

Monnaie	Livre (Tournai) formée de 20 sous (sols) de 12 deniers.
Poids	Livre de Paris (489 gr) formée de 16 onces (31 gr) de 8 gros (4 gr).
Longueur	Toise (1,949 m), formé de six pieds (32,5 cm) de douze pouces (27 mm), divisé en huit lignes (3 mm).

productivité, il travaille selon le même processus, en coupant ensemble tous les « tronçons » de la « botte ». S'il travaille une épingle numéro VI, de 3 cm de longueur, le douzain pèse 787 grammes. Une « botte » peut contenir quinze douzains. Elle est formée de quarante-sept ou quarante-huit fils juxtaposés. Si sa productivité et son salaire sont ceux décrits par Perronet [19], on parvient aux résultats du tableau 7 (productivité la meilleure). On a calculé une deuxième hypothèse avec une productivité réduite sur les deux postes les plus rapides : « empointeur » et « coupeur ».

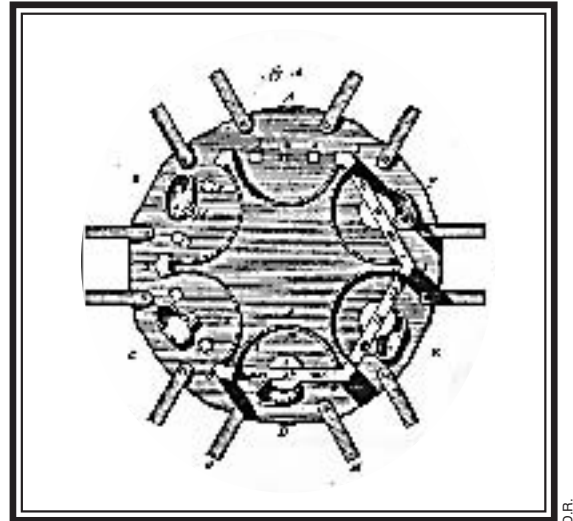
Pour simplifier, on suppose que les postes de tourneurs associés à l'« empointeur » et au « repasseur » sont exercés par d'autres ouvriers faisant le même travail polyvalent, à charge de revanche entre eux. Donc, temps et salaires restent les mêmes.

Il faut plus de trente jours à l'ouvrier tout seul pour accomplir toutes les étapes sur le lot de quinze douzains (voir tableau 7). Le salaire moyen reçu par cet ouvrier polyvalent est de neuf sols environ par jour (0,45 Livre). Or les salaires des ouvriers les plus qualifiés sont supérieurs (dix-huit sols neuf deniers par jour, voir tableau 2). Pour un travail polyvalent, les ouvriers reçoivent un salaire moyen. Selon les barèmes de rémunération, les ouvriers les plus habiles ont intérêt à une division du travail, qui leur procure un meilleur salaire. On retrouve ici toutes les difficultés de Herzberg pour promouvoir l'enrichissement des tâches et la polyvalence entre postes, quand les salaires sont différenciés. La division du travail est liée aux écarts de salaires entre les étapes du processus.

Les ouvriers y ont intérêt. Les « bouteuses » aussi, car elles n'auraient pas la force de faire le travail polyvalent. Elles ont ainsi un travail, peu payé certes, mais meilleur que le chômage.

Le patron gagne aussi à la division du travail. Les machines sont employées à temps plein. L'amortissement des machines par unité produite est moindre. Il vaut trente sols par jour, tel que Perronet l'a calculé, avec la division du travail. Sans division du travail, il reviendrait à mille sols pour une production de quinze douzains en trente-deux ou trente-quatre jours. Par douzain, l'amortissement dépasserait soixante sols, soit environ trois livres de plus qu'avec la division du travail, selon le calcul de Perronet. Ce supplément de charges serait supérieur au bénéfice (qui oscille entre 0,58 Livre et 3,29 Livres comme on le voit dans le tableau 4).

Le patron de la manufacture perdrait de l'argent sur presque toutes les épingles, à cause de charges d'amortissement très lourdes. Son intérêt est d'employer les machines au maximum - pour diminuer les amortissements par unité produite - et donc, de mettre en place une division du travail.



Il y a ainsi un intérêt conjoint des ouvriers et des propriétaires à la division du travail. Notons que, pour ce raisonnement, nous avons supposé que les barèmes de rémunération des ouvriers aux pièces ne sont pas renégociés en fonction des évolutions de la productivité. L'histoire industrielle montre que ce n'est pas complètement le cas, au XIXe siècle en tous cas. De plus, on pourrait considérer que les machines utilisées par un seul ouvrier s'usent moins vite puisqu'elles sont utilisées quinze fois moins. On pourrait allonger dans la même proportion la durée d'amortissement. On retrouverait un amortissement de quatre sols par douzain. Il faudrait alors tenir compte du financement de ces machines (capital engagé) qui reste élevé pour une production faible quand un seul ouvrier les utilise.

Est-ce dire que la division du travail surclasse toujours une production artisanale ? Ce n'est pas sûr. Si les machines ne sont pas trop onéreuses, des ouvriers polyvalents à domicile, assistés de bouteuses de la famille, peuvent réaliser une petite production concurrentielle. La rémunération moindre du travail manuel de ces artisans est complétée par la marge du patron qu'ils s'attribuent. Au XVIIIe siècle, Laigle et Reugle (ville voisine) ont ainsi une foire hebdomadaire pour écouler cette production des petits ateliers auprès des marchands de Paris. Vaugeois, au XIXe siècle [33], rapporte que la production des épingles est faite « en famille, de telle sorte que tous les membres qui la composent, femmes, enfants et vieillards, y prennent, suivant l'état de leurs forces, une part plus ou moins active, mais toujours profitable ». Elle est réalisée dans les « fabriques », « à la campagne,



poste	durée j	Productivité la meilleure		Productivité réduite			
		salaire £	salaire £/j	durée j	salaire £	salaire £/j	
1	dresseur	2	0,75	0,38	2	0,75	0,38
2	empointeur	1	0,94	0,94	2	0,94	0,47
	tourneur	1	0,66	0,66	1	0,66	0,66
3	repasseur	2	0,75	0,38	2	0,75	0,38
	tourneur	2	0,75	0,38	2	0,75	0,38
4	coupeur	0,66	0,56	0,85	2	0,56	0,28
5	préparateur de têtes	2	0,75	0,38	2	0,75	0,38
6	entêteur	12	6,75	0,56	12	6,75	0,56
7	jaunisseur	1	0,66	0,66	1	0,66	0,66
8	séchage et vannage						
9	bouteuse	8	1,88	0,23	8	1,88	0,23
	total	31,7	14,44		34	14,44	
	production						
	épingles / j		5685			5294	
	salaire moyen £/j			0,46			0,42

Tableau 7
Hypothèse
de production par
une seule personne
réalisant toutes
les opérations
successivement,
sans temps morts.

par des ouvriers qui, pour la plus part, sont propriétaires de la maison qu'ils habitent ».

Adam Smith pense que la division du travail vient de l'habileté de l'ouvrier, meilleure sur des tâches réduites, de la suppression des temps morts où l'ouvrier passerait d'une tâche à une autre, des machines qu'on peut imaginer sur des postes simples. Cet effet existe sans doute, mais les différences de salaires sont sans doute le moteur le plus puissant de la division du travail. Les ouvriers qui peuvent obtenir un meilleur salaire ont intérêt à la division du travail. Les propriétaires y ont aussi intérêt, pour engager les machines au maximum.

L'invention des machines n'est pas une conséquence mais une cause de la différenciation des postes de travail dans le processus. Les machines servies par plusieurs ouvriers l'imposent. C'est ici le cas des deux meules, avec les « *tourneurs* ». La machine crée alors directement une division du travail. Mais l'effet principal des machines consiste dans une aide à l'ouvrier qui augmente sa productivité. Pour utiliser les machines à plein temps, le patron a intérêt à y affecter les ouvriers de manière continue. Les postes différenciés ainsi créés peuvent être payés à des niveaux différents, selon la dureté du travail ou l'habileté requise.

L'habileté, la formation rapide des ouvriers, la mise au travail de populations aux apti-

tudes très différenciées constituent des arguments supplémentaires en faveur de la division du travail. Ils ont été présentés par divers auteurs [9], dès le XVIIIe siècle.

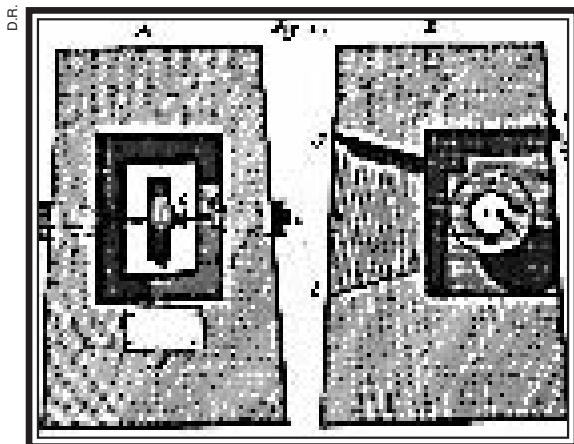
Notons bien que les machines sont inventées, au XVIIIe siècle, le plus souvent par les ouvriers. Smith le sait : « *Une grande partie des machines employées dans ces manufactures où le travail est le plus subdivisé, ont été originellement inventées par de simples ouvriers* ». L'Encyclopédie, à l'article « *Art* », développe le même raisonnement : « *Lorsqu'une manufacture est nombreuse, chaque opération occupe un homme différent. Tel ouvrier ne fait & ne fera de sa vie qu'une seule & unique chose ; tel autre une autre chose ; d'où il arrive que chacun s'exécute bien & promptement, & que l'ouvrage le mieux fait est encore celui qu'on a meilleur marché. D'ailleurs le goût & la façon se perfectionnent nécessairement entre un grand nombre d'ouvriers, parce qu'il est difficile qu'il ne s'en rencontre quelques-uns capables de réfléchir, de combiner, & de trouver enfin le seul moyen de qui puisse les mettre au-dessus de leurs semblable ; le moyen ou d'épargner la matière, ou d'allonger le tems, ou de surfaire l'industrie, soit par une machine nouvelle, soit par une manœuvre plus commode. Si les manufactures étrangères ne l'emportent pas sur nos manufactures de Lyon, ce n'est pas qu'on ignore ailleurs*

comment on travaille là ; on a partout les mêmes métiers, les mêmes soies, & à peu près les mêmes pratiques : mais ce n'est qu'à Lyon qu'il y a 30.000 ouvriers rassemblés & s'occupant tous de l'emploi de la même matière ».

Si les ouvriers occupent une telle place dans le processus d'innovation industrielle du XVIIIe siècle, ils ont part à la division du travail et y ont un intérêt. C'est ce qu'on a voulu démontrer. Reste ensuite à savoir si cet avantage n'est pas ensuite repris par le patron dans la renégociation des taux de rémunération. Mais ceci est une autre histoire.

AUTOUR DE L'HISTOIRE DES ÉPINGLES

Le milieu du XVIIIe siècle fut le point culminant de la prospérité de l'industrie des épingles à Laigle. La production avait quadruplé en trente ans. Plus de sept cents tonnes [21] étaient expédiées chaque année, par la route naturellement, dans tout le royaume et vers l'Europe du sud. Dans les ateliers ici décrits, environ huit mille personnes étaient employées. En outre, il y avait des emplois périphériques pour la fabrication du papier, la tréfilerie, le transport du cuivre à l'arrivée et à l'expédition des épingles. Malgré cette ampleur, il n'existait pas de corporation mais quatre « *gardes jurés* » élus par les maîtres épingliers [33]. Le traité de commerce de 1786 avec l'Angleterre déclencha une crise, par la concurrence des épingles anglaises, de meilleure qualité. Cette même année, Louis XVI passa à Laigle en allant à Cherbourg. Bien des cérémonies étaient prévues. Devant la manifestation populaire, le roi prit peur et s'enfuit. Pendant la Révolution française, le marasme s'accrut et l'industrie des épingles ne se reconstruisit peu à peu que sous l'Empire. Vers 1840, de nouveau trois mille personnes [33] travaillaient à la fabrication des épingles à Laigle.



Le processus de division du travail observé au XVIIIe siècle est-il le terme ultime d'une évolution, comme Smith pourrait le faire croire ? Au XIXe siècle, le processus d'innovation se poursuit. Il est dominé par les constructeurs de machines, souvent ingénieurs. M. Leumel Wilman Wright, à Londres, construit un appareil complet pour faire les épingles. Il est importé en 1825 en France par M. Taylor [13]. La cadence de production de cette machine à entêter est la même que celle des six places sur le billot (six milleépingles par heure). C'est le goulet d'étranglement de l'atelier qui est mécanisé.

Pour utiliser cette machine, qui demande une énergie mécanique, les épingleries s'installent à Laigle sur les cours d'eau, à l'emplacement des anciens moulins à farine. A la fin du XIXe siècle, Knab [12] rapporte que la production est complètement automatisée. Les machines sont surveillées par des ouvrières. Le rythme a alors doublé (douze mille épingles par heure).

En 1998, une seule usine fabrique encore des épingles à Laigle. Son fondateur, Benjamin Bohin, a dominé ses concurrents, à la fin du XIXe siècle, par l'invention de nouvelles machines de production. Il a aussi résolu les difficultés de la fabrication des aiguilles.

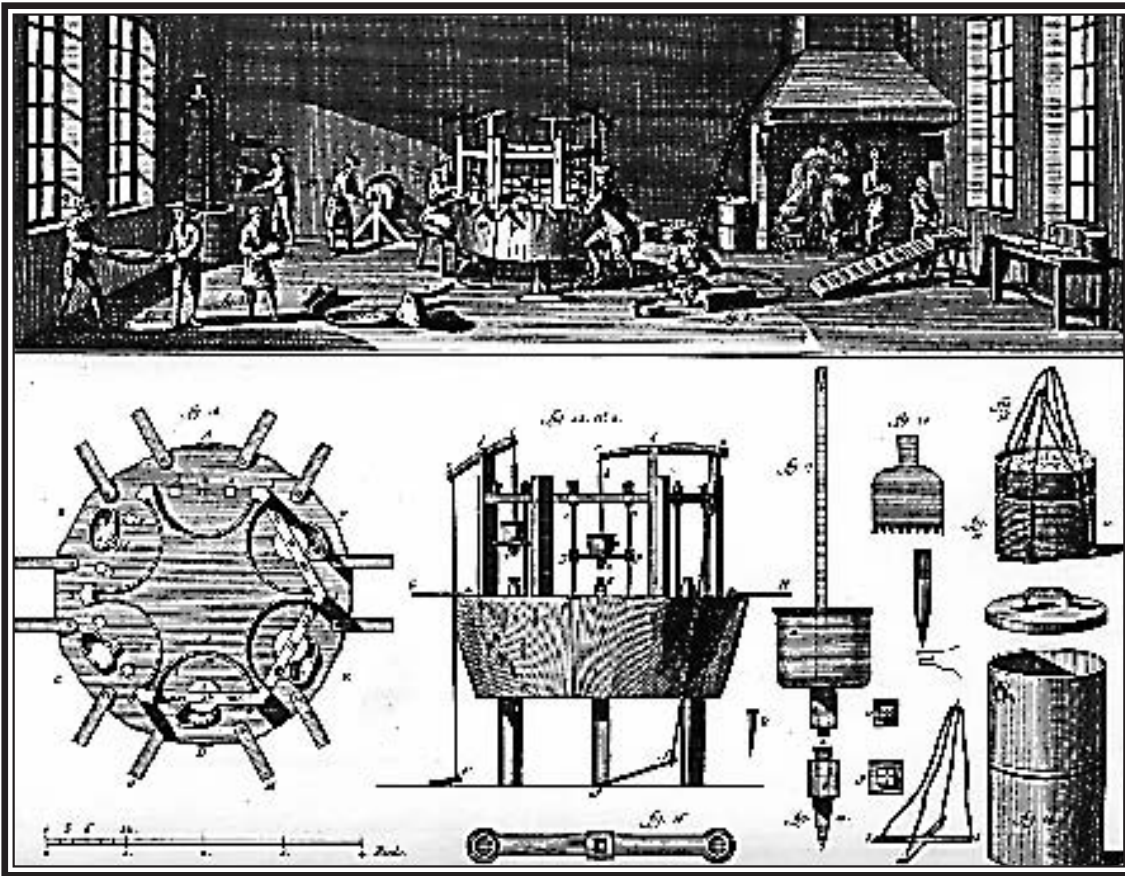
Ces machines, et d'autres achetées en Allemagne au début du XXe siècle, sont encore utilisées aujourd'hui. Les étapes de production restent en gros les mêmes, sauf pour les têtes qui sont obtenues par martelage direct du corps de l'épingle. Les ouvriers ne font plus aujourd'hui que surveiller les machines et intervenir en cas d'incident. Le processus de production est resté stable sur la durée de tout le XXe siècle. La concurrence se fait sur la qualité qui résulte essentiellement de l'étape finale de polissage des épingles destinée à retirer toute barbe de fabrication.

L'INNOVATION DE PERRONET DANS LE CALCUL DES COÛTS

Pourquoi Perronet, fonctionnaire de l'Etat, s'intéresse-t-il à la comptabilité d'une activité privée ? Pourquoi ce mémoire de 1740 sur les fabriques d'épingles ? Les documents sur sa vie et sa carrière permettent d'apporter quelques éclaircissements.

Tout d'abord, sa compétence en comptabilité vient directement de son activité de fonctionnaire qui rend compte du coût de ses travaux à ses chefs, l'intendant d'Alençon (analogue au Préfet) et M. de Levignen, le chef du service des Ponts et Chaussées, à Paris. De plus, pour tous les travaux nouveaux, il faut un dossier avec un devis qui est étudié par Paris pour approbation.

D.R.



Dans la partie supérieure de la planche, les ouvriers à gauche agitent les épingles, pour les dégraisser, dans un récipient où l'on a fait bouillir de l'eau additionnée de tartre...; puis, ils les font sécher dans du son, soit dans un barillet auquel est imprimé un mouvement rotatif, soit dans un sac de peaux de mouton cousues ensemble. Au centre, on place les têtes sur les épingles. A droite, l'ouvrier coule l'étain dont on se sert pour blanchir les épingles qui seront ensuite mises dans la chaudière.

Ce n'est qu'ensuite qu'on procède aux adjudications pour choisir l'entrepreneur et les travaux ne peuvent commencer qu'après ces formalités. La manière dont est bâti le dossier et le devis est essentielle pour l'approbation. Sur les devis de Perronet, on trouve des annotations de Levignen : « *Ce détail est fort bien fait et les prix en sont indiqués avec beaucoup de justice de d'intelligence et les calculs sont fort justes* » [2].

Les travaux sont payés à l'entrepreneur au prix d'adjudication. Mais tous les travaux supplémentaires sont facturés en sus. Il est donc important d'établir exactement le descriptif des travaux, d'autant que, souvent, Perronet fait commencer les travaux avant la venue de l'autorisation parisienne : il lui faut donc se couvrir par l'excellence de ses estimations. Ce souci de chiffrer les travaux que l'Etat demande aux entrepreneurs semble remonter à Vauban, même si ce ne fut pas systématique.

Les devis de Perronet sont appréciés de ses supérieurs, comme d'ailleurs toute son activité pendant dixans à Alençon. C'est sans doute ce qui le pousse à entreprendre en 1739 l'étude des épingleries de Laigle. Il rédigera deux mémoires, l'un sur la tréfilerie et l'autre sur les épingles [18] dont on a parlé ici. Il termine ce mémoire le 7 janvier 1740 et l'envoie tout de suite à Levignen à Paris. Celui-ci lui répond dès le 17 janvier en le félicitant

et l'informant qu'il a transmis le dossier à un collaborateur [8].

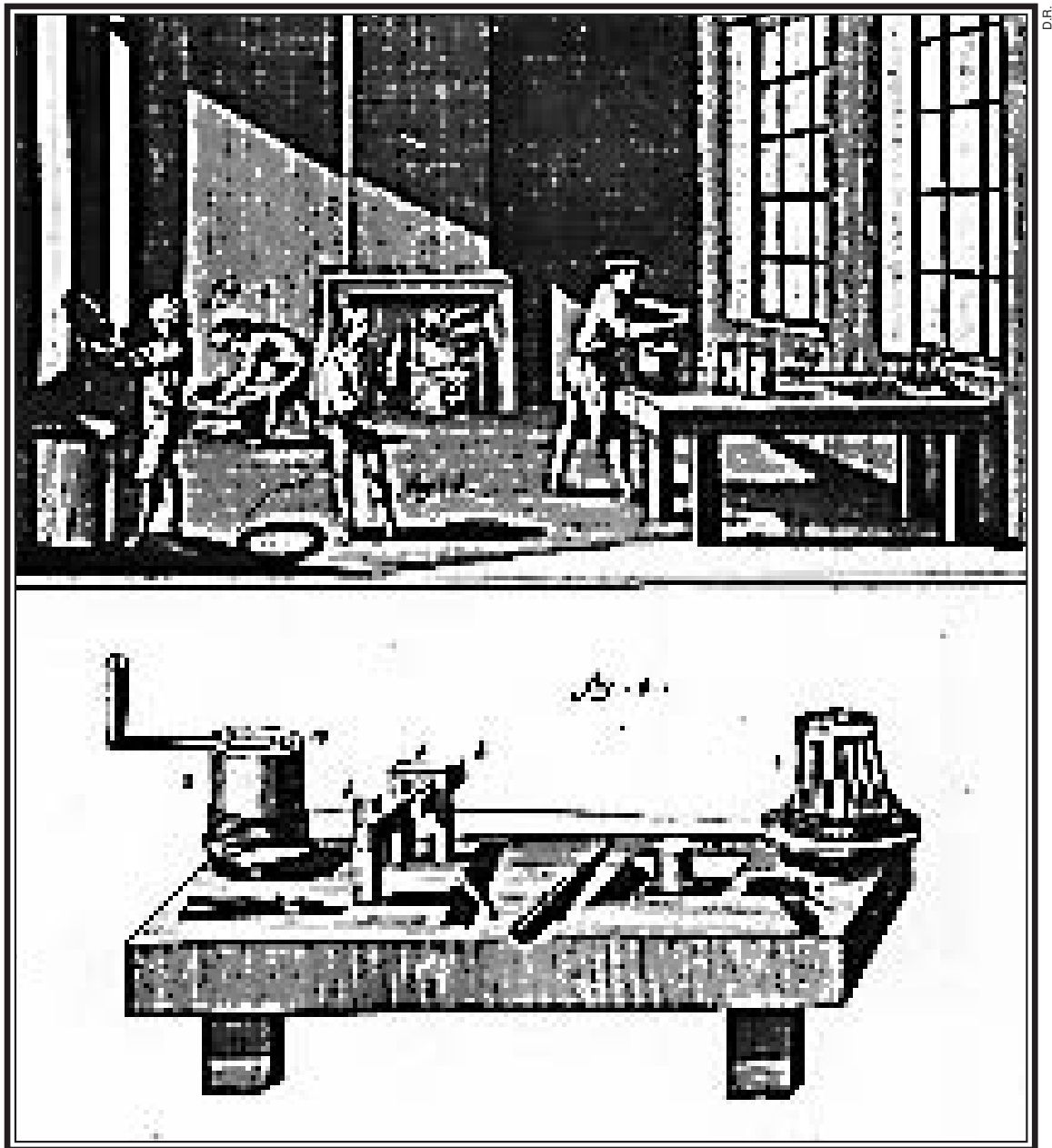
Probablement, Levignen en déduit que Perronet dispose de temps libre. Il lui confie la surveillance de l'état des routes de deux généralités voisines, il triple sa charge de travail. Manifestement, Perronet n'a pas été lu. Personne n'a compris qu'il y avait dans ce texte quelque chose d'original.

Perronet a donc appliqué son habileté à faire les devis de travaux publics au calcul du coût de revient des épingles. Il sent la nouveauté mais ne sait pas l'exploiter. Quand il devient directeur de l'École des Ponts et Chaussées, considère-t-il que cette technique doit être transmise aux futurs ingénieurs ? Il va rester cinquante ans directeur de l'école, jusqu'à sa mort, et son influence y sera considérable.

Cette école, toute nouvelle, fonctionne de manière très différente des écoles d'ingénieurs actuelles [3]. Il y a bien sûr un enseignement mathématique et technique de base, mais pas de professeurs rémunérés par l'école (jusqu'à 1796). Ce sont les meilleurs élèves des années antérieures qui enseignent.

Ils reçoivent une rémunération pour ce faire. Pour les autres cours, optionnels souvent, les élèves payent les enseignants. Ils gagnent leur vie en travaillant pour l'administration : dessins de

La partie supérieure de la planche montre, à gauche, un ouvrier qui bat un rouleau de fil de laiton, un second qui le lave, un troisième qui l'enroule autour de son bras et un dernier qui l'enroule sur un cylindre de bois tournant sur un arbre métallique (machine présentée dans le détail en dessous).



D.R.

route, relevé de plans, vérification de devis, surveillance de travaux.

L'enseignement est proche d'un apprentissage avec des compléments de cours magistraux. Cette formation présente des similitudes avec celle donnée dans les corporations à cette époque. Dans les matières magistrales, servant au classement, rien ne relève des devis. Les élèves apprennent la comptabilité sur le terrain. Ils en dépendent même. Chaque trimestre, les travaux qu'ils ont faits sont payés sur un décompte qui leur apprend les causes-trappes de la tenue des comptes.

Le débat sur les enseignements de gestion dans les écoles d'ingénieurs existait dès leur création. Tarbé de Saint Hardouin, ancien directeur

de l'école des Ponts et Chaussées, rapporte [32] qu'en 1799 « les documents officiels de cette époque indiquent que l'enseignement officiel donné aux élèves devait comprendre non seulement la part technique de l'art de l'ingénieur, mais encore les formes établies pour la rédaction des devis et détails estimatifs des ouvrages à exécuter, ainsi que l'ordre à tenir dans la comptabilité ». Cette sage prescription a été souvent perdue de vue dans les années ultérieures. Le débat était lancé dès le début de l'existence des écoles, argumenté par les réalités du métier d'ingénieur et contrebalancé par le mécanisme incontesté de sélection-incitation, fondé sur le succès dans les disciplines quantitatives. Il se poursuit aujourd'hui.

La technique comptable utilisée par Perronet est simple. Elle découle d'une analyse du processus en étapes, en « activités » diraient les comptables d'aujourd'hui. La manière dont il traite les amortissements mérite un approfondissement. Dans les chantiers de travaux publics, on devait construire les machines sur place. Leur durée de vie était celle du chantier.

Pour la manufacture, Perronet fait le choix d'un amortissement sur une année, sans pouvoir le justifier. Les sommes en jeu (16% des frais de production) sont mineures et, en ingénieur, il « néglige » le problème, à cause de son faible impact. Il aurait pu confronter son approche avec l'opinion des épingliers de Laigle.

Qu'y a-t-il d'original dans le calcul de Perronet ? D'après Marc Nikitin [16], à la même époque, on n'a guère trace de calculs de coûts de revient. La manufacture des glaces de Saint-Gobain, créée en 1665, a des comptes tenus « en finance » qui ne permettent pas de connaître les coûts et ce, jusqu'en 1820. Une trace d'amortissement apparaît dans un « *dépérissement* » de 10% par an, appliqué uniquement aux bâtiments.

La Manufacture de Sèvres (fondée en 1738) devait avoir un embryon de comptabilité industrielle depuis 1748. Il s'agissait de régler le problème des pièces brisées que l'ouvrier responsable devait rembourser lui-même au prix de revient (matière première plus façon).

D'ailleurs, il n'est pas sûr que ces comptes aient bien fonctionné. Dans sa manufacture (Jouy), fondée en 1759, Oberkampf réclamait à sa comptable un calcul de prix de revient (1775) mais il semble qu'elle ait eu du mal à l'établir, et seulement au mètre de toile, tous produits confondus.

D'après Yannick Lemarchand [14], la Compagnie des Indes calculait le prix de revient de chaque navire, dans son arsenal de Lorient. C'est Law qui y aurait introduit cette méthode (1725). Les « *dépéritions* » des bateaux sont constatées à la fin de chaque campagne. On est donc capable de suivre la valeur d'un navire au fur et à mesure de son usure constatée.

Entre le prix de revient par bateau de l'arsenal de Lorient et le prix de revient global des toiles d'Oberkampf, sans distinction des produits, le calcul de Perronet donne un prix par type de produit, différencié à l'intérieur de la gamme.

Cela ouvre vers des décisions de gestion (focalisation sur certains produits). C'est sans doute cela qui est le plus original. Mais cette innovation est celle d'un fonctionnaire. Il veut faire reconnaître son travail dans son ministère qui ne sait qu'en faire. Comme le remarque Nikitin [16], « *l'élaboration des techniques comptables a été [...] le fait de solitaires qui ne se répondaient pas et ne se connaissaient pas ou peu, au moins dans la première moitié du [XIXe] siècle* ». C'était encore plus vrai durant le siècle précédent.

CHRONOLOGIE

Avant J.-C.

Travail du fer à Laigle par les Celtes. Occupation de Laigle par les Anglais, grâce auxquels la technique de l'épinglerie (avec du cuivre) est sans doute introduite [33]

1450

Dans les documents français, on note la fabrication d'épingles à Laigle.

XVIII^e s.

Développement de l'industrie de la fabrication d'épingles à Laigle.

1737

Perronet est nommé ingénieur en chef des Ponts et Chaussées dans la généralité d'Alençon.

1740

Perronet termine son mémoire sur les épingliers [18].

< 1755

Deleyre enquête à Laigle, probablement envoyé par Diderot.

1755

Alexandre Deleyre publie son livre sur Bacon [6].

1755

Publication de l'Encyclopédie tome 5, article de Delaire « *Épingles* » [5]

1760

Republication de l'article sur les épingles (texte de Delaire) [23].

Publication de « *l'Art de l'épinglier* » par Duhamel (avec les textes de Réaumur et Perronet) [21].

1765

Publication des planches de l'Encyclopédie de Diderot, article de Perronet « *Epinglier* » [19].

1764-1766

Visite d'Adam Smith en France.

1776

Publication de Smith : *Inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations* [24].

1779 à 1780

Publication de *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction de Smith par Blavet (non signée), dans le *Journal de l'agriculture, des arts et du commerce* [25].

1783

Republication de l'article sur les épingles (Delaire fusionné avec Perronet) [1].

1786 et 1800

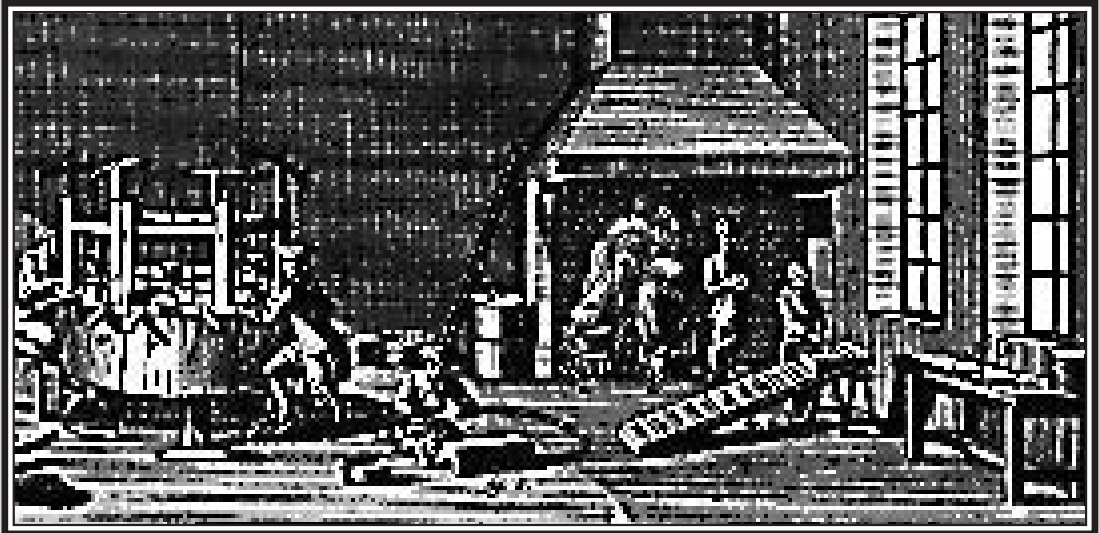
Publication en livre de *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction de Smith par Blavet [26] et [27].

1802 (ou 1804), 1843, 1881

Publications de *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction de Smith par Germain Garnier [28], [29], [30].

1825 La fabrication des épingles s'automatise

LA QUESTION SUBSIDIAIRE...



Une question subsidiaire se pose au lecteur : pourquoi deux textes différents sur les épingles dans l'*Encyclopédie* ?

Alexandre Deleyre avait presque trente ans quand Diderot l'emploie comme « pigiste » en l'envoyant à Laigle, en Normandie [11], pour observer directement la fabrication des épingles et la décrire exactement.

C'était un jeune intellectuel, arrivé de Bordeaux, sans emploi, aux idées avancées, connaissant les langues étrangères (anglais, italien). Son article [5] sur les épingles sera repris dans une autre publication, cinq ans plus tard, *in extenso* [23] (les éditeurs n'étaient pas encore soumis à une législation du droit d'auteur).

Deleyre fut très engagé dans la révolution française. Élu député de la Gironde à la Convention, il vota la mort de Louis XVI et prit des positions très à gauche. Il terminera sa vie, à 71 ans, comme directeur de l'École Normale.

Vers 1760, Deleyre s'est brouillé avec Diderot [10], probablement parce que Diderot avait profité de ses traductions de Francis Bacon sans l'en remercier explicitement.

Par ailleurs, depuis 1756, Diderot fréquentait intimement le directeur et créateur de l'école des Ponts et Chaussées, Jean-Rodolphe Perronet (1708-1794), par l'intermédiaire de deux sœurs, Sophie Volland et Madame Legendre. Perronet n'avait pas publié son mémoire [18] de 1740 sur les fabriques d'épingles. Devenu célèbre, vingt ans après, il a cherché à le faire connaître.

Il le donne à Duhamel pour un article où sont ajoutées des notes de Réaumur archivées à l'Académie des Sciences [21]. Il le redon-

ne à Diderot en 1760 [15] et celui-ci le publie en 1765, en dehors de l'ordre alphabétique normal, dans le tome des planches [19] de l'*Encyclopédie*. Une dernière publication, anonyme, de 1783 fait la « synthèse » de tous ces textes sur les épingles [5], [19] et [21], en les mettant bout à bout [1].

Heureusement, Diderot est passé de l'admiration que lui vouait Deleyre avant leur brouille à la collaboration amicale de Perronet. Ainsi leurs deux textes émergent dans l'ouvrage le plus diffusé sur les connaissances industrielles au XVIII^e siècle.

L'*Encyclopédie* sert alors de point de départ multiforme à la quête menée ici.

Terminons ce voyage avec Adam Smith, dans un hôtel de Compiègne, au soir du 23 août 1766. Le jeune duc de Buccleugh, dont il est le « *travelling tutor* », a participé, trois jours auparavant, à la chasse à courre de Louis XV. S'y étant trop dépensé, il a attrapé un chaud et froid.

Une forte fièvre le terrasse. Le futur fondateur de l'économie politique est inquiet. Il fait mander le premier médecin du roi.

Jean-Baptiste Quesnay, âgé de 72 ans, se dit malade. Adam Smith va le chercher lui-même et revient avec l'inventeur de la physiocratie, dont le « *Tableau économique* » a été publié huit ans auparavant.

Est-ce alors là, au-dessus du duc de Buccleugh pris de convulsions, que les deux hommes ont confronté les idées pour lesquelles nous nous souvenons d'eux ? Et, au chevet des malades, l'économiste garde-t-il la sérénité de la théorie ?

D.R.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Anonyme, 1783, *Encyclopédie méthodique des arts et métiers mécaniques*, Tome II, Article « (Art de l') Épinglier » pages 450 à 478.
- [2] Cheguillaume H., 1891, *Perronet ingénieur de la généralité d'Alençon 1737-1747*, Alençon, 98 p.
- [3] Darstein (de), 1906, « Notice sur le régime de l'ancienne école des Ponts et Chaussées », *Annales des Ponts et Chaussées*, 76^{ème} année, 8^{ème} série, Tome XXII, N° 19, 2^{ème} Trimestre, p 5-143.
- [4] Darstein (de), 1906, « La vie et les travaux de Jean-Rodolphe Perronet », *Annales des Ponts et Chaussées*, 76^{ème} année, 8^{ème} série, Tome XXIV, N° 50, 4^{ème} Trimestre, p 5-87.
- [5] Delaire (Deleyre), 1755, article « Épingle », *Encyclopédie* de Diderot, Tome 5, pages 803 à 807.
- [6] Deleyre A., 1755, *Analyse de la philosophie du chancelier Bacon*, 2 vol., 412 p et 348 p, in 12°.
- [7] Duval Louis, 1900, *Les épingles et les aiguilles de Laigle*, Alençon, 36p.
- [8] Gazier D., 1958, « La carrière de J-R Perronet », *Le Moniteur des Travaux Publics et du bâtiment*, 3 mai, p 18-23.
- [9] Hutchinson T., 1988, *Before Adam Smith, the emergence of political economy, 1662-1776*, Basil Blackwell, 469p.
- [10] Kafker F. A., Kafker S. L., 1988, *The Encyclopedists as individuals : a biographical dictionary of the authors of the « Encyclopédie »*, The Voltaire Foundation, Oxford.
- [11] Kafker F. A., 1996, *The Encyclopedists as a group : a collective biography of the authors of the « Encyclopédie »*, The Voltaire Foundation, Oxford.
- [12] Knab L., 1885-1902, article « Épingle », in *La grande encyclopédie*, Berthelot et alii, Tome 16, pages 88 à 91.
- [13] Larousse Pierre, 1866-1876, *Grand Dictionnaire universel du XIX^{ème} siècle*, Tome 10, article « Épingles », page 722.
- [14] Lemarchand Y., 1993, *Du dépérissement à l'amortissement comptable. Enquête sur l'histoire d'un concept et de sa traduction comptable*, Thèse Paris 12 et Ouest Editions, 719 p.
- [15] Moureau F., 1990, *Le roman vrai de l'Encyclopédie*, Gallimard, Coll. Découvertes, 224 p.
- [16] Nikitin M., 1992, *Naissance de la comptabilité industrielle en France*, Thèse Paris 9, 2 tomes.
- [17] Peaucelle J-L., 1997, « Le statut de l'exemple dans l'enseignement de la gestion », *Le Journal de l'École de Paris du Management* N° 7, nov. déc., 27-33.
- [18] Perronet J-R., 1740, *Description de la façon dont on fait les épingles à Laigle, en Normandie*, manuscrit in-4°.
- [19] Perronet J-R., 1765, article « Épinglier », *Encyclopédie* de Diderot, recueil des planches, troisième livraison, pages 1 à 8, plus trois planches.
- [20] Perronet J-R., 1788, *Description des projets et de la construction des ponts de Neuilli, de Mant, d'Orléans, de Louis XVI etc.*, 340 p.
- [21] Réaumur (R. A. Ferchault de), « Duhamel du Monceau H-L., 1764, Art de l'épinglier », 77 p, in *L'art de convertir le cuivre rouge ou cuivre de Rosette en laiton ou cuivre jaune* de M. Galon.
- [22] Ross I. S., 1995, *The Life of Adam Smith*, Clarendon Press, Oxford, 478 p.
- [23] Savary des Bruslons Jaques, Savary Philémon-Louis, 1760, *Dictionnaire universel du commerce et métiers*, 5 volumes, tome II, article « Épingles et épinglier » pages 343 à 351.
- [24] Smith A., 1776, *Inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations*, London, 3 volumes.
- [25] Smith A., 1779 à 1780, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française de Adam Smith par l'abbé Jean-Louis Blavet (non signée), dans *le Journal de l'agriculture, des arts et du commerce*.
- [26] Smith A., 1786, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par Blavet, 6 volumes.
- [27] Smith A., 1800, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par le citoyen Blavet, 3 volumes.
- [28] Smith A., 1802 (ou 1804), *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par Germain Garnier, 2 volumes.
- [29] Smith A., 1843, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par le comte Germain Garnier et notice biographique d'Adolphe Blanqui, Guillaumin, Paris, 2 volumes.
- [30] Smith A., 1881, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par le comte Germain Garnier et notes d'Adolphe Blanqui et J-B Say, Guillaumin, Paris, 2 volumes.
- [31] Smith A., 1996, *Enquête sur la nature et les causes de la richesse des nations*, traduction française d'Adam Smith par Paulette Taieb, Presses Universitaires de France, Paris, 4 volumes.
- [32] Tarbé de Saint Hardouin, 1885, « L'ancienne école des Ponts et Chaussées », *Annales des Ponts et Chaussées*, N° 73, p 352-361.
- [33] Vaugeois J.F.G., 1841, *Histoire des antiquités de la ville de L'Aigle et de ses environs*, 590 p.



D.R.