

J. LARABI

**Mesure de l'efficacité des laboratoires de
recherche fondamentale sélectionnés par le
centre national d'études spatiales**

Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle. Série verte, tome 3, n° V3 (1969), p. 103-112

http://www.numdam.org/item?id=RO_1969__3_3_103_0

© AFCET, 1969, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle. Série verte » 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/>

MESURE DE L'EFFICACITE DES LABORATOIRES DE RECHERCHE FONDAMENTALE SELECTIONNES PAR LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

J. LARABI ⁽¹⁾

Résumé. — Apprécier l'efficacité des investissements consentis dans les activités de recherche fondamentale est devenu un problème permanent pour les organismes publics. Cependant, alors qu'une activité commerciale se mesure quantitativement en termes d'unités monétaires, la production d'un laboratoire ne se mesure pas en nombre de pages publiées ; la qualité des textes diffusés est bien évidemment le paramètre essentiel. Nous avons donc cherché à apprécier de façon objective cette qualité ; sont seuls véritablement qualifiés pour juger un article les chercheurs qui travaillent dans la même discipline et leur intérêt s'exprime par le fait qu'ils le citent dans leur propre publication. De là l'idée qu'une analyse de la façon dont les publications d'un laboratoire sont citées dans les grandes revues scientifiques permettrait de définir un indicateur de l'efficacité de ce laboratoire.

I. OBJET DE L'ETUDE

Cette étude est destinée à présenter des indicateurs permettant de quantifier la production scientifique des laboratoires à partir de la quantité et surtout de la qualité de leurs publications. Ces indicateurs, rapprochés des crédits alloués par le C.N.E.S. aux six laboratoires sélectionnés, peuvent apporter une information objective sur l'efficacité de ceux-ci. Néanmoins, avant de tirer toute conclusion, un certain nombre de précautions signalées ci-dessous sont à prendre.

II. CRITERE PERMETTANT D'APPRECIER LA QUALITE D'UNE PUBLICATION

Pour juger objectivement de la qualité d'une publication, il faut mesurer l'impact qu'elle a eu sur la communauté scientifique et l'intérêt qu'elle a suscité en son sein.

La mesure de l'impact d'un article est fournie par le décompte du nombre de fois qu'il y est fait référence ; nous pensons donc que la façon

(1) Direction des Programmes et du Plan du C.N.E.S.

la plus objective d'évaluer l'activité scientifique d'un laboratoire est d'analyser la manière dont ses publications sont citées dans les grandes revues scientifiques.

Cependant il faut remarquer que le nombre de citations d'un article est non seulement fonction de sa qualité mais souvent d'autres facteurs tels que le prestige de la revue où est publié l'article, la langue dans laquelle est diffusée la revue, la renommée du chercheur (entendons par là qu'un jeune chercheur encore peu connu ne sera pas aussi lu même si son article est fort intéressant) et enfin les moyens dont dispose la revue.

III. DESCRIPTION DE LA METHODE

1^o DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA MÉTHODE

La première tâche a consisté à établir, après enquête auprès des laboratoires travaillant en liaison avec le C.N.E.S., la liste des chercheurs ayant publié et les principaux renseignements les concernant, à savoir : le (les) laboratoire (s) fréquenté (s), leur date d'entrée (et s'il y a lieu de sortie), enfin leur statut au sein du laboratoire.

Nous avons ensuite recensé les grandes revues scientifiques susceptibles de citer les travaux des chercheurs « spatiaux » français.

Space Science Reviews	SSR
Annales d'Astrophysique	AA
Annales de Géophysique	AG
Journal of Geophysical Research.....	JGR
Astrophysical Journal (Ap. J)	AJ
Planetary and Space Science	PSS
Revue in Geophysics	RG
Cosmotshis isledovani (U.R.S.S.)	CI
Solar physics	SP
Reports of Ionospheric Research (Japon)	RI
Journal of the NBS	JNBS
Compte-Rendu de Géomagnétisme et d'Aéronomie (Russe traduit)	CRGA
Space Research (COSPAR).....	SR
Advances in Space Sciences	
Monthly Notices	MN
Comptes-rendus à l'Académie des Sciences	CR

Restait enfin à relever dans ces revues les citations concernant les chercheurs depuis 1961. Pour accomplir cette tâche nous avons utilisé le plus possible un ouvrage américain, le *Sciences Citations Index* où figurent par ordre alphabétique tous les scientifiques du monde pourvu qu'ils aient été cités au moins une fois dans une des quelques cent revues dont la liste est donnée dans les premières pages du « SCI ».

Malheureusement, d'une part cette liste ne comprend pas toutes les revues que nous nous proposons de dépouiller ici (il y manquait notamment

Solar Physic, Monthly Notices, etc...), d'autre part le « SCI » ne paraît que depuis 1964.

Nous avons donc été obligés de nous procurer auprès du SEDOCAR et des services de documentation du C.N.E.S. et du C.N.R.S. les revues non dépouillées par le « SCI », de lire systématiquement les noms figurant dans la partie références qui suit chaque article et de relever ceux des chercheurs spatiaux français.

Par contre dans le « SCI » l'information est assez bien localisée et par conséquent beaucoup plus simple à saisir. Elle se présente ainsi : En dessous du nom du chercheur, sur la première ligne figure l'année où il a écrit l'article cité et le titre de la revue qui a publié l'article. Sur la deuxième ligne se trouvent le nom du citant et le titre de la revue citante.

2^o LES DIFFICULTÉS

Au cours de l'analyse des citations, quelques difficultés se sont présentées. Ainsi lorsqu'un chercheur cité pour un article rédigé l'année n a quitté son laboratoire au cours de cette même année pour aller travailler dans un autre laboratoire, il faut remonter jusqu'au titre de la publication pour savoir auquel des deux laboratoires on doit imputer la citation.

Une autre difficulté tient à ce que des chercheurs travaillent à la fois dans le domaine spatial et dans le domaine non spatial ou travaillent dans deux laboratoires différents.

Enfin une troisième difficulté est due au fait que le « SCI » ne retient, dans le cas où la publication est rédigée par plusieurs personnes, que le nom venant en première position dans l'ordre alphabétique.

Ainsi supposons qu'un article soit signé par M. X et M^{me} Y qui ne sont pas du même laboratoire, lorsque M^{me} Y citera M. X pour la publication faite en commun, on ne pourra pas s'apercevoir que c'est une autocitation et qu'il ne faut donc pas en tenir compte. (Nous entendons par autocitation le cas d'un chercheur qui se cite lui-même ou qui est cité par un chercheur de son laboratoire.)

IV. RESULTATS

Après le dépouillement de toutes les revues et du « SCI » nous disposons donc des renseignements sous la forme suivante : Nom du chercheur, année où a été écrit l'article cité, titre de la revue qui a publié l'article, nom du (des) citants(s) et titre de la (les) revue(s) citante(s).

Nous avons également relevé les citations de thèses ou de communications à des sociétés savantes (Académie des Sciences notamment).

Il était alors possible, grâce à ces informations, d'élaborer l'indicateur qualitatif et quantitatif, pour une année n , de l'activité scientifique du laboratoire. Cet indicateur est rappelons-le, le nombre de citations des publications (articles, thèses, communications) faites l'année n par les chercheurs du laboratoire.

Comme par ailleurs ces citations se font dans des revues qui ne jouissent pas toutes du même prestige, nous avons jugé utile de les présenter dans des tableaux à double entrée avec en ligne l'année de publication de l'article cité et en colonne la revue citante.

1. Etude laboratoire par laboratoire

Laboratoire d'Aéronomie

C'est dans le *Journal of Geophysical Research* que nous avons rencontré le maximum de citations concernant les chercheurs de ce laboratoire. Viennent ensuite dans l'ordre : les *Annales de Géophysique*, *Planetary and Space Science*, etc...

Remarquons aussi que plus de 50 % des citations du Laboratoire d'Aéronomie ont été relevées dans des revues (*Physical Review Letters*, *Onde Electrique*, *Radio Science*, etc...) autres que celles figurant dans la liste de l'annexe.

Groupe de Recherches Ionosphériques

Il y a une différence assez marquée entre le G.R.I. et l'Aéronomie pour ce qui est de l'évolution, année par année, du nombre de citations de leurs publications. Par contre, la distribution de ces citations entre les revues est comparable. On a fait d'autre part une statistique sur ces deux laboratoires. Elle indique qu'une citation sur quatre se trouve dans la revue qui a publié l'article cité.

S.E.P.

Ce laboratoire est nettement moins cité que les deux précédents. Nous avons surtout relevé les citations concernant les chercheurs du S.E.P. dans la revue *Physical Review Letters*. Signalons enfin que le S.E.P. a des activités non spatiales.

L.A.S., C.E.S.R. et S.R.S.

Ces trois laboratoires, et le C.E.S.R. en particulier, sont très peu cités. Il faut cependant souligner que ces laboratoires ont commencé à faire de la recherche spatiale vers 1965, c'est-à-dire 3 à 4 ans après l'Aéronomie, le G.R.I. et le S.E.P.

2. Appréciation de l'efficacité de la somme des laboratoires. Tendance

Lorsqu'on analyse le tableau I qui résume le contenu des six précédents, on s'aperçoit qu'à partir de 1966 le nombre de citations concernant chacun des laboratoires baisse. Est-ce à dire qu'à partir de cette date l'activité de ceux-ci décroît ? En fait, il n'en est rien et cette décroissance est tout à fait normale. Elle s'explique simplement par le fait que les articles parus en 1967 par exemple n'ont pu être cités qu'en 1968, à l'extrême limite en 1967.

Comment donc pallier cet inconvénient et dégager la véritable tendance de chaque laboratoire ? Nous avons pour cela utilisé deux méthodes différentes, dont les résultats concordent assez bien. Nous n'exposerons ici que l'une d'elles, l'autre nécessitant des développements mathématiques élaborés alourdirait cet exposé.

La méthode que nous décrirons est basée sur l'observation du tableau II et particulièrement sur la statistique qui se trouve à la colonne VII et qui analyse la distribution des citations d'un article dans les sept années qui suivent sa publication. Cette statistique doit être rapprochée de celle du « SCI » qui porte sur une durée de vie de l'article beaucoup plus longue et comporte donc des pourcentages différents.

TABLEAU I. — *Total des citations dans les revues sélectionnées*
(Récapitulatif)

ANNEE DE PUBL.	AÉRONOMIE	G.R.I.	S.E.P.	L.A.S.	S.R.S.	C.E.S.R.
1961	74	5	X	X	X	X
1962	13	37	0	X	X	X
1963	23	39	0	X	X	X
1964	33	24	11	2	3	0
1965	31	48	5	3	4	0
1966	25	37	0	8	0	0
1967	9	22	1	3	4	0
1968	2	3	2	0	3	0

Cependant, dans chaque cas, l'allure générale de la distribution est la même. Dans le tableau III (colonne VI, année 1967 par exemple), si l'on appelle N le nombre de citations d'un article paru l'année k , 2,8 % de ces citations se font l'année k , 11 % l'année $k + 1$, 12,3 % l'année $k + 2$ (nous retrouvons bien le maximum de citations deux ans après la publication de l'article,) 10,6 % l'année $k + 3$, etc...

Outre sa grande utilité pour la démonstration qui suit, *le fait que la distribution des citations d'un article est presque toujours la même, quelle que soit la date de publication de cet article, est intéressant en soi et mériterait d'être approfondi à l'occasion d'une autre étude.*

TABLEAU II

	G.R.I.		AÉRONOMIE		TOTAL		POURCENTAGE
	Rév. sel.	Autres	Rév. sel.	Autres	Rév. sel.	Autres	Rév. sel.
$n = 0$ (1)	16	33	18	11	34	44	7,5
$n = 1$	47	72	47	32	94	104	20,5
$n = 2$	76	52	47	16	123	68	27
$n = 3$	39	22	68	22	107	44	23,5
$n = 4$	11	14	29	18	40	32	9
$n = 5$	6	9	24	13	30	22	6,5
$n = 6$	1	2	21	8	22	10	5
$n = 7$	1	0	7	6	8	6	1
$n = 7$	1	0	7	6	8	6	1
TOTAL					458		100
(1) n = nombre d'années écoulées entre publication et citation.							

Calculs conduisant au tableau IV

Bien que basée sur une période plus courte, nous avons utilisé pour faire les calculs la statistique du tableau II, car elle concerne directement

la population qui nous intéresse, c'est-à-dire les chercheurs « spatiaux » français.

Cette statistique n'est évidemment basée que sur 500 observations contre plusieurs milliers pour le « SCI », mais cela permet en tout état de cause de faire des hypothèses très correctes sur une distribution.

TABLEAU III. — *Science citation index 1964, 1965, 1966, and 1967, chronological distribution of citations to authored items (non-patents)*

REFERENCE YEAR	PERCENTAGE of Unique Reference Items à		CUMULATIVE PERCENTAGE of Unique Reference Items		PERCENTAGE PERCENTAGE of Total Citations		CUMULATIVE PERCENTAGE of Total Citations	
	1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965
65	—	5.07	—	5.07	—	4.14	—	4.14
64	5.36	13.05	5.36	18.12	4.55	13.60	4.55	17.74
63	13.50	11.34	18.86	29.46	14.15	12.50	18.70	30.24
62	11.04	9.10	29.90	38.56	12.39	10.12	31.09	40.36
61	8.78	7.50	38.68	46.06	9.70	8.06	40.79	48.42
60	7.40	6.54	46.08	52.60	8.00	6.88	48.79	55.30
59	5.95	5.41	52.03	58.01	6.34	5.60	55.13	60.90
58	5.00	4.53	57.03	62.54	5.29	4.69	60.42	65.59
57	4.21	3.89	61.24	66.43	4.44	4.01	64.86	69.60
56	3.64	3.39	64.88	69.82	3.81	3.46	68.67	73.06
55	3.26	3.02	68.14	72.84	3.35	3.04	72.02	76.10
54	2.78	2.57	70.92	75.41	2.78	2.52	74.80	78.62
53	2.47	2.27	73.39	77.68	2.48	2.26	77.28	80.88
52	2.11	2.00	75.50	79.68	2.09	1.95	79.37	82.83
51	1.85	1.74	77.35	81.42	1.86	1.70	81.23	84.53
59	1.67	1.54	79.02	82.96	1.64	1.47	82.84	86.00
	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967
67	—	3.39	—	3.39	—	2.75	—	2.75
66	3.31	10.50	3.31	13.89	2.65	10.90	2.65	13.65
65	10.79	11.21	14.10	25.10	11.50	12.26	14.15	25.91
64	11.24	9.68	25.34	34.78	12.45	10.58	26.60	36.49
63	9.55	8.16	24.89	42.94	10.41	8.83	27.01	45.30
62	8.00	6.79	42.89	49.73	8.55	7.17	45.56	52.49
61	6.62	5.74	49.51	55.47	7.00	5.95	52.56	58.44
60	5.85	5.09	55.36	60.56	6.05	5.22	58.61	63.66
59	4.82	4.16	60.18	64.72	4.94	4.20	63.55	67.86
58	4.11	3.58	64.29	68.30	4.20	3.61	67.75	71.47
57	3.52	3.10	67.81	71.40	3.61	3.13	71.36	74.60
56	3.12	2.75	70.93	74.15	3.16	2.73	74.52	77.33
55	2.79	2.44	73.72	76.59	2.77	2.40	77.29	79.73
54	2.41	2.12	76.13	78.71	2.31	2.03	79.60	81.76
53	2.12	1.87	78.25	80.58	2.11	1.83	81.71	83.59
52	1.88	1.64	80.13	82.22	1.85	1.56	83.56	85.15
51	1.64	1.45	81.77	83.67	1.65	1.43	85.21	86.58
50	1.47	1.80	83.24	84.96	1.39	1.22	86.60	87.80

Considérons à présent un des 6 laboratoires, celui d'Aéronomie par exemple. Pour les articles publiés en 1968, nous avons deux citations qui, bien sûr, n'ont pu être relevées que dans des revues parues en 1968. Ces deux citations représentent alors, toutes choses égales par ailleurs, environ 8 % (cf. tableau I) du nombre total $N_{\infty}(68)$ de citations sur les années à venir, des articles parus en 1968, d'où :

$$N_{\infty}(68) = \frac{2 \times 100}{8}$$

C'est ce nombre $N_{\infty}(68)$ et celui-là seulement qui peut être comparé à celui des 13 citations concernant les publications faites en 1962.

De même pour 1967, nous dirons que les 9 citations figurant sur le tableau I représentent toutes choses égales par ailleurs 8 % + 21 % du nombre total $N_{\infty}(67)$ de citations sur l'ensemble des années à venir, des articles parus en 1967, d'où :

$$N_{\infty}(67) = \frac{9 + 100}{29}$$

Ces nombres $N_{\infty}(68)$, $N_{\infty}(67)$ etc... sont comparables entre eux et sont les seuls à pouvoir fournir une indication sur la tendance du laboratoire.

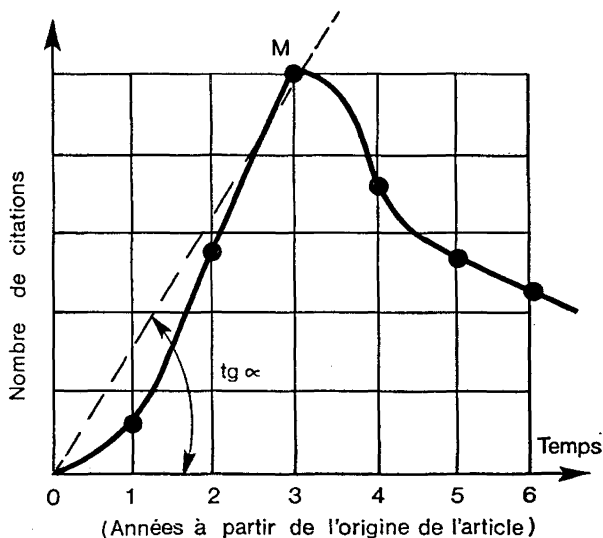
TABLEAU IV. — *Nombre de citations prévues dans les revues sélectionnées*

LABORA- TOIRE ANNÉES	AÉRONOMIE	G.R.I.
N_{∞} (1962)	13	37
N_{∞} (1963)	25	42
N_{∞} (1964)	38	28
N_{∞} (1965)	40	61
N_{∞} (1966)	45	67
N_{∞} (1967)	32	78
N_{∞} (1968)	25	38

3. Remarques

Dans les calculs précédents, ce que nous avons pris en compte finalement est la distribution moyenne des citations qui font suite à un article, sans préciser à chaque fois de quel article il s'agit. Mais nul doute que la distribution des citations qui font suite à un article dépend de la nature de celui-ci.

Ainsi nous pensons que les coordonnées du maximum M (cf. graphique ci-dessous) sont très importantes et que si M est atteint rapidement et à un niveau élevé, l'originalité de l'article est certaine. La quantité $\operatorname{tg} \alpha$ représente bien ceci.



Par contre, si l'article est réellement fondamental, on doit s'attendre à ce que la décroissance du nombre de citations après que celui-ci ait atteint le maximum M soit moins rapide.

4. Rapport coût efficacité

Il est hors de question, pour évaluer un indicateur du rendement d'un laboratoire, de chercher à diviser le nombre de citations des publications faites l'année n par le budget de cette même année. En effet, le budget de l'année n est en principe destiné à réaliser des expériences qui ne donneront lieu à des publications qu'au cours des années $n + 1$, $n + 2$, etc...

Par contre des travaux en cours, qui ont pour but de rattacher convenablement chaque citation à chaque expérience scientifique, permettront une estimation correcte du rapport coût efficacité des expériences réalisées par le laboratoire.

V. POURSUITE DE CETTE ETUDE

Elle est motivée par les deux raisons suivantes :

1^o Les estimations des quantités $N_{\infty}(h)$ ont été faites sur trop peu d'observations. Or, ces quantités ont une signification fort importante. Il y a donc tout lieu d'augmenter le nombre d'observations ce qui permettra de réduire les chances de se tromper dans l'hypothèse faite sur la distribution de la variable aléatoire $f_i(h)$ à partir de laquelle sont calculées les quantités $N_{\infty}(h)$.

2^o Les délais nécessités par la réalisation de l'expérience (satellite, par exemple), le traitement des données, la publication de l'article et la circulation de l'information sont assez longs. Par conséquent, le fruit des travaux de certaines équipes n'apparaîtra que dans quelques années.

Il faut ajouter à cela que la formation d'un chercheur dans les disciplines spatiales nécessite plus de temps (5 ans environ) que celui couramment admis dans les autres disciplines. Or, certains des laboratoires pris en compte dans cette étude n'existent que depuis 3 ans, ils sont dans une phase de « démarrage » et il est souhaitable de poursuivre cette étude pour mieux distinguer leur tendance et apprécier ainsi la rentabilité des investissements.

VI. CONCLUSION

Pour préparer les plans à venir, pour prendre nombre de décisions, il est nécessaire d'élaborer une stratégie en matière de recherche fondamentale.

Cette stratégie implique la programmation de l'effort humain et financier en fonction de certaines contraintes. Mais des difficultés surgissent dans la réalisation de cette programmation, surtout dans les domaines dans lesquels la connaissance est aujourd'hui la seule motivation, ou ceux dont il n'est pas possible de préciser à l'heure actuelle l'utilité économique même à long terme.

L'inexistence d'un « marché » au sens classique du terme, dans le domaine scientifique et l'ambiguïté de la notion de valeur qui en résulte est une de ces difficultés.

La méthode exposée ici, parce qu'elle permet de posséder une évaluation précise et objective de l'activité scientifique, peut contribuer à résoudre cette difficulté et apporter pour l'avenir l'espoir de disposer un jour d'une information plus sérieuse pour étayer les décisions.