

Raisonner sur les épingles, l'exemple de Adam Smith sur la division du travail

Jean-Louis Peaucelle
Professeur de gestion
Université de La Réunion

Résumé : Dans la *Richesse des Nations*, Adam Smith convainc son lecteur de l'intérêt de la division du travail par le biais de l'exemple de la fabrication des épingles. Il compare une manière de produire en 18 étapes et une référence artificielle. La productivité réelle est 240 fois supérieure à celle de la méthode imaginée comme repoussoir. Ce raisonnement n'est pas sérieux. Adam Smith aurait pu trouver dans la documentation disponible à son époque une référence plus crédible, avec un effet de la division du travail moindre mais net. L'Encyclopédie de Diderot décrit à deux reprises cette fabrication en France. Un des articles est très détaillé. En l'analysant, on voit que l'avantage de la division du travail porte sur le prix de revient qui diminue grâce aux différences de salaires entre les divers postes. De plus la fabrication a été déportée en province et elle profite des bas salaires des ouvriers qui complètent un salaire agricole. Un autre effet est lié à la taille des lots. En travaillant sur plusieurs épingles à la fois, on obtient une forte productivité sans cadence infernale. Cette analyse des textes de l'époque montre ainsi l'action d'autres mécanismes qui forment l'intérêt de la division du travail.

Mots clés : Adam Smith, division du travail, fabrication des épingles, salaires, lots, machines.

Reasoning about pin-making, the Adam Smith's example on the division of labour

Abstract: In *The Wealth of Nations*, Adam Smith illustrates the importance of the division of labour with an example of a pin making enterprise. He compares an 18-step production process with an artificial benchmark. Measured productivity is 240 times that of the benchmark. This reasoning is negligent. Adam Smith could have found more credible, although less spectacular examples in the literature of his time. Diderot's *Encyclopaedia* twice described this production approach in France. One article is quite detailed. The benefits from the division of labour are the cost gains due to wage differences between the different steps. Furthermore, manufacturing was delocalised to rural areas where lower cost labourers worked to complement a farming income. Another influence is lot size. Large productivity gains are visible when several pins are worked on at the same time. The analysis of historical texts shows how other factors also encouraged the division of labour.

Key words: Adam Smith, division of labour, pin making, wages, batches, machines

« Il a été dit que le premier chapitre de la *Richesse des Nations* qui traite de la division du travail est sans comparaison le plus célèbre, si souvent reproduit, si communément lu par les enfants et dont on se souvient si bien ». Cette phrase est le début d'un article de Salim Rashid en 1986. Il cite un commentaire de E.G. Wakefield paru dans l'édition de 1843 de *The Wealth of Nations*. La théorie avancée est celle de l'influence de l'organisation du travail sur « la puissance productive du travail » (la productivité du travail). Celle-ci augmente quand on accroît la division du travail. Ce sont des problèmes techniques, voire de gestion, qui ont une conséquence économique.

Dans ce premier chapitre, Adam Smith décrit la division du travail au travers de l'exemple de la fabrication des épingles. La construction de cette partie, partant de l'exemple pour généraliser est particulièrement frappante et elle a fait sans doute beaucoup pour le succès du livre. Cependant cette ouverture brillante mérite d'être examinée de plus près. Le raisonnement est-il rigoureux ?

Adam Smith illustre sa loi et l'exprime tout aussitôt dans sa généralité. Au moins un fait est conforme à la théorie, la fabrication des épingles.

Cette démarche d'induction à partir d'un seul cas est peu habituelle dans les sciences économiques. Est-elle bien fondée ? Est-elle au moins menée rigoureusement ? Louis Salleron rapporte les trois raisons avancées pour l'augmentation de la productivité et il ne retient que la mécanisation comme ayant une influence notable. Il conclut « Il observe bien ; il raisonne très mal » (Salleron, 1973, p. 26). Ce raisonnement mérite donc d'être examiné en détail. Mais il ne faut pas faire d'anachronisme. C'est à partir des connaissances de l'époque qu'il convient de proposer des critiques et non pas à partir de nos théories actuelles.

Le raisonnement type qu'il veut construire est le suivant. Il existe deux manières différentes de produire le même bien. Ces deux modes de production divisent le travail différemment. Quand le travail est le plus divisé, la productivité est la plus élevée. Il est évident que ce raisonnement sur un cas n'établit pas la généralité de la théorie, mais cela fixe une référence méthodologique pour multiplier ensuite les exemples ; et si les exemples sont nombreux, on pourra invoquer une généralité de la théorie. L'exemple de la fabrication des

épingles est exemplaire pour les observations ultérieures.

Cette ambition paraît rigoureuse, mais malheureusement elle est mal appliquée. On va tout d'abord montrer quel serait un raisonnement correct et comment Adam Smith s'en écarte. L'exemple des épingles paraît alors beaucoup plus comme un effet rhétorique. Le lecteur a tendance à y adhérer parce qu'il accepte la théorie. La véracité perçue de la conclusion justifie le raisonnement.

Un raisonnement convainquant à partir de l'exemple de la fabrication des épingles était-il possible avec les sources dont Adam Smith disposait ? C'est une sorte que de défi de reconstituer une exploitation des textes du 18^e siècle qui soit plus rigoureuse selon les critères actuels. Cela sera tenté ci-après.

Enfin, la description faite par les encyclopédistes sur la fabrication des épingles montre d'autres aspects essentiels pour constituer la compétitivité de cette production. On les indique ensuite pour montrer la complexité de l'influence de l'organisation des processus productifs.

1 Les failles du raisonnement de Adam Smith sur la fabrication des épingles

1.1 Le raisonnement idéal

Adam Smith veut comparer deux modes de production du même bien. Il dispose du cas de la fabrication des épingles décrite par les encyclopédistes français, avec une division du travail. Mais il manque une situation de référence. Cette situation de référence, avec une moindre division du travail, doit être réelle. Or, le fonctionnement du marché limite les écarts pouvant exister entre les situations réelles de production d'un même bien. Quatre situations de référence sont possibles : une production à une époque antérieure, une production à la même époque avec des salaires inférieurs, une production à la même époque avec un marché protégé, une production à la même époque en voie de disparition.

Si on compare le mode de production à deux époques différentes, la première manière de produire ayant été remplacé la deuxième, celle-ci est probablement meilleure. Du point de vue économique elle permet de produire à prix moindre, si les salaires n'ont pas changé. Elle consomme moins de main d'œuvre. Elle présente une meilleure productivité. Si ce n'était pas le cas, cette organisation initiale de la production persisterait. C'est cette comparaison diachronique que tente de restituer Adam Smith.

Il est aussi possible de comparer deux productions se faisant à la même époque sur le même marché. Les prix de vente sont donc les mêmes. Les écarts de productivité sont compensés par des écarts de salaires. Le prix de revient est similaire. Les deux modes de production peuvent ainsi coexister. En observant, la division du travail,

les écarts de productivité et les écarts de salaire on peut avoir une bonne illustration de la théorie que Adam Smith veut conforter. Il ne peut pas imaginer cette solution parce que, pour lui, tous les salaires ouvriers sont égaux, égaux au minimum vital, au salaire de subsistance, juste ce qu'il faut pour survivre et se reproduire. Dans ces conditions, les écarts de salaire ne peuvent pas exister.

Une troisième situation de comparaison permet d'observer des productions sur des marchés séparés. Les droits de douane ou les frais de transport ou toute autre disposition empêchent que le produit passe d'un marché dans l'autre, malgré des écarts de prix. Les deux modes de production peuvent donc exister à la même époque, malgré les écarts de productivité. Avec le même salaire, le salaire de subsistance, la division du travail permet de produire à meilleur prix. Le coût de la main d'œuvre étant la composante essentielle du prix. La loi peut être montrée par comparaison de ces deux situations contemporaines, sur des marchés séparés.

Dans le quatrième cas, on exploite une situation de transition. Un mode de production plus productif remplace le moins productif, la division du travail s'accroît. Mais le mouvement n'est pas instantané. Les deux organisations subsistent parce que les évolutions sont lentes. On observe ce moment transitoire où une organisation du travail émerge et une autre disparaît. La production avec division du travail s'installe. A l'issue de cette période, elle a fait disparaître l'autre.

1.2 Une situation de référence artificielle

Pour ce raisonnement idéal, Adam Smith construit un repoussoir à la fabrication des épingles décrite par les encyclopédistes français en 18 opérations. Il propose une autre situation de cette même production qui serait plus ancienne. Il se situe alors clairement dans le schéma de comparaison à des époques différentes. L'une sans division du travail l'autre avec un travail divisé.

Fort habilement, Adam Smith commence par cette situation de la production dans le passé. Le lecteur ne sait rien de la manière dont on fabrique les épingles. Il est prêt à accepter toute proposition de l'auteur. La situation de référence énoncée est située dans un passé mythique, avant la division du travail. Adam Smith met en scène un ouvrier sans formation. Il s'agit de projeter le lecteur dans ce rôle. Et le lecteur ne sait absolument pas comment se fabriquent les épingles, il n'en ferait certainement pas une, ni par jour ni par an.

« Un homme qui ne serait pas façonné à ce genre d'ouvrage, dont la division du travail a fait un métier particulier, ni accoutumé à se servir des instruments qui sont en usage, dont l'invention est probablement due encore à la division du travail, cet ouvrier, quelque adroit qu'il fut, pourrait peut-être à peine faire une épingle dans sa journée, et

certainement il n'en ferait pas une vingtaine » (*Richesse des Nations* chapitre 1, Livre 1).

Le style du texte est remarquable. L'expression « division du travail » apparaît deux fois dans la même phrase, comme une incantation, un marqueur d'une séparation entre deux époques. Or la conviction du lecteur est obtenue surtout par le fait qu'il s'agisse de novices. La situation est totalement artificielle. Jamais ces personnes produisant 1 à 20 épingles par jour ne pourraient vivre de leur travail. Elles auraient quitté le métier depuis longtemps. La situation de référence est irréaliste.

L'incantation reprend après la description de la fabrication selon la division du travail, avec une productivité de 4 800 épingles par jour et par personne. « Mais s'ils avaient tous travaillé à part et indépendamment les uns des autres, s'ils n'avaient pas été façonnés à cette besogne particulière, chacun d'eux assurément n'eut pas fait vingt épingles, peut-être pas une seule » (*Richesse des Nations* chapitre 1, Livre 1). Adam Smith paraît revenir à la situation des novices, et pourtant il parle des professionnels. Il fait semblant de croire que les ouvriers réels seraient aussi malhabiles que des débutants s'ils avaient à effectuer la fabrication globale. Or, ils feraient très vite au moins l'étape dont ils sont chargés dans la fabrication divisée.

La situation de référence se place dans l'imaginaire. Le lecteur y croit en fonction d'effets rhétoriques. Adam Smith lui enjoint artificiellement de fabriquer des épingles. Il n'en sait rien et accepte fort bien que sa performance y soit médiocre. Alors toute situation réelle serait meilleure, avec un ouvrier compétent par exemple. Mais Adam Smith veut vendre l'effet de la division du travail. Il ne retient comme différence entre les situations que cet aspect là, alors que lui-même a parlé d'un écart de formation.

Adam Smith aurait mieux respecté le lecteur en lui présentant la fabrication divisée en premier. Mais surtout il lui aurait fallu trouver une deuxième situation réelle de production des épingles. La production par une seule personne se situe-t-elle dans le passé ? Il aurait fallu un peu plus de documentation historique ou archéologique pour l'affirmer. Tout cela manque.

Donc Smith compare une situation avec division du travail et productivité connue à une situation artificielle où il avance des chiffres de complaisance au sujet de la productivité. La comparaison rigoureuse des deux situations devient alors absurde. On peut toujours comparer une situation réelle à une situation inventée et « démontrer » n'importe quoi. Cette forme de rhétorique est utilisée souvent. Elle n'est pas rigoureuse pour autant.

1.3 La productivité proportionnelle à la division du travail

Smith va un peu plus loin. Non content d'énoncer une loi qualitative, il la renforce d'un

aspect quantitatif « La division du travail [...] amène un accroissement proportionnel dans la force productive du travail ». Si on comprend bien, un processus productif divisé en 8 étapes aurait une productivité double de celle du processus qui produit le même bien en 4 étapes. Il est clair qu'Adam Smith recherche un effet stylistique. La proportionnalité est une expression mathématique. Prenant une forme mathématique, la dépendance entre la division du travail et la productivité paraît comme une loi encore plus sérieuse, inattaquable. La mathématisation d'une théorie était déjà une rhétorique, un effet pour convaincre.

Cette forme quantitative de la théorie est fort étrange. Si elle était vraie, un patron n'aurait jamais deux ouvriers à faire la même tâche. Il diviserait le travail au maximum permis par ses volumes de production (son marché). Deux ateliers concurrents situés dans la même ville auraient toujours intérêt à fusionner. Ayant plus de volumes, ils pourraient diviser encore plus le travail. Cette théorie introduit des économies d'échelle dans tous les processus de main d'œuvre. Elle viendrait largement perturber tous les marchés concurrentiels. On connaît le casse-tête que ces économies d'échelle posent aux économistes libéraux au sujet du fonctionnement des marchés.

Le plus fort est que cette théorie quantitative du lien entre la division du travail et la productivité est contradictoire avec les données dont Smith disposait. Dans *Richesse des Nations*, 10 ouvriers ont une productivité de 4 800 épingles par jour et par personne. Dans *Lectures on Jurisprudence*, 18 personnes ont une productivité de 2 000 épingles par jour et par personne. Quelle incohérence avec la théorie ! On peut même ajouter qu'auparavant le même travail était divisé en 25 étapes d'après Chambers (article « Pin » de *Cyclopaedia* en 1728). Ce procédé de fabrication encore plus divisé était plus ancien, d'après la date des sources et il aurait été abandonné. Donc sa productivité devait y être moindre. Voilà des informations contradictoires.

Trois situations : 25, 18, 10 étapes. Mais une productivité qui augmente au fur et à mesure que les étapes sont moins nombreuses. Ce sont les informations dont dispose Smith. Il est curieux qu'il en déduise une loi inverse et qu'il veuille même lui donner force quantitative. Son raisonnement ressemble à une imposture.

1.1.) Les raisons de l'effet de la division du travail selon Adam Smith

Une dernière observation peut être faite sur ce raisonnement par l'exemple. Paraissant avoir « démontré » sa théorie en l'ayant illustré, Smith entreprend de donner les raisons qui fondent sa loi. Ces raisons sont avancées en fonction du « bon sens » et elles paraissent convaincantes : « accroissement de l'habileté chez chaque ouvrier individuellement », « épargne du temps qui se perd ordinairement quand on passe d'une espèce

d'ouvrage à une autre », « invention d'un grand nombre de machines qui facilitent et abrègent le travail ». Mais, on est passé par un exemple, il faut le continuer. En quoi ces raisons sont-elles à l'œuvre dans l'exemple ? Smith ne le dit nullement, alors que c'est sur l'exemple qu'on pourrait comprendre comment la division du travail opère réellement pour augmenter la productivité. Si ces raisons étaient universelles, elles seraient à l'œuvre dans le cas de l'exemple. Elles restent abstraites, dans l'exemple comme dans la généralité.

1.2.) L'exemple comme rhétorique

Le raisonnement de Smith sur la division du travail est donc peu rigoureux. Il compare une situation réelle avec une situation construite pour les besoins de la cause, il conclut à une loi de proportionnalité contradictoire avec ses données, il postule des causes à sa théorie sans examiner si ces causes sont à l'œuvre dans son exemple. Beaucoup d'imperfections dans ce raisonnement. Pourtant, le lecteur ne met pas en doute la dite loi et il est iconoclaste de relever ces imprécisions.

L'appel à l'exemple constitue un puissant effet de rhétorique, connu depuis l'antiquité. Dans un discours abstrait, tout à coup le lecteur voit du concret. Il s'y raccroche. Il suffit de rendre l'exemple tout à fait réaliste pour qu'on croie qu'il s'agit de la réalité elle-même. Et s'il s'agit de la réalité, alors la démarche est scientifique, inattaquable. Quoique ce procédé soit fréquent, il n'en est pas moins condamnable quand l'exemple est artificiel.

L'exemple constitue de plus un excellent moyen pédagogique. Le lecteur comprend bien. Ce qui a été compris est considéré comme vrai. Le lecteur adhère à la théorie exposée. La productivité est « proportionnelle » à la division du travail.

Eventuellement, le lecteur pourrait avoir un léger doute en examinant les conséquences. Si on considère que la loi est exacte, en augmentant le nombre d'étapes, on peut toujours augmenter la productivité. Donc, il faut diviser les processus de travail jusqu'au point maximum, dépendant du marché. Ce point est atteint quand jamais deux personnes ne font la même chose. Chacun est spécialisé sur une tâche et ne fait que celle là, toute sa vie. Un léger retour à la réalité montre que ni l'industrie du 18^e siècle ni celle du 21^e siècle ne sont conformes à l'équilibre résultant de la dite loi. Les 3 000 épingliers qui produisent les épingles en France auraient du se répartir le travail en 3 000 opérations !

Adam Smith savait qu'il existait une limite à la division du travail, gommée par la forme mathématique de sa théorie. Dès le deuxième paragraphe de la *Richesse des Nations*, il tente de justifier le choix des épingles. Il écarte à juste titre les manufactures ayant une petite production unitaire. Il écarte aussi les manufactures ayant une production « destinée à fournir les objets de

consommation de la masse du peuple ». La raison en est étrange. Le travail demande tant d'ouvriers que la spécialisation se fait entre ateliers. Dans un même atelier, « les ouvriers [sont] employés à une seule branche de l'ouvrage ». Il pense naturellement à l'industrie textile, la grande industrie de l'époque. Tous les ouvriers d'un même atelier font la même chose. Il y n'a plus de division du travail entre eux. C'est contradictoire avec la théorie. Adam Smith ayant « démontré » sa loi sur un exemple omet de revenir aux autres exemples potentiels qu'il avait écartés.

Et pourtant, la division du travail paraît recommandable et son effet sur la productivité parfaitement établi. Depuis plus de deux siècles, bien des choses ont été dites sur cette « loi ». Elle est peut être vraie, mais elle n'a pas été montrée si correctement qu'il le semblait.

Ces défauts du raisonnement sont-ils inévitables ? Compte tenu des informations dont Adam Smith disposait, pouvait-il mieux conduire son raisonnement ? Quel aurait été le raisonnement qu'il aurait pu faire et qu'il n'a pas mené ? On va utiliser les sources du 18^e siècle pour effectuer ce raisonnement plus rigoureux.

2 La productivité dans la fabrication des épingles

La production des épingles en France au 16^e siècle était faite à Paris. A partir du 17^e siècle, les épingles parisiennes viennent de Laigle en Normandie. Cette délocalisation ne peut s'expliquer que par un coût de fabrication moindre. La fabrication y était réalisée en multiples opérations¹. Donc, le coût de fabrication y était moins élevé qu'à Paris. C'était dû aux écarts de salaires entre la capitale et la province, écarts connus d'Adam Smith et signalés dans la *Richesse des Nations*. C'était dû aussi au mode de production. Les artisans épingliers parisiens probablement la totalité des étapes de fabrication. Quelle était la productivité ? Savary ne le dit pas mais il donne une indication précieuse sur le « chef d'œuvre ».

Le chef d'œuvre des épingliers consistait en la fabrication d'un millier d'épingles, devant un jury de maîtres. Il est probable que cet examen se faisait en une journée. Une demi-journée pour la fabrication et une demi-journée pour les vérifications de qualité par le jury et les délibérations. On parvient à une productivité d'environ 2 000 épingles par jour. C'était une situation d'examen. La productivité hors situation d'examen était probablement un peu différente. Cette productivité approximative est suffisante pour le raisonnement.

¹ 18 opérations selon Delaire dans l'article « Epingle » de l'*Encyclopédie* Diderot, 14 opérations selon l'article « Epinglier » de Perronet dans la même encyclopédie.

Les deux situations de production existent à des moments différents. La première est celle des artisans de Paris, au 16^e siècle, réalisant toutes les étapes. Ils produisent environ 2 000 épingles par jour. La deuxième est celle des épingliers de Laigle, avec une division du travail et produisant plus, 5 000 selon les chiffres de Perronet, ce qui est proche des 4 800 indiqués par Smith. On a donc une augmentation de la productivité de 150% alors que le processus est passé d'une production polyvalente à une production divisée. Le raisonnement comparatif est ainsi reconstruit plus sûrement. L'effet de la division du travail est moindre que Adam Smith ne le croyait. Mais il est réel.

En conclusion, Adam Smith avait au moins une situation de référence pour mettre en valeur la production des épingles à Laigle : la production des artisans sans division du travail à Paris, produisant environ 2 000 épingles par jour pour chaque personne. Sans inventer, il aurait pu exploiter la documentation existant à son époque, avec les lunettes qu'il s'était données, celles de la théorie du lien entre division du travail et la productivité. La comparaison illustre exactement sa théorie. Cependant, cette lecture des textes français est très réductrice. Le mode de production des épingles présente des caractéristiques beaucoup plus complexes. On les expose maintenant.

3 Les caractéristiques de la production des épingles à Laigle

La production des épingles à Laigle est décrite avec un grand détail par Perronet. Son texte a été publié deux fois, en 1761 dans *L'Art de l'épinglier* de Duhamel et en 1765 avec les planches de l'*Encyclopédie*, à l'article « Épinglier ». Ce texte vise à calculer le prix de revient des épingles selon leur taille. Il est intéressant pour l'histoire de la gestion comme un cas très ancien de calcul de prix de revient. Mais pour faire ce calcul, Perronet est obligé de donner beaucoup de détails sur les rythmes et sur les salaires de chaque opération. Le mode de production apparaît dans ces chiffres un peu fastidieux. Ce qui émerge c'est que de toutes les étapes, une d'elle occupe une grande part du temps. Donc y sont occupés plus d'ouvriers. D'autres étapes sont exercées à temps partiel. Ensuite, la division du travail a un effet sur le prix de revient, sans même qu'il y ait d'effet de productivité, quand il y a des différences de salaires entre postes. C'est l'Anglais Babbage qui l'avait détecté dès 1830. Enfin les étapes effectuées le plus vite sont celles où on opère sur un grand nombre d'épingles à la fois. La constitution de lots a un effet direct sur la productivité.

3.1 L'entêtage occupe un tiers du temps

En lisant Adam Smith, on a l'impression que la production des épingles se fait selon une chaîne de 18 postes de travail, chacun consacré à une

opération. Nous sommes influencés par Ford. Bien sûr, il n'y a pas de chaîne, mais on a l'impression que les postes de travail se succèdent les uns aux autres. Or ce n'est pas du tout le cas, parce que les rythmes sont très différents à chaque opération. Environ 9 secondes de travail humain sont nécessaires pour produire une épingle. La tâche la plus longue est l'entêtage. En tenant compte de tous les postes indiqués par Perronet, on constate que l'atelier doit occuper plus du tiers de son effectif à entêter, sur le billot à 6 places dessiné dans les planches de l'*Encyclopédie*.

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

Tableau 1. Les effectifs typiques d'une épinglerie produisant 7,5 douzains d'épingles par jour, selon les chiffres de Perronet : 17 personnes dont deux travaillant à temps partiel (source : Jean-Louis Peaucelle, « La division du travail : Adam Smith et les encyclopédistes observant la fabrication des épingles en Normandie », *Gérer et Comprendre*, 1999, N° 57, 36-51.)

L'équilibrage des charges de travail se fait en jouant sur les effectifs. Pour la production des épingles, six personnes sont affectées à la tâche la plus longue. D'autres travaillent à temps partiel, se partageant entre plusieurs ateliers. Parfois, plusieurs tâches sont exécutées par la même personne. En outre, la correspondance entre opérations et postes de travail n'est pas toujours techniquement possible. Ainsi, il faut un tourneur pour entraîner la meule de l'empointeur. Deux personnes pour la même tâche.

Une étape fixe la capacité de travail de l'ensemble, ici c'est l'empointage, la plus longue. Cette étape est un goulet d'étranglement. Sur le billot à 6 places, on occupe 6 personnes. Compte tenu de la cadence, cela fixe le flux de travail pour les autres postes et donc les effectifs en temps plein ou en temps partiel. Les personnes à temps partiel travaillent pour plusieurs ateliers successivement.

3.2 Les différences de salaire entre les postes

Les salaires ne sont pas les mêmes à chaque poste. Perronet le dit formellement. Le mieux payé est le coupeur qui gagne 18 sols en travaillant pour deux ateliers chaque jour. L'empointage, métier sale à cause de la limaille de cuivre, est assez bien payé, plus de 18 sols. L'entêteur gagne 11 sols ; les autres, 7 sols sauf les bouteuses qui ne gagnent que 4 ou 5 sols. En 1830, dans *On the economy of machinery and manufactures*, Charles Babbage exploite ces détails du texte de Perronet (chapitre XIX, sur la division du travail). Il refait les observations sur un atelier anglais. Il y remarque tout de suite que des femmes et des enfants travaillent avec les hommes. La mise au travail des femmes et des enfants n'est pas indépendante de

ces différences de salaires. Leur qualification est moindre, leur salaire aussi. C'est dans ces différences que réside l'avantage de la division du travail.

Babbage le démontre en comparant un travail exécuté par une seule personne et un travail divisé. En Angleterre, le salaire journalier varie de 1 à 16 entre l'homme le mieux payé et l'enfant le moins payé. En Normandie l'écart est analogue. Une personne faisant seule tout le travail serait payée à chaque étape au salaire propre à l'étape. A la fin de la journée, elle gagnerait le salaire moyen pondéré par les temps passés, c'est à dire 3 fois moins que le salaire maximal. Or cette personne sait faire l'étape la plus payée. Elle préférerait y gagner le salaire spécifique de cette étape. Si on voulait lui faire faire tout le processus, il faudrait lui conserver son salaire élevé. Le coût de la main d'œuvre triplerait. Le prix des épingles augmenterait.

Babbage donne sa loi de manière ramassée. "The higher the skill required of the workman in any one process of a manufacture, and the smaller the time during which it is employed, so much the greater will be the advantage of separating that process from the rest, and devoting one person's attention entirely to it" (p. 186). Si on a besoin d'un ouvrier très compétent pour une étape courte, il faut y spécialiser quelqu'un.

La division du travail n'est pas avantageuse pour une augmentation de la productivité mais parce qu'elle permet de faire travailler des personnes de compétences variées, payées à des salaires différents. L'avantage est pour l'entrepreneur qui voit son prix de revient baisser. L'avantage est aussi pour les travailleurs qui trouvent du travail même s'ils ont de faibles capacités, certes avec un faible salaire, mais avec un salaire tout de même. Patrons et ouvriers ont un intérêt mutuel à la division du travail.

Il est possible de construire un modèle pour expliciter l'avantage des différences de salaire. Supposons deux postes de travail, effectuant des tâches partielles de durée t_1 et t_2 . Soient s_1 et s_2 les salaires respectifs pour une durée T . Supposons $s_1 > s_2$.

Si le travail complet est fait par la personne la plus compétente, payée au salaire le plus élevé, avec la même productivité, c'est à dire dans le temps $(t_1 + t_2)$, le coût de la main d'œuvre par unité de produit C_0 est

$$C_0 = \frac{s_1(t_1 + t_2)}{T} \quad [1]$$

Avec la division du travail entre les deux postes, le coût de la main d'œuvre par unité de produit C_D est

$$C_D = \frac{s_1 \times t_1 + s_2 \times t_2}{T} \quad [2]$$

on obtient

$$\frac{C_0 - C_D}{C_0} = \left(\frac{t_2}{t_1 + t_2} \right) \left(\frac{s_1 - s_2}{s_1} \right) \quad [3]$$

Les différences de salaires et les écarts de temps opératoire entre les postes de travail réduisent la part de la main d'œuvre dans le coût de revient de manière composée, par multiplication.

Adam Smith ne pouvait pas lire ces différences de salaires parce qu'il a en tête la théorie du salaire de subsistance. Le seuil de subsistance étant le même pour chaque être humain à un endroit donné, comment pourrait-il y avoir différence de salaires ?

Ayant observé ces différences de salaires, doit-on remettre en cause la théorie du salaire de subsistance, salaire minimal pour survivre ? Chacun n'a-t-il pas les mêmes besoins vitaux ? Or, il n'y a pas d'incompatibilité entre des salaires différenciés et la théorie du salaire de subsistance. Le raisonnement sur le salaire de subsistance s'applique non pas à l'ouvrier mais au foyer, à sa famille. Dans le ménage, chacun apporte son salaire et consomme en fonction de ses besoins. Les hommes gagnent plus, les femmes moins, les enfants et les vieillards rien ou peu. La solidarité joue entre les personnes vivant au même foyer. La famille a un revenu de subsistance malgré des salaires différents qui y rentrent. Cette moyenne par foyer correspond dans la diachronie à des salaires différents selon les âges. Le moment de revenu plus important équilibre les moments de revenu nul ou faible, l'enfance et la vieillesse.

En conclusion, l'avantage du travail divisé porte sur le prix de revient et non sur la productivité. Il offre effectivement un avantage compétitif aux industries qui adoptent une production selon ce mode.

3.3 Les bas salaires de la province

Dans la *Richesse des Nations*, Smith explique que les salaires à la campagne sont moindres que ceux de la ville. C'est vrai en France aussi bien qu'en Grande-Bretagne. Les salaires de Paris étaient de 20 sols par jour. A la campagne ils étaient de 12 sols. Ce sont des salaires moyens pour des hommes. Le salaire maximal indiqué par Perronet est de 18 sols à Laigle.

Ces écarts viennent de ce que les ouvriers ruraux ont deux métiers. Pendant l'hiver, un métier industriel, pendant l'été, la moisson, les travaux des champs. Les moissonneurs sont bien payés parce qu'il y a une pénurie de main d'œuvre à ce moment là. Mais c'est un travail temporaire.

De plus, logement et vivres sont moins chers à la campagne. Les produits ne supportent pas les coûts de transport ni les taxes d'octroi. Certains ouvriers disposent d'un lopin de terre avec un potager personnel. Ils élèvent parfois des volailles.

Les épingles de France sont fabriquées à Laigle, en Normandie. Ces épingliers ont éliminé la production parisienne. Les contemporains expliquaient cette délocalisation par l'effet des

salaires. Voici ce que dit Duhamel. « On faisoit autrefois beaucoup d'épingles à Paris ; celles qu'on y fabriquoit, y étoient en grande réputation. Il y a lieu de penser que la main d'œuvre étant devenue trop chère dans cette Capitale, à raison du prix des vivres, les Fabriquants de Province ont été en état de donner leur travail à meilleur compte ; & ils ont fait tomber les Fabriques de Paris en fournissant des épingles aussi belles & à meilleur marché » (*L'art de l'épinglier*, p 44).

Ces écarts de salaires sont tout à fait indépendants de la division du travail. Ils ont encore une influence sur le prix de revient.

3.4 Une limite à la division du travail

D'après Perronet, « un homme peut frapper vingt têtes d'épingles grosses ou petites par minute ; & comme il frappe cinq à six coups sur chaque tête, le tout produit cent ou cent vingt coups ». Un coup toutes les demi-secondes. Trois secondes par épingle. Sur une journée de 10 heures, ce serait 12 000 épingles par jour. En fait, la production journalière se réduit à environ 10 000 épingles. La cadence n'est pas soutenue sur toute la journée. Serait-il possible d'aller plus vite ? Le tableau 2 indique les temps des gestes élémentaires. Cette frappe faite en une demi seconde est le geste le plus rapide. Pour bouter les épingles, le rythme est de 24 000 épingles par jour, soit 1,5 seconde par épingle, un peu plus ou un peu moins selon les bouteuses.

Ces temps opératoires sont très faibles. Pourrait-on aller plus vite en divisant encore ? Probablement pas. Le geste humain possède une vitesse maximale, comme le sportif. A l'époque en Angleterre, les courses de cheval sont en vogue. Elles peuvent servir de référence. La vitesse du cheval ne s'accroît pas indéfiniment. Elle présente un maximum. Cette limite est dans la nature du corps, humain ou chevalin. Il y a ainsi une limite à la vitesse du geste. Diviser le travail peut permettre de faire les gestes plus vite, mais il existe une limite à la cadence gestuelle. Quand on l'a atteint, il est vain de diviser encore plus le travail.

On est loin de la pensée de Adam Smith pour qui "no human prudence is requisite to make this division" (*Lectures on Jurisprudence* p. 351). La seule limite est, pour lui, la taille des marchés.

3.5 Les lots de fabrication

Le temps opératoire par épingle est de trois secondes pour l'entêtage. Il est largement inférieur pour toutes les autres opérations. Comment est-ce possible ? La réponse est simple, les autres opérations travaillent sur des lots, sur plusieurs épingles à la fois. La taille de ces lots est indiquée dans le tableau 2 pour chaque opération. L'empointage dure environ 5 secondes. Mais 25 à 40 pointes sont concernées. Le blanchissage à l'étain se passe en 4 heures sur 200 000 épingles à la fois.

		d'épingles dans le lot	d'épingles par geste élémentaire	geste élémentaire
Dresser	Dressée de 5 toises	200 à 350 épingles dans la dressée	200 à 350	Minute Marche à 2,4 Km/h
Couper les tronçons	Botte de dressées	200 à 500 dressées 50 000 à 300 000 épingles	200 à 500	16 secondes
Empointer	Tenaillée de tronçon	25 à 40	25 à 40	5 à 8 secondes
Couper les têtes	Poignée	12 moulée	12	1 seconde
Entêter	Une épingle en 5 coups	1	5 à 6 frappe par épingle	0,5 seconde
Blanchir	Chaudron	200 000	200 000	4 heures
Bouter	Épingle	1	1	1,5 secondes

Tableau 2. Les lots de fabrication selon les opérations de la fabrication des épingles

Avec la notion de lot, le temps d'exécution de l'opération peut être important, mais, pour calculer le temps opératoire par épingle, on divise par la taille du lot. Le résultat peut ainsi être très faible. Cela ne signifie pas que la tâche soit exécutée frénétiquement. L'ouvrier, dans un seul geste, dresse 300 épingles, en coupe 400, fait la pointe à 30, coupe la tête de 12, en blanchit plusieurs centaines de mille.

Le travail par lots augmente la productivité sans accélérer le rythme du geste de l'ouvrier. Les lots sont différents à chaque opération. Ils dépendent de la technique de l'opération. Plus le lot est important, plus la productivité est augmentée.

Les gains de productivité obtenus grâce au travail sur des lots conduisent à réaliser le travail collectivement. En effet, si l'artisan travaille seul, il doit attendre longtemps pour constituer le lot de le plus important. Il a ainsi des stocks d'encours considérable et sort sa production de manière irrégulière. Un artisan produisant en moyenne 5 000 épingles par jour met 40 jours pour préparer les 200 000 épingles qui sont dans le chaudron pour le blanchissage. Il accumule ainsi une production de plus d'un mois. Et les épingles ont le temps de s'oxyder. L'atelier de 17 personnes produit 90 000 épingles par jour, suffisamment pour blanchir tous les deux jours environ.

Le travail sur lot augmente la productivité et il n'est possible que si le travail est collectif afin de limiter les en cours. Une fois ce rassemblement accompli, il est plus facile d'imaginer la spécialisation sur certaines tâches c'est à dire la division du travail.

Le concept de lot conduit donc à une double réflexion, d'une part sur la vitesse maximale des gestes qui formerait une limite à la division du travail et d'autre part sur les encours qui seraient très volumineux sans un travail collectif. Or rassembler les ouvriers et les faire travailler ensemble est un préalable à la division du travail.

Opération	Lot	Nombre	Nombre	Durée du
-----------	-----	--------	--------	----------

3.6 Les machines et les outils

A chaque opération correspondent des machines ou des outils : tourniquet, filière, engin, tenailles, cisailles, rouet, calibres de longueur, meule à empointer, chaudron, quarteron, etc. L'artisan sait entretenir ses outils, les régler et parfois les fabriquer lui-même.

Pour l'entête, la machine est particulièrement compliquée. Cette machine est l'élément crucial de la productivité. Auparavant, on frappait avec un petit marteau tenu à la main. On avait du mal à tenir ensemble tête et corps de l'épingle.

La construction de ces machines correspond à un investissement. Perronet donne les chiffres de l'amortissement de cet investissement. Il est de l'ordre de grandeur du bénéfice. Il faut donc exploiter les machines le plus possible. La division du travail est le moyen de s'assurer que toutes les machines sont utilisées. Avec des artisans polyvalents, on devrait fournir à chacun la totalité de l'outillage. L'investissement serait plus 17 fois plus onéreux. Les machines seraient 17 fois moins utilisées. Quand l'artisan travaille sur l'une, les autres n'auraient pas d'usage. Les machines étant chères, il faut les utiliser continûment.

Il y aurait bien sûr la possibilité de mutualiser les machines entre les artisans polyvalents, mais alors on aurait un grand problème de coordination, chacun perdrait du temps à attendre que la machine dont il a besoin soit libérée par un autre utilisateur.

Donc la division du travail est en écho avec la mécanisation pour des raisons de plein emploi d'une ressource coûteuse. Une machine non employée est un gâchis, tout comme l'ouvrier payé sans travailler. La division du travail permet d'affecter un ouvrier à une machine. En organisant le travail de manière à ce que tous les ouvriers aient des matières ou des pièces pour travailler, on s'assure du même coup de l'emploi maximum des machines. Adam Smith affirme que la division du travail prépare la mécanisation. Il n'en a aucun indice. En revanche, le coût des machines calculé par Perronet indique qu'il faut que ces machines, rudimentaires ou non, soient toujours utilisées et c'est ce que permet la division du travail, par l'affectation d'un ouvrier à chaque machine.

Ainsi, les textes français du 18^e siècle sur la fabrication des épingles fournissent des réflexions nombreuses sur la division du travail et son intérêt économique. Tout d'abord, les opérations ont des durées inégales. Dans le processus, il existe une tâche plus longue à laquelle il faut affecter plusieurs personnes. Ensuite, hors effet sur la productivité, la division du travail offre un gain sur le prix de revient à cause de la différence des salaires entre les postes. De plus, les opérations où le temps unitaire paraît le plus rapide n'ont pas des cadences frénétiques ; elles opèrent par lots. L'effet de lot est un puissant moyen d'augmenter la productivité. Enfin, la présence de machines coûteuses demande

à ce qu'elles soient servies le plus longtemps possible. C'est ce résultat que permet la division du travail. L'effet de la division du travail, tel qu'il apparaît dans l'exemple des épingles, est donc multiple, il joue sur le prix de revient à travers de l'effet des salaires et de l'utilisation maximale des équipements. La productivité est augmentée par l'effet de lots de fabrication, différents à chaque opération. On est loin des trois causes relevées par Adam Smith : habileté spécifique, continuité du travail, mécanisation ultérieure.

4 Les évolutions de la production des épingles

Jusqu'à présent, le raisonnement a été mené avec les informations publiques à l'époque de Adam Smith sur la fabrication des épingles. Plusieurs pistes ont été ouvertes sur les causes de l'intérêt économique de la division du travail. Il est intéressant de les poursuivre avec les informations dont on a disposé ultérieurement.

4.1 La mécanisation

En 1830, Babbage a montré l'effet des écarts de salaires sur le prix de revient, effet indépendant de tout gain de productivité. Mais son propos est de vanter la mécanisation. Il décrit la machine inventée en Amérique par Wright en 1824 pour faire les épingles. Cette machine exécute à elle toute seule les étapes 9 étapes sur 18, et surtout l'étape la plus longue, celle de la fabrication de la tête. La mise au point de la machine a demandé une modification du processus. La tête n'est plus fabriquée à part et ensuite assujettie au corps. Elle résulte d'un épauement du corps martelé, comme pour les clous.

Babbage réfute, ici encore, une thèse de Adam Smith. La division du travail ne prépare pas la mécanisation qui se ferait sur des opérations extrêmement élémentaires. La machine exécute une séquence d'opérations auparavant séparées entre plusieurs personnes et elle transforme le processus. Adam Smith ne pouvait pas savoir cela, mais il a inventé cet aspect de sa théorie sans observation. Les évolutions ultérieures le réfutent, la machine existant pour faire les épingles à la fin du 19^e siècle exécute toutes les étapes.

La productivité augmente avec la mécanisation. La cadence est portée à 60 épingles par minute, soit 28 800 épingles par journée de 8 heures. La machine fait le travail de 5 personnes. Ce n'est pas un gain si considérable qui abaisse considérablement le prix de revient. La production manuelle subsiste en France jusqu'au milieu du 19^e siècle (Poiré, 1873, p. 549-551). Les salaires y sont probablement de plus en plus bas à cause de la concurrence de plus en plus forte des machines.

4.2 Les limites à la cadence du travail humain

Les travaux ultérieurs des physiologistes, de Ford et des tayloriens précisent la notion de limite à

la cadence du travail que Adam Smith n'imaginait pas. Les physiologistes au 20^e siècle ont naturellement confirmé que les muscles ont une vitesse de contraction, qu'il existe des temps de réaction, que les réflexes, les mouvements les plus rapides, ont une vitesse non modifiable. Par exemple, les campagnes sur la sécurité routière insistent sur le temps nécessaire à un automobiliste pour déclencher l'action simple de freiner. Donc, nous le savons, il existe une vitesse maximale des mouvements. C'est une limite naturelle à l'accroissement de cadence de travail. Quand on a atteint cette limite, on ne peut pas trouver d'amélioration de la productivité sans modifier le processus. La division du travail serait inefficace.

Henri Ford confirme expérimentalement l'existence de cette limite. En 1913, il met au point la chaîne pour le montage du châssis du modèle T. Il expérimente et tente un grand nombre de solutions. Des équipes de 6 monteurs polyvalents suivant les voitures déplacées par la chaîne et une division du travail entre postes fixes devant lesquels défient les voitures (Hounshell, 1984, page 240 et suivantes). Les postes fixes sont plus productifs. Mais jusqu'où faut-il pousser la division du travail ? Il tente des solutions très divisées, 140, 177, 78 monteurs. Finalement, Ford choisit la solution où la productivité est la meilleure. Le montage est divisé entre 44 postes où chaque personne effectue son travail en 2 minutes. Cette chaîne produit 60 000 voitures par an. Ford en installe trois parallèlement. Ce n'est donc pas le marché qui limite la division du travail chez Ford. Compte tenu de la demande et des quantités qu'il vise, avec une seule chaîne, il aurait pu faire aller ses ouvriers trois fois plus vite. La division du travail, sans changement de productivité, aurait été faite entre 132 personnes. Il a sans doute tenté cette solution au début des expériences. Mais, la productivité n'était pas la meilleure. Il a préféré trois chaînes plus lentes.

Cette notion de vitesse maximale du mouvement humain est aussi observée par les tayloriens. Le disciple de Taylor, Gilbreth, avance que tout mouvement est une composition de mouvements élémentaires, comme tout mot est une composition de lettres. Ces mouvements élémentaires sont au nombre de 17. Les organisateurs tayloriens des années 1930 veulent éviter le chronométrage. Ils construisent des tables des temps pour chaque geste élémentaire. Ils calculent le temps alloué d'une opération en la décomposant en gestes élémentaires et en totalisant les temps indiqués dans leur table pour chaque geste (Barnes, 1937). Cette méthode porte le nom de MTM ("Methods-Time Measurement", traduit en français par l'expression « Méthode des Tables de Mouvements »).

L'existence de cette méthode taylorienne contredit la théorie de Smith. La vitesse ne s'accroît

pas par une division du travail plus poussée. Au-delà d'un certain seuil, la division du travail n'a plus d'intérêt économique en termes d'augmentation de la productivité. Ce seuil est atteint quand les gestes se font à la vitesse maximale du point de vue de la physiologie, à la vitesse donnée par la table du MTM.

Les travaux des scientifiques et des organisateurs du 20^e réfutent donc l'idée d'une division du travail qu'il serait possible de pousser indéfiniment, en fonction uniquement de la taille des marchés. Il existe des limites physiologiques à la cadence d'un mouvement élémentaire. La division du travail est bornée par la vitesse maximale des mouvements du corps humain autant que par la taille des marchés. Dès le 18^e siècle, on a atteint cette limite dans certaines productions. C'est la raison pour laquelle, en France, il existait plusieurs centaines d'épingleries qui travaillent en parallèle.

4.3 Les économies d'échelle

La productivité augmente quand les lots sont importants. C'est un effet d'économie d'échelle dans le processus de production manuel. Cet effet joue jusqu'à ce qu'on ait atteint la taille maximale des lots permise par la technique de l'époque. Les entreprises ont tendance à grandir jusqu'à ce qu'elles atteignent cette taille. Si la taille du marché est assez grande, ces entrepreneurs peuvent être en concurrence entre eux. Ils travaillent tous sur des lots de même taille. Les effets d'économie d'échelle ne jouent plus.

Les lots conduisent les entreprises à faire travailler un collectif d'ouvriers afin de limiter les encours. Les outils utilisés à chaque opération doivent être utilisés au maximum. Cela conduit à spécialiser un ouvrier par machine. La division du travail devient alors une conséquence d'un travail par lots et avec un outillage onéreux.

Ainsi, l'exemple des épingles conduit à inverser le raisonnement de Adam Smith. Machines et lots améliorent la productivité et conduisent à la division du travail, mais pas une division du travail qu'il serait possible de pousser indéfiniment, une division du travail correspondant à la nature de l'opération effectuée sur le lot. Ce mécanisme présente des économies d'échelle jusqu'à ce que la taille technique maximale des lots soit atteinte.

4.4 Le goulet d'étranglement

L'opération d'entête demande le plus de temps. C'est elle qui constitue le goulet d'étranglement du processus de fabrication des épingles. Si on veut une amélioration, c'est sur cette opération qu'il faut se pencher. En Angleterre, les progrès ultérieurs du processus se font d'abord sur le boutage. On met au point un dispositif permettant de placer un quarteron de 25 épingles en un seul mouvement. C'est l'effet de lots appliqué à la dernière opération. Le deuxième progrès concerne la tête. Le brevet est déposé par Bundy en

1809. En plaçant l'épingle verticalement, un poinçon de forme spéciale réussit à entêter en une seule frappe (Barlow, 1836, p. 675). Le gain de productivité découle alors de la suppression de la répétition des coups. Enfin, on réalise la tête par refoulement du corps même de l'épingle (brevet américain de Wright en 1824). Mais on le fait dans une machine, comme le raconte Babbage. La mécanisation a porté sur le goulet d'étranglement, sur l'entêtage, et non pas sur une autre opération.

Ceci signifie qu'il n'y a pas indépendance de l'inventivité en ce qui concerne les machines. Le processus d'invention est commandé par l'aval, par les personnes qui connaissent non seulement le processus productif mais aussi son organisation, la localisation des goulets d'étranglement. On fait un progrès à chaque fois qu'on fait sauter un goulet d'étranglement. Mais bien sûr un nouveau goulet apparaît alors ailleurs. Les spécialistes contemporains de la gestion de production, comme Goldratt (1984), mettent l'accent mis sur ce concept de goulet d'étranglement, lieu en fonction duquel se fait la planification de travaux dans l'atelier et position où une amélioration du processus a un impact sur la production de l'ensemble. Les seuls progrès ayant une influence sur la production globale sont ceux du goulet. Ce concept se généralise dans la « théorie des contraintes » (Goldratt, 1990).

5 Conclusion

Adam Smith a raison, le mode de production divisé remplace des modes de production avec polyvalence des ouvriers. Mais les raisons qu'il avance n'ont pas de rapport avec son exemple. Dans le cas de la fabrication des épingles, au 18^e siècle d'autres causes sont identifiables.

Tout d'abord, la division du processus global en opérations séparées permet de mettre au travail des personnes de qualification différente, des professionnels et des personnes de faible compétence. Les premiers sont rares, leur salaire est élevé ; on les réserve pour les opérations qu'eux seuls savent faire. Les autres sont plus nombreux ; ils sont payés moins cher. La division du travail permet de faire travailler des populations de qualification différenciée, hommes, femmes, vieillards, enfants, avec des écarts de salaires. Cela abaisse le salaire moyen par rapport à celui qu'il aurait fallu verser à l'ouvrier polyvalent qui sait faire toutes les étapes donc la plus difficile, la mieux payée. Les salaires ne sont pas égaux, mais ceux qui gagnent moins ne pourraient pas travailler avec un processus non divisé ; ils n'ont pas la capacité de réaliser les parties difficiles du travail.

La division du travail permet aussi de travailler sur des lots de fabrication, lots dépendant de la technique de chaque opération. Plus le lot traité d'un seul coup est important, plus on augmente la productivité, sans que la cadence devienne infernale. La taille des lots correspondant à de

nombreux jours de travail sur d'autres étapes, les lots obligent à constituer des encours ou à faire travailler plusieurs personnes à la fois. Cela prépare ainsi la division du travail entre elles.

A chaque opération, on peut définir un ou des outils adaptés, éventuellement une machine. L'affectation d'une personne à chaque opération assure que les machines sont employées le plus intensément possible. L'investissement qu'elles représentent ne « dort » pas dans l'atelier. Les coûts fixes sont réduits.

Toutes ces informations figurent dans les sources publiées au 18^e siècle auxquelles Adam Smith y a eu accès. Il ne les a pas exploitées. Personne d'autre ne l'a fait. Il est paradoxal que les articles techniques de l'*Encyclopédie*, rédigés avec tant de soin, n'aient donné lieu à aucune retombée intellectuelle en France. Ils furent comme une sorte de cénotaphe. Ils décrivent la technique d'une époque. En la figeant sur le papier, ils laissent croire à son caractère immuable. La compétence des artisans, issue du passé, est ainsi validée par l'Académie des Sciences. Ce sceau lui donne un caractère d'excellence qui décourage l'idée d'un progrès à venir.

Au contraire Adam Smith exploite ses sources avec un dynamisme exemplaire. Il y trouve l'effet de la division du travail et prévoit que cette division se poursuivra. Le mode de production est amené à toujours évoluer vers une augmentation de la productivité où il n'y a pas de limite. Cette idée de progrès est peut être le point le plus important qu'il faut retenir dans sa théorie. Le grand mérite d'Adam Smith a été de transmettre avec un grand succès les concepts de sa théorie. Tout d'abord le concept de productivité du travail qui peut croître. Quand la productivité augmente, la Nation s'enrichit.

Le deuxième concept clé illustré par l'exemple des épingles est celui de manière d'organiser la production. Une production peut être plus ou moins divisée. Le degré de division du travail caractérise l'organisation d'un mode de production.

Une fois ces deux concepts posés, la loi de dépendance entre eux est simple, la productivité augmente avec la division du travail. La cause du progrès économique réside dans l'organisation de la production. L'effet est global, sa cause se situe au sein des entreprises. La prospérité économique au niveau de la Nation dépend de l'organisation de l'appareil productif.

Cette loi générale est très séduisante mais elle est fautive, même sur l'exemple choisi. La production en 18 opérations a un meilleur coût à cause du bas niveau des salaires en province, des écarts de salaires, notamment entre les hommes, les femmes et les enfants, de la constitution de lots variant selon la technique de chaque opération, de l'utilisation intensive des machines auxquelles sont affectés les ouvriers à temps plein. Ces effets sont

fort variés et tous différents de ceux invoqués par Adam Smith.

L'effet des lots conduit à constituer des équipes de travail. Les machines ayant été inventées, il faut y spécialiser des opérateurs pour qu'elles soient utilisées au maximum. Les charges entre les postes de travail sont équilibrées par les effectifs. Les tâches les plus longues sont réalisées par le plus grand nombre de personnes. Les écarts de salaires augmentent l'avantage de la division du travail.

Les raisons de la compétitivité du mode de production des épingles en France sont bien différentes de celles avancées par Adam Smith. Il ne voit pas l'effet de lots, ni l'effet de différenciation des salaires. Il se trompe aussi sur la mécanisation. Ce n'est pas la division du travail qui permet d'inventer les machines. Quand on a inventé une machine, on réorganise le processus de production afin que cette machine soit utilisée à temps plein. C'est plus facile en y affectant l'équipe qui la fait fonctionner. Cette spécialisation peut être interprétée comme une division du travail.

Il y a une économie d'échelle résultant de ces effets. Elle joue jusqu'au niveau où la taille maximale des lots est atteinte, où les machines sont continuellement utilisées. La concurrence se fait alors sur le marché entre entreprises ayant atteint cette taille, taille qui résulte de la technique. L'étendue des marchés n'est alors qu'une condition et non une cause de l'évolution de l'organisation de la production.

Les progrès ultérieurs se font principalement sur les machines, sur leur capacité à fonctionner sans intervention humaine. Le premier problème est celui de la fourniture d'énergie extérieure. Les moulins à eau puis la machine à vapeur ont été des solutions sans cesse plus souples. Le moteur électrique et le moteur à combustion interne sont ensuite d'excellentes manières d'y répondre. La deuxième étape intervient au 20^e siècle dans les automatismes permettant à la machine de se conduire elle-même. L'organisation humaine du travail s'adapte toujours à ces nouvelles technologies. Le travail en est parfois divisé et parfois recomposé. Cela dépend des technologies.

6 Bibliographie

- Babbage Ch., 1830, *On the economy of machinery and manufactures*, Londres.
- Barlow P., 1836, *A treatise on the manufactures and machinery of Great Britain*, forming a portion of the *Encyclopaedia Metropolitana*, Baldwin and Cradock.
- Barnes R., 1937, *Motion and time study*, Wiley, traduit en 1949 sous le titre *Etudes des mouvements et des temps*, Editions d'organisation.
- Bonar J., 1894, *A catalogue of the library of Adam Smith*, Londres.
- Chambers, 1728, *Cyclopaedia*, Londres.

- Delaire A., 1755, « Epingle », *Encyclopédie de Diderot*, tome V.
- Duhamel du Monceau H-L., 1761, *L'Art de l'épinglier*, Paris.
- Gilbreth F., Gilbreth L., 1924, "Classifying the elements of works, methods of analysing work into seventeen subdivisions", *Management and Administration*, Vol 8, N°8, August, p. 151-154.
- Goldratt E., Cox J., 1984, *The goal: excellence in manufacturing*, N-Y, North River Press, traduit en français sous le titre *Le but*, AFNOR, 1986.
- Goldratt E., 1990, *What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented*, N-Y, North River Press.
- Hounshell D., 1984, *From the American system to mass production, 1800-1932, The development of manufacturing technology in the United States*, The John Hopkins University Press.
- Macquer Ph., 1766, *Dictionnaire portatif des arts et métiers, contenant l'abrégé en abrégé l'histoire, la description et la police des arts et métiers, des fabriques et des manufactures de France et des pays étrangers*, Paris.
- Mandeville (de) B., 1714, *The Fable of Bees*, Londres.
- Perronet J-R., 1765, « Epinglier », *Encyclopédie de Diderot*, recueil des planches, troisième livraison, Paris.
- Petty W., 1690, *Political arithmetick*, Londres.
- Petty W., 1893, *Another essay in political arithmetic*.
- Poiré P., 1873, *La France industrielle ou la description des industries françaises*, Hachette.
- Rashid S., 1986, "Adam Smith and the division of Labour : a historical view", *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 33 (3), 292-297.
- Salleron L., *La richesse des Nations, analyse critique*, Hatier, 1973.
- Savary des Bruslons J., Savary P.-L., 1723, *Dictionnaire universel du commerce et métiers*, Paris.
- Smith A., 1776, *Inquiry into the nature and causes of the Wealth of Nations*, Londres.
- Xénophon, *Cyropédie*, tome III, livre VIII (II)