

REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

J. MORICEAU

III. La mesure de la productivité

Revue de statistique appliquée, tome 2, n° 4 (1954), p. 83-90

<http://www.numdam.org/item?id=RSA_1954__2_4_83_0>

© Société française de statistique, 1954, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

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

III

LA MESURE DE LA PRODUCTIVITÉ

par

J. MORICEAU

Ingénieur en Chef au Centre d'Etudes et de Mesures de la Productivité

I. - GÉNÉRALITÉS.

En éliminant un certain nombre de définitions abusives de la productivité, l'on peut dire en accord avec la majorité des auteurs et tous les organismes officiels qui s'occupent de cette question, que la productivité est représentée par le quotient d'une production, durant une période donnée, par l'ensemble des facteurs ayant contribué à créer cette production.

Sans entrer dans le détail, la productivité est estimée, dans l'industrie, par le rapport :

$$Pté = \frac{N}{D} = \frac{P}{T + I + M + S}$$

en appelant :

P. la production durant une période déterminée (heure, jour, semaine, mois, etc.)

et

T. le travail,

I. les investissements,

M. les matières premières,

S. les services reçus de l'extérieur (énergie, services divers, etc...) utilisés durant cette période.

Par définition, on appelle :

Productivité globale, la valeur de ce rapport. Si l'on ne considère qu'un seul des facteurs de production, on parlera successivement de :

Productivité du travail pour $\frac{N}{D} = \frac{P}{T}$

Productivité des investissements pour $\frac{N}{D} = \frac{P}{I}$

Productivité des matières premières pour $\frac{N}{D} = \frac{P}{M}$

Si l'on considère l'ensemble des facteurs moins le facteur travail, on parlera enfin de la productivité du capital.

Toute mesure de productivité nécessite, donc en vertu même des définitions, l'évaluation des deux termes du rapport retenu. Par ailleurs, chacun de ces termes peut

être mesuré en unités physiques ou en valeur. Il est donc possible de calculer chaque rapport de quatre manières différentes, soit :

- N et D, en quantités (Ex. Tonnage de fonte produite par heure d'ouvrier ou par...);
- N en quantité et D en valeur (Ex. Tonnage de fonte produite par 100 fr. de salaire ou par...);
- N et D en valeur (Ex. Valeur de la fonte produite par 100 fr. de salaire ou par...);
- N en valeur et D en quantité (Ex. Valeur de la fonte produite par heure d'ouvrier ou par...).

Ces quatre notions différentes de productivité sont toutes intéressantes, à divers points de vues d'ailleurs. Néanmoins, les procédés 2 et 3 se confondant, en dernière analyse, avec les décompositions classiques de prix de revient, ne retiendront pas ici notre attention.

II. - INTÉRÊT ET BUT DES MESURES DE PRODUCTIVITÉ.

Les mesures de productivité présentent un triple intérêt pour le Chef d'entreprise. Elles constituent : 1° une méthode de diagnostic; 2° un instrument de contrôle et de gestion; 3° une base de calcul pour les primes de productivité.

1° Les mesures de productivité, méthode de diagnostic.

a) Elles permettent tout d'abord de déceler les faiblesses d'une entreprise en comparant les résultats obtenus à un moment donné dans chaque section à ceux calculés dans des entreprises similaires et comparables.

Il est à noter en effet que même l'entreprise la mieux située dans l'ensemble se présente **toujours** moins bien sur un point ou sur un autre.

Le tableau suivant illustre cette constatation.

Section Noyautage		Section Moulage		Section Ebarbage		Section Fusion		Ensemble	
A.	6.80	E.	13.83	A.	5.89	E.	1.87	A.	50.12
C.	11.11	D.	20.07	B.	12.64	A.	13.73	E.	52.16
D.	16.74	B.	28.30	C.	13.17	B.	3.87	C.	64.35
E.	18.60	C.	28.96	E.	17.86	D.	3.98	B.	65.19
B.	20.38	A.	33.70	D.	25.05	C.	11.11	D.	65.84

Les chiffres indiqués représentent des heures de main-d'œuvre par tonne de pièces bonnes et chaque lettre symbolise une entreprise.

(Exemple tiré de : « La Productivité aux U.S.A. dans l'Industrie de la Fonte Grise ».)

b) Les mesures de productivité permettent de comparer entre elles diverses méthodes de production et de choisir la plus favorable du point de vue technique comme du point de vue économique.

2° Les mesures de productivité, instrument de contrôle et de gestion de l'entreprise.

Grâce à ces mesures il est possible :

- a) de suivre les variations de productivité de chaque élément d'une entreprise et de contrôler ainsi l'efficacité des améliorations qui peuvent résulter des suggestions du personnel et des recommandations des experts;
- b) de construire plus facilement les plannings et tableaux de charge;
- c) de fixer des normes de production;
- d) de contrôler les prix sur devis;

e) de procéder avec rigueur et précision aux calculs économiques nécessités par l'organisation de la production.

3° Les mesures de productivité, base de calcul des primes de productivité.

La création d'une prime de productivité implique, de toute nécessité, quelle que soit la formule de prime adoptée, le calcul préalable des accroissements de productivité depuis la période choisie comme référence.

III. - MÉTHODES DE MESURE DE LA PRODUCTIVITÉ.

1° Mesures en valeur (N en valeur et D en quantité physique).

A. - MÉTHODE.

1. *Mesure de N.* — La production est dans ce cas estimée en valeur monétaire. Un premier système consiste à mesurer la valeur brute de la production (chiffre d'affaires corrigé des variations de stocks par exemple) de la période considérée en tenant compte des variations de prix survenues depuis la période de base. Ce procédé conduit à des estimations qui reflètent non seulement les variations de productivité dans la firme considérée mais encore celles de toutes les entreprises fournisseurs de cette firme. Les chiffres obtenus intéressent l'économiste mais ne sont d'aucune utilité pour l'industriel.

Pour pallier cet inconvénient on utilise une estimation de la valeur nette de la production, en calculant la valeur de la production de la période considérée sur la base des prix de la période de référence. Du chiffre obtenu on soustrait la valeur, calculée également au prix de la période de référence, des matières premières utilisées, des services reçus de l'extérieur et des amortissements du matériel durant la période considérée.

2. *Mesure de D.* — On limite généralement l'utilisation de cette méthode au calcul de la productivité du travail. D est alors mesuré en heure/ouvrier ou en année d'ouvrier.

B. - AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS.

Les mesures en valeur de la productivité offrent l'avantage de tenir compte automatiquement des changements dans la qualité des produits (s'ils influent sur les prix), des différences dans les procédés de fabrication utilisés et des qualifications diverses des travailleurs. Malheureusement ces avantages sont très largement contrebalancés par les inconvénients suivants.

Tout d'abord, d'une période à l'autre, les variations de productivité ainsi constatées proviennent non seulement des modifications dans la quantité de travail utilisé, mais aussi des fluctuations dans le montant des frais généraux du coût de la distribution, de la publicité et subissent l'influence de la politique de l'entreprise (amortissements et marge de profit), tous éléments indépendants de l'efficacité du travail. Les chiffres obtenus concernent donc toutes les parties prenantes et sont très difficiles à interpréter. D'autre part, ils sont sensibles à toute variation dans le mode de calcul des indices de prix. Enfin, le décalage entre le moment où la production est créée et celui où elle est vendue introduit, dans la plupart des cas, des distorsions assez considérables.

Pour ces motifs, dans la pratique industrielle les mesures en valeur de la productivité, définies comme ci-dessus, sont très rarement utilisées. Nous n'entrerons donc pas dans le détail.

1° *Mesure physique de la productivité* (N et D en quantité physique).

a) Domaine des mesures de productivité.

La mesure de la productivité de l'ensemble d'une usine conduit à des résultats à la fois insuffisants et incorrects.

— *Résultats insuffisants*, car seuls des nombres-mesures par sections, voire par subdivisions de sections, permettent à l'industriel d'utiliser avec fruit ces mesures et d'en tirer tous les renseignements que nous avons énumérés brièvement dans la première partie de cette note.

— *Résultats incorrects*, et ce pour une double raison. Tout d'abord le calcul direct de la productivité d'un ensemble conduit à des résultats erronés en cas de variations du taux d'utilisation de chaque section. Un exemple très simple met ce phénomène en évidence :

Soit une section de moulage comprenant deux chantiers, un de moulage main (chantier A) et un de moulage machine (chantier B). Supposons par hypothèse que la productivité de la main-d'œuvre soit la suivante :

	<u>Octobre 1953</u>	<u>Novembre 1953</u>
Chantier A	13 kilogs par heure	14 kilogs par heure
Chantier B	70 kilogs par heure	70 kilogs par heure
Chantier A	5.000 heures	5.000 heures
Chantier B	5.000 heures	4.000 heures

Octobre 1953 :

- Production de la section $(5.000 \times 13) + (5.000 \times 70) = 415.000$.
- Heures de travail $5.000 + 5.000 = 10.000$.
- Productivité $\frac{415.000}{10.000} = 41,5$ kilogs/heure.

Novembre 1953 :

- Production $(5.000 \times 14) + (4.000 \times 70) = 350.000$.
- Heures de travail $5.000 + 4.000 = 9.000$.
- Productivité $\frac{350.000}{9.000} = 38,888$ kilogs/heure.

La productivité de novembre 1953 par rapport à celle d'octobre 1953 est donc passée d'après cette méthode de calcul de 41,5 à 38,88 kilogs/heure, résultats contraires à la réalité. Nous verrons ultérieurement quelle méthode il convient d'adopter pour aboutir à ces évaluations exactes.

D'autre part, la mesure de la production est facilitée en utilisant les calculs par sections comme nous allons le voir maintenant.

b) *Mesure de la production* (calcul de N).

Pour permettre de mesurer d'une manière satisfaisante la productivité, le choix de l'unité de mesure de la production doit être guidé par le principe suivant : quelle que soit la structure de la production, et toutes choses égales par ailleurs, il doit y avoir proportionnalité entre l'unité de mesure adoptée et la quantité utilisée de chaque facteur de production.

Dans l'hypothèse d'une production simple, cette condition est facilement réalisable en adoptant une unité de longueur, de poids, de volume ou de nombre. Ce serait le cas théorique d'une fonderie fabriquant toujours la même pièce. C'est le cas pratique d'une sablerie dans laquelle la production peut être mesurée en kilo de sable préparé.

Dans l'hypothèse d'une production complexe, dont la structure est susceptible de variations au cours du temps, la condition énoncée ci-dessus est plus difficile à respecter. On a proposé, et utilisé dans certaines industries, pour tourner cet obstacle, de suivre un article déterminé choisi dans l'ensemble de la production. Ce procédé n'est valable que si le ou les articles choisis représentent une fraction assez importante de la production totale et si les variations de productivité enregistrées peuvent être, à juste titre, considérées comme extrapolables à la totalité de la fabrication. Ces conditions se trouvent rarement satisfaites dans une fonderie. En conséquence, il est nécessaire d'envisager diverses méthodes de correction des unités habituelles de mesure en fonderie pour satisfaire à la condition de proportionnalité.

Tout d'abord une simplification intéressante est apportée en considérant une fonderie comme une réunion de plusieurs unités de production (sections homogènes, telles que définies dans la Méthode Uniforme de calcul des prix de revient en fonderie du Syndicat général des Fondateurs de France). Il est ainsi possible de dégager plusieurs

ateliers dont la production peut être considérée comme simple. Le choix de l'unité est alors quasi automatique. On peut ainsi distinguer :

<u>Section</u>	<u>Unité de mesure</u>
Sable moulage	Poids de sable
Sable à noyautage	Poids de sable
Transport	Tonnage transporté
.....

En revanche, il subsiste des sections (homogènes du point de vue fabrication) dont la production pour notre but, ne peut être mesurée, sans précautions spéciales, par des unités physiques courantes. Il s'agit en particulier du noyautage, du moulage et de l'ébarbage, et de leurs sous-sections (moulage main, machine, etc...).

Dans ce dernier cas, un système de correction a pu être élaboré en utilisant les poids de pièces et les temps de main-d'œuvre par opération.

Le principe est le suivant : on dresse, pour un procédé déterminé de fabrication (moulage main par exemple), en utilisant une double échelle logarithmique, un graphique portant :

- en abscisse le poids des pièces exprimé en kilos
- en ordonnée les temps par kilo de moulage
noyautage
ébarbage.

On obtient pour chaque opération un nuage de point sur lequel il est possible d'ajuster analytiquement une courbe statistique qui est, le plus souvent, une droite.

L'abscisse est divisée en un certain nombre d'intervalles égaux ou classes de poids dont les limites (en progression arithmétique lorsqu'elles sont exprimées en logarithmes), sont en progression géométrique. A l'aide de la courbe d'ajustement, on recherche les temps de main-d'œuvre nécessaire par kilo de pièces correspondant au centre de chaque classe. On détermine enfin les coefficients d'équivalence-temps entre les diverses classes en choisissant, arbitrairement d'ailleurs, une classe comme classe standard ou classe de référence.

Voici, à titre d'exemple, le tableau des résultats obtenus pour du moulage main :

	Classe de poids :	Temps moyen par kg en seconde :	Coefficient
	1 - 2	800	4,44
	2 - 4	620	3,44
	4 - 8	480	2,67
	8 - 16	390	2,17
	16 - 32	300	1,67
	32 - 64	250	1,39
Classe standard	64 - 128	180	1,00
	128 - 256	135	0,75
	256 - 512	112	0,62
	512 - 1024	86	0,48

En présence d'une production complexe composée de pièces de toutes tailles, il devient alors possible d'éliminer l'influence du poids, en affectant à chaque catégorie de pièces (classées selon leur poids) le coefficient correspondant tiré du tableau.

De la production *brute* en tonnage, on déduit ainsi une production *corrigée*, exprimée en tonnes de pièces de poids standard. Dans le cas présent, les pièces standard sont des pièces de 96 kgs.

Ainsi, dans l'exemple suivant :

Classe de poids	Tonnage réel produit	Coefficient	Tonnage corrigé
4 à 8 kgs	100	2,7	270
32 à 64 kgs	200	1,4	280
256 à 512 kgs	200	0,6	120
Total	500		670

une production brute de 500 tonnes doit être comptée comme équivalente à 670 tonnes de pièces standard.

Une étude statistique approfondie, basée sur les principes de l'analyse factorielle et de l'analyse de variance a permis de tester la validité de cette méthode. Le poids constitue bien le facteur le plus important parmi les éléments exerçant une influence sur les temps opérationnels (1).

c) *Evaluation des facteurs de production* (calcul de D).

1. *Travail*. — Industriellement, la mesure du travail utilisée est faite en heure.

On réserve le calcul en année d'ouvrier aux mesures de productivité à l'échelle d'une industrie toute entière ou à l'échelle de la nation.

Il est bon de distinguer séparément les diverses catégories de main-d'œuvre utilisée dans une entreprise d'après le tableau suivant :

Main-d'œuvre de production	main-d'œuvre directe,
	main-d'œuvre indirecte, maîtrise et cadres.
Main-d'œuvre des sections annexes (bureau, secrétariat, etc...).	employés, cadres, direction.

On obtient ainsi plusieurs évolutions de la productivité du travail qui traduisent des phénomènes différents et offrent, toutes, leur intérêt. Il n'est pas question, à notre sens, de choisir l'un ou l'autre de ces rapports, il est nécessaire de tous les utiliser, du moins si l'on considère les mesures de productivité comme l'un des instruments de contrôle et de gestion des entreprises.

En revanche, l'on peut utiliser, si on le désire, pour calculer la productivité de l'ensemble de la main-d'œuvre et celle de l'ensemble du personnel des coefficients de pondération pour tenir compte des différences de qualification du travail. En effet, le travail d'un cadre supérieur n'est pas équivalent à celui d'un ouvrier, son coût non plus d'ailleurs. Il est possible de calculer les coefficients de correction d'après l'un des trois procédés suivants :

- Rapport des coefficients hiérarchiques;
- Rapport des salaires horaires moyens;
- Evaluation empirique.

A notre avis, il convient de ne pas trop raffiner et de ne pas introduire de discrimination à un échelon inférieur à celui de Contremaître.

Ces corrections ne s'imposent d'ailleurs qu'à l'occasion de comparaisons de productivité effectuées entre firmes similaires ou, au sein d'une même entreprise, lorsque l'on modifie d'une manière sensible, la proportion des cadres par rapport à l'ensemble du personnel.

(1) Cf. J. Moriceau (Une méthode statistique d'évaluation des temps opérationnels », *Revue de Statistique Appliquée*, n° 3, 1954.

2. *Capital.* — Les investissements, les matières premières, les services reçus, représentent tous trois la contribution du capital à l'œuvre de production. Ils présentent la caractéristique commune d'être physiquement incommensurables avec l'apport travail. Au dénominateur du rapport N/D, il est impossible de faire voisiner des heures de travail avec des kilowatts d'électricité, des tonnes de charbon, des machines, etc...

Si l'on utilise la seule unité de mesure qui soit commune à ces divers éléments, c'est-à-dire leur valeur exprimée en unité monétaire; l'on retombe sur la détermination du rapport N/D, N mesuré en unité physique et D en valeur, qui s'identifie, nous l'avons vu, avec une décomposition des prix de revient. Il semble donc qu'une mesure physique de la productivité globale, voire de la productivité du capital, soit chose impossible.

Cette difficulté a été tournée en estimant les divers apports du capital en équivalent de main-d'œuvre. Pour ce faire, on calcule le nombre d'heures de travail correspondant à tel ou tel apport du capital en divisant la valeur de cet apport par le salaire horaire moyen dans l'entreprise considérée. Ainsi, pour tous les facteurs de production, l'unité adoptée est l'heure de main-d'œuvre.

Pratiquement, on opère de la manière suivante :

— Pour les investissements, on calcule la part d'amortissement incombant à la période étudiée (amortissement annuel, amortissement mensuel, etc...) que l'on divise par le salaire horaire moyen. Il est ainsi possible de tenir compte de l'apport de matériel nouveau susceptible d'augmenter le rendement horaire sans modification de l'efficacité de la main-d'œuvre.

— Pour les services reçus de l'extérieur, on divise leur valeur, durant la période étudiée, par le salaire horaire moyen. On compense ainsi les variations *apparentes* de productivité dues au fait que certains travaux sont tantôt exécutés par l'entreprise, tantôt réalisés à l'extérieur (modelage par exemple).

— Pour les matières premières, il convient de ne prendre en considération que celles qui ont exercé une influence sur l'utilisation de la main-d'œuvre par les changements de qualité ou de produits réalisés depuis la période de base. Dans ce cas, il n'est pas calculé un équivalent en heure de main-d'œuvre. C'est à l'entreprise d'estimer l'influence exercée sur l'utilisation du personnel. Par exemple, l'entreprise jugera que, durant tel mois, le chauffage d'un four rotatif effectué au mazout en remplacement de charbon pulvérisé entraîne une économie de main-d'œuvre de X heures. C'est ce nombre qui figurera au dénominateur du rapport N/D. Les autres modifications de matières premières ne doivent pas intervenir ici. On peut tenir compte des variations de valeur des matières premières et des économies ou dépenses supplémentaires qu'elles entraînent en calculant en valeur le rapport production matières premières ou inversement.

d) *Indices globaux.*

Il reste à préciser la méthode permettant de calculer à partir des nombres mesurés par secteurs, les indices valables pour l'ensemble de l'usine.

Le regroupement des indices élémentaires en indices globaux s'effectue en pondérant les premiers par le travail utilisé dans chaque division élémentaire. L'exemple suivant précisera ce mécanisme.

Supposons que nous possédions pour trois sections homogènes, A, B, C, la mesure de la productivité de l'ensemble de la main-d'œuvre pour 1951 et 1952. En prenant l'année 1951 comme année de base, on peut calculer l'indice de productivité par section, soit :

<u>Section</u>	<u>Années</u>		<u>Indice</u>
	<u>1951</u>	<u>1952</u>	<u>Base 100 en 1951</u>
A	4	4,4	110
B	15	19,5	130
C	10	9,5	95

Supposons que, en 1951, chaque section occupe respectivement 10, 20, 15 personne. L'indice de productivité de l'usine est alors calculé comme suit :

1 <u>Section</u>	2 <u>Effectif 1951</u>	3 <u>Indice</u>	4 <u>Produit 2×3</u>
A	10	110	1.100
B	20	130	2.600
C	<u>15</u>	95	<u>1.425</u>
Total	45		5.125

L'indice de productivité de l'usine en 1952 (ensemble des trois sections) est de : $51,25/45 = 114$ (base 100 en 1951).

La pondération, faite dans l'exemple ci-dessus, à l'aide des effectifs peut, avec plus de précision, être réalisée en recourant au nombre d'heures de travail dépensées.