



**Mesure de l'impact du télescope spatial Hubble :  
les données ouvertes comme catalyseur pour la  
science**

**Jill Lagerstrom**  
Bibliothécaire en chef  
Space Telescope Science Institute  
Baltimore, MD États-Unis

*Traduction :*  
*Elise Hudon Schwartz*  
*(DSS en traduction l'université de Montréal, Québec, Canada)*

**Meeting: 155. Science and Technology Libraries**

WORLD LIBRARY AND INFORMATION CONGRESS: 76TH IFLA GENERAL CONFERENCE AND ASSEMBLY

10-15 August 2010, Gothenburg, Sweden  
<http://www.ifla.org/en/ifla76>

**Résumé :**

*La Bibliothèque du Space Telescope Science Institute et l'Archive de données MAST suivent la productivité (nombre d'articles évalués par des pairs) et l'impact (nombre de citations) du télescope spatial Hubble (HST) dans la littérature astronomique. Je vais décrire notre méthodologie pour la collecte et l'analyse de ces données avec la bibliographie HST. Surtout, je vais illustrer comment nos statistiques de publication peuvent être utilisées pour démontrer comment les données d'archives libres d'accès ont constamment influencé la productivité et l'impact du HST sur la littérature de l'astronomie avec le temps.*

**Introduction**

Au cours des dernières années, il y a eu beaucoup de discussion portant sur l'e-science, l'accès libre et la science comme bien public. Par exemple, le droit exclusif d'utilisation du génome humain a créé beaucoup de controverse à propos de la propriété publique/privée de données génétiques (Bentley, 1996). Les grands projets scientifiques et la « mini-science » créent de plus en plus de données à être consommées par les chercheurs (NSF, 2007). Le « Committee on Data for Science and Technology » a été formé pour « renforcer la science internationale pour le bien de la société en favorisant une gestion et une utilisation améliorées de données scientifiques et techniques »<sup>1</sup>. Le domaine de l'astronomie fournit un excellent modèle pour démontrer la valeur de la science ouverte et des données d'archives en libre-accès à travers des analyses bibliométriques. Le présent article décrit le travail effectué et la méthodologie utilisée au Space Telescope Science Institute (STScI) par une équipe de bibliothécaires, d'analystes d'archives et d'astronomes dans l'utilisation de la bibliométrie

<sup>1</sup> <http://www.codata.org/index.html>

pour montrer comment les données scientifiques archivées en libre-accès ont donné forme au paysage bibliographique de la découverte scientifique et de l'utilisation de données par la communauté astronomique. Nous montrerons que les astronomes utilisent des données d'archives en libre-accès pour réaliser des études scientifiques originales ayant un impact significatif sur la littérature astronomique.

Les astronomes, en général, sont assez efficaces pour partager des produits intellectuels. Ils ont été des utilisateurs précoces de plusieurs aspects du « libre-accès ». Par exemple, les revues les plus importantes de leur communauté, qui sont aussi les quatre principales revues en astronomie, *Astronomical Journal*, *Astrophysical Journal*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* et *Astronomy & Astrophysics* sont toutes disponibles gratuitement sous forme numérique deux à trois ans après leur publication. *Astronomical Journal* et *Astrophysical Journal*, toutes deux publiées par l'Institute of Physics pour l'American Astronomical Society, sont subventionnées par des frais imposés à la page (selon le modèle « auteur-payeur » du libre-accès), ce qui garde les coûts d'abonnement relativement peu élevés. La plupart des astronomes déposent leurs prépublications sous forme numérique à la section astrophysique du site arxiv.org. Le Astrophysics Data System fut un pionnier dans la numérisation de la littérature astronomique historique à la naissance du World Wide Web. Le concept du libre-accès s'étend aussi aux données astronomiques, comme nous le verrons dans l'analyse suivante.

Pour comprendre le contexte de notre analyse de l'impact que les données du HST ont eu sur la littérature astronomique, il est important d'abord de comprendre certaines choses sur le télescope, comment les observations sont sélectionnées et comment elles sont mises à la disposition de la communauté astronomique.

### **Le télescope spatial Hubble**

Le télescope spatial Hubble, qui célèbre cette année son 20<sup>e</sup> anniversaire, est « un programme coopératif de l'Agence spatiale européenne (ASE) et de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) de maintien d'un observatoire spatial à long terme pour le bénéfice de la communauté astronomique internationale »<sup>2</sup>. Se déplaçant à 17 500 milles à l'heure à une altitude de 353 milles, Hubble met 97 minutes à compléter une orbite de la Terre. Cinq missions d'entretien par navettes spatiales ont réparé et rénové l'ensemble des instruments de Hubble, qui inclut maintenant trois caméras, deux spectrographes et des détecteurs de guidage de précision. Hubble observe les longueurs d'ondes ultraviolettes, optiques et infrarouges proches.

Pourquoi mettre un télescope dans l'espace ? Il y a deux bonnes raisons : l'une est pour éviter la turbulence de l'atmosphère terrestre ; l'autre est que les longueurs d'ondes ultraviolettes et infrarouges ne sont vraiment observables que de l'espace car elles sont fortement absorbées par l'atmosphère terrestre. HST a effectué de nombreuses percées dans les découvertes astronomiques et a résolu plusieurs problèmes astronomiques qui n'avaient jusqu'alors pas de solution. L'accélération de l'univers, la fusion de galaxies, l'âge de l'univers, l'énergie sombre, une molécule organique sur une planète extrasolaire et des trous noirs au centre de galaxies sont quelques-unes des plus grandes découvertes de Hubble. 120 giga-octets de données scientifiques sont téléchargées depuis le télescope chaque semaine. À ce jour, HST a

---

<sup>2</sup> [http://www.stsci.edu/hst/HST\\_overview/](http://www.stsci.edu/hst/HST_overview/)

produit plus de 8 000 articles évalués par des pairs dans la littérature astronomique. Ces papiers ont été cités à plus de 300 000 reprises.

### **Le cycle de vie des données : de la proposition à l'archive à la publication**

Comment les données astronomiques provenant d'HST se rendent-elles entre les mains d'astronomes pour qu'ils puissent utiliser les observations afin de faire des découvertes à propos de l'univers et publier ces découvertes dans des revues scientifiques ? Ce qui suit est un exposé simplifié de la procédure. Pour une description complète de l'observation d'HST, veuillez visiter le « HST Overview » sur le site web du STScI.<sup>3</sup>

Le processus débute avec une proposition. À la différence de certains autres observatoires et de plusieurs missions antérieures de la NASA, n'importe qui peut soumettre une proposition. Il n'y a aucune restriction concernant la nationalité ou l'affiliation académique. Des équipes d'astronomes soumettent des propositions, qui sont ensuite évaluées et sélectionnées pour une recommandation d'observation par le Comité d'Attribution du Temps (CAT). Chaque « cycle » HST a un CAT dédié à examiner ses propositions. Un cycle est constitué d'approximativement une année d'observations. Un cycle typique de douze mois consiste en à peu près 3 000 orbites du HST autour de la Terre. Une orbite produit 50-55 minutes de temps d'observation. Chaque CAT est constitué d'environ 12 panels, chacun représentant une catégorie scientifique spécifique—objets du système solaire, formation des étoiles, trous noirs et univers lointain—composé de membres de la communauté astronomique internationale. Le CAT fait passer les propositions par un rigoureux processus de contrôle par les pairs. À la fin, les propositions sont sélectionnées sur la base de critères incluant le nombre d'orbites requises et afin de dédier du temps d'observation à tous les sous-champs. Pour donner une idée de la nature compétitive du processus, 958 propositions ont été soumises pour le Cycle 17; 228 programmes ont été recommandés par le CAT.

Les propositions acceptées pour de nouvelles observations sont nommées propositions « Guest Observer » (Observateur invité) ou « GO ». Jusqu'à 10% du temps du télescope est réservé à du temps « Director's Discretionary » (à la discrétion du Directeur). Ces programmes sont largement dédiés à l'observation de phénomènes inattendus ou transitoires importants ou à de plus grands projets d'intérêt communautaire étendu. Les programmes instantanés sont des programmes de type « enquête » pour lesquels les observations requises durent moins d'une orbite. Ces programmes augmentent le rendement global de l'observatoire car ils peuvent être insérés « entre » des observations nécessitant un nombre élevé d'orbites. Finalement, les programmes d'observation parallèles sont des observations utilisant un appareil autre que l'appareil principal du programme en cours pour collecter des observations en parallèle au programme scientifique principal. Comme vous le constatez à partir cette description, chaque seconde du temps de télescope est planifiée en détail pour maximiser sa production scientifique.

Une fois les observations faites, les données sont transmises depuis le télescope jusqu'à la Terre. L'équipe du Space Telescope Science Institute à Baltimore prépare les données pour les équipes ayant fait les propositions. Une fois les données entre les mains des «GOs», ceux-ci ont jusqu'à un an d'utilisation exclusive des données pour publier des articles basés sur les découvertes faites avec celles-ci. L'équipe peut renoncer à cette année d'usage exclusif. Les

---

<sup>3</sup> [http://www.stsci.edu/hst/HST\\_overview/](http://www.stsci.edu/hst/HST_overview/)

observations *Director's Discretionary* sont généralement mises immédiatement à la disposition de la communauté astronomique entière. Donner aux proposeurs un an d'accès exclusif aux données assure un équilibre entre les droits des proposeurs et la création d'un bien public, l'archive de données HST libre d'accès pour tous.

Une fois les données disponibles au public, elles peuvent être téléchargées à partir de la *Multimission Archive at STScI* (MAST)<sup>4</sup>. Une des tâches de MAST est de fournir des archives de données et des produits scientifiques de haut niveau à la communauté astronomique. Les longueurs d'ondes ultraviolettes, optiques et infrarouges proches sont le sujet principal de l'archive. N'importe qui peut entrer une requête dans l'archive de données MAST pour chercher et télécharger des observations HST. De plus, des recherches sur MAST peuvent être effectuées avec des outils de méta-recherche plus larges comme la NASA/IPAC Extragalactic Database et le Virtual Observatory.

### **Construire la bibliographie HST**

Une équipe bibliométrique au STScI construit la bibliographie HST<sup>5</sup>, une base de données interrogeable de toutes les publications scientifiques HST. La présente équipe est constituée du Bibliothécaire en chef, d'un technicien en documentation/bibliographe, du chef du service d'archives scientifiques et d'un astronome. Pour construire la bibliographie, nous commençons par faire une recherche dans le plein texte des revues d'astronomie les plus importantes à partir du nom du télescope ainsi que de ses multiples instruments<sup>6</sup> à l'aide du logiciel FUSE développé à la European Southern Observatory Library (Erdmann, 2010). Après avoir écarté les résultats erronés (HST peut également vouloir dire « Hawaiian Standard Time »), nous évaluons chaque article pour décider si nous l'incluons dans la bibliographie HST ou pas.

La philosophie qui sous-tend la classification des articles est d'inclure uniquement les articles qui présentent une analyse de données HST proposant une conclusion scientifique. Autrement dit, le simple fait de citer des résultats trouvés par d'autres ayant utilisé les données HST n'est pas suffisant pour qu'un article ait le statut d'article scientifique HST. La quantité de données HST incluse n'est pas un facteur. En fait, certains articles peuvent contenir des données obtenues de plusieurs télescopes. Tant que des observations HST font partie de l'analyse, nous comptons cela comme un article scientifique HST. De plus, les articles se concentrant uniquement sur les instruments eux-mêmes sont collectés mais ne sont pas considérés comme faisant partie de la bibliographie d'articles scientifiques. Si un article est trop vague quant à la source des données, nous l'étiquetons comme article « gris » et ne l'incluons pas dans nos analyses. Nous collectons autant les articles évalués ou non par des comités de pairs, mais n'effectuons une collecte systématique et des analyses que d'articles évalués par un comité de pairs.

Pour satisfaire notre curiosité, nous avons décidé, pour une certaine période de temps, de compter également le nombre de fois où HST et ses instruments sont simplement mentionnés dans un article d'une des quatre revues d'astronomie les plus importantes. Ceci démontre l'influence plus large d'HST dans la littérature. Dans plusieurs de ces articles, la science HST est utilisée pour mettre en contexte des nouvelles recherches. Par exemple, un chercheur est

---

<sup>4</sup> <http://archive.stsci.edu/>

<sup>5</sup> <http://archive.stsci.edu/hst/bibliography/>

<sup>6</sup> Hubble ACS STIS HST HRS HSP HUDF GHRS GOODS FGS FOS NICMOS FOC WFPC WFPC1 WFPC2 HDF HLA

souvent motivé par une observation HST à observer un objet astronomique particulier à une longueur d'ondes différente avec un autre télescope.

Une fois les articles collectés, nous assignons des métadonnées, certaines manuellement et d'autres de façon automatique. Premièrement, nous déterminons quel instrument a été utilisé pour collecter les données analysées. Deuxièmement, nous identifions le programme duquel viennent les données. Certains auteurs sont très francs par rapport à la source de leurs données. D'autres le sont malheureusement moins. Pour ceux-ci, nous faisons un peu de travail de détective dans l'ombre pour déterminer quelles observations ils ont utilisé. Certains identificateurs (ID) de programmes se révèlent introuvables. C'est le cas pour ~6% des articles de la base de données. La base de données bibliographique est ensuite rattachée à la base de données des propositions où de plus amples analyses peuvent être effectuées sur la productivité et l'impact des propositions d'après le nombre d'orbites, la catégorie scientifique, etc.

Finalement, nous déterminons si un article est « non archive » (« GO ») « partiellement archive » ou « totalement archive ». Ces méta-étiquettes nous permettent d'évaluer l'influence des types d'observations dans la littérature. Pour ce faire, nous exécutons une recherche automatique qui compare les auteurs des articles et les auteurs de la proposition des données analysées dans l'article. Si un article n'a pas d'auteur qui faisait également partie de l'équipe ayant proposé l'utilisation des données, nous considérons l'article comme article « archive ». Pour les articles dont un auteur était également un proposeur, nous le considérons comme article « non archive ». Les articles « totalement archive » n'ont aucun auteur commun entre l'article et toutes les propositions utilisées. Des articles « partiellement archive » utilisent des données des programmes qui ont un auteur commun avec l'article, mais aussi de programmes avec lesquels ils n'ont pas d'auteur commun. Nos estimations sont prudentes : le nombre d'articles « totalement archive » est sûrement sous-estimé car il peut y avoir des cas où un auteur utilise les données d'une façon qui n'avait pas été prévue dans la proposition originale.

Les statistiques de citations pour chaque article sont importées du Astrophysics Data System<sup>7</sup>. L'ADS est un « portail de bibliothèque numérique pour des chercheurs en astronomie et en physique, opéré par la Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) à l'aide d'une subvention de la NASA ». De plus, nous fournissons à l'ADS de l'information pour pouvoir limiter les résultats de recherche AST à la bibliographie HST. De surcroît, les notices bibliographiques de l'ADS sont reliées à l'archive MAST et fournissent des liens vers les données utilisées dans les articles.

### **Statistiques de publication**

Que pouvons-nous tirer des statistiques générées par la base de données des publications? Comment sont-elles utilisées pour démontrer la valeur du télescope et son impact sur la littérature astronomique? Comment ces statistiques de publication montrent-elles la valeur des archives de données libres d'accès et leur rôle comme source de découvertes scientifiques? Ces questions peuvent être abordées sous plusieurs angles<sup>8</sup>.

---

<sup>7</sup> <http://www.adsabs.harvard.edu/>

<sup>8</sup> Pour d'autres analyses des publications HST, voir Apai, 2010.

Pour commencer, nous pouvons simplement montrer le nombre d'articles et de citations générés par le télescope, ses divers instruments et ses programmes. La Figure 1 montre combien d'articles évalués par un comité de pairs sont publiés annuellement et les catégorise selon s'ils sont « archive », « partiellement archive » ou « non archive » (GO). Un graphique similaire, qui montre le nombre de citations par type d'article évalué par des pairs, est présenté dans la Figure 2. De plus, nous pouvons voir le nombre moyen de citations par article évalué par des pairs pour ces catégories dans la Figure 3.

Nous voyons sur la Figure 1 qu'au tout début, tout de suite après le lancement, quand les premières données ont été rendues disponibles, le corps des articles scientifiques HST était dominé par des articles « GO », c'est-à-dire des articles publiés par les membres de l'équipe qui avaient gagné le temps du télescope pour générer les données. Lorsque ces données sont devenues accessibles à la communauté, de plus en plus de scientifiques ont commencé à les utiliser dans leurs articles. Dans les années récentes, le nombre d'articles « archive » rivalise avec celui d'articles « GO ». En 2008, il y avait 303 articles évalués par des pairs dans la catégorie « archive » et 233 dans la catégorie « GO ». De plus, l'impact que les articles « archive » ont eu suit de près celui des articles « GO », comme le démontrent les Figures 2 et 3. La combinaison des articles partiellement et totalement « archive » rattrape de façon constante les articles « GO » alors que de plus en plus de données sont rendues accessibles après lancement. Les articles « archive » forment une part considérable de la « part de marché » dans le corpus d'articles scientifiques HST.

Richard L. White, scientifique archiviste senior à STScI, a écrit un article (White, 2010) qui sera publié dans le *Astro2010 Decadal Survey*, une collection de documents écrits par la communauté astronomique, qui fait des recommandations pour orienter l'avenir du financement de la recherche astronomique. White a fait équipe avec des membres du Chandra X-Ray Observatory, une autre mission spatiale. Il démontre clairement l'importance et la valeur de l'archive de données astronomiques en utilisant notre base de données de publications HST pour montrer l'importance d'articles de type « archive ». Son travail propose des analyses additionnelles, telles que l'examen des articles les plus cités pour montrer la prévalence du travail d'archives, et démontre que la science de l'archive n'a pas pour mission que de « nettoyer les rebus » dans le monde des réalisations astronomiques. L'archive de Chandra Science, bien que Chandra soit une mission bien plus jeune, démontre des tendances similaires dans l'usage de données par la communauté astronomique. White soutient de façon pertinente que le simple fait de fournir des données gratuites n'est pas suffisant ; c'est la création d'archives accessibles et conviviales qui facilite vraiment la science.

Une autre façon d'illustrer l'étendue de l'utilisation des données HST est de regarder les affiliations listées dans les articles scientifiques HST. Le Tableau 1 montre le détail par pays des affiliations listées dans les articles scientifiques HST « totalement archive » en 2008. Dans les 303 articles publiés en 2008, 1714 affiliations sont listées<sup>9</sup>. Les données d'affiliations dans l'ADS ne sont pas complètes. Quoiqu'il en soit, nous pensons quand même que la production d'une liste d'affiliations, aussi incomplète soit-elle, montre l'étendue de l'usage des données HST. Des scientifiques de 38 pays, de chaque continent peuplé, ont participé à rédaction d'articles utilisant des données HST « totalement archive » en 2008.

---

<sup>9</sup> Notez que ceci est une liste totale d'affiliations, et non pas d'auteurs ou d'articles distincts. Nos données montrent que dans cet échantillon la Lituanie était listée quatre fois en tant qu'affiliation. Ceci pourrait être pour un seul ou pour quatre articles, dépendant de la combinaison des co-auteurs.

Quel genre de découvertes peuvent-elles être faites avec des données d'archives ? En 2009, une équipe d'astronomes de l'Université de Toronto, menée par David Lafrenière, a développé de nouvelles techniques pour traiter les données astronomiques et, grâce à celles-ci, a découvert une planète cachée dans une image d'archive de Hubble<sup>10</sup>. Qui sait quelles autres planètes se cachent encore dans les archives ? Des techniques de traitement de données nouvelles et innovantes pourraient mener à de nouvelles découvertes dans de « vieilles données ». Les données d'archives HST ont été utilisées à bon escient à proximité de leur domicile aussi. En 1998, une équipe menée par Robin Evans, de JPL en Californie, a utilisé des images d'archives pour découvrir de nouveaux astéroïdes<sup>11</sup>. Ces découvertes étaient complètement inattendues – les astéroïdes n'étaient pas l'objectif scientifique premier de l'analyse des observations. Quatre-vingt-seize objets ont été rapportés au *Minor Planet Center* de l'Union Astronomique Internationale. De ceux-ci, la plupart étaient des astéroïdes nouvellement découverts ; de nouvelles données sur des astéroïdes déjà connus ont été utilisées pour mettre à jour l'information sur leurs orbites. Notre dernier exemple porte sur une supernova<sup>12</sup>. Les précurseurs de supernova sont des découvertes très rares. Les astronomes ont émis des théories sur l'apparence d'une étoile avant qu'elle n'explose, mais ont rarement pu trouver les données nécessaires pour analyser ces précurseurs. En 2005, une étoile a explosé. Par chance, HST avait pris des photos de l'étoile en 1997 pour des raisons scientifiques. Cette donnée d'archives a pu fournir un véritable « chaînon manquant » dans la recherche astronomique.

## **Conclusion**

À l'aide de notre base de données bibliographique soigneusement construite, nous pouvons clairement démontrer la valeur d'articles d'archives par des analyses bibliométriques. La productivité et l'impact d'articles d'archives rivalise avec celles d'articles écrits par ceux qui ont les droits exclusifs d'utilisation de nouvelles données pour une période d'un an. Des auteurs provenant de 38 pays ont utilisé des données non propriétaires en 2008 seulement. Nous pouvons aussi montrer qualitativement, à l'aide d'exemples, l'utilisation heureuse d'images d'archive et l'utilisation de nouvelles techniques innovatrices pour faire de nouvelles découvertes à l'aide de « vieilles » données.

On peut se demander si les laboratoires avec archives sont plus productifs et s'ils ont un plus grand impact. D'après la dernière recherche de Victoria Trimble (Trimble, 2010), qui utilise le taux de comptage (*fractional counting*) pour évaluer la productivité et l'impact dans les revues astronomiques majeures, les articles ayant réutilisé seulement des observations d'archives en 2008 étaient légèrement plus cités. La comparaison entre les bibliographies de télescopes doit être effectuée avec soin car les observatoires différents utilisent des méthodes et des critères variés dans la création de listes de publications<sup>13</sup>. Mettant justement l'accent sur ce point, un article récent dans *Nature* (Lane, 2010) demande que « les mesures scientifiques soient plus scientifiques ». De plus, une étude récente par l'auteur (Lagerstrom, 2010) a révélé des problèmes à résoudre dans la fiabilité et la validité de données de bibliographies de télescopes pour que les comparaisons soient justes. Heureusement, des efforts sont déployés pour établir des standards et pratiques exemplaires pour la création de ces bibliographies. (Pour plus d'information, voir Grothkopf, 2010 et Kitt, 2010).

---

<sup>10</sup> <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2009/15/full/>

<sup>11</sup> <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1998/10/>

<sup>12</sup> <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2009/13/>

<sup>13</sup> La bibliothèque du European Southern Observatory liste des statistiques variées récupérées par des observatoires sur son site web : <http://www.eso.org/sci/libraries/edocs/ESO/ESOstats.pdf>

Le thème de ce congrès est Accès libre au savoir, promouvoir un progrès durable. Les descriptions et analyses fournies dans ce texte montrent que les astronomes et bibliothécaires donnent de l'importance au partage ouvert et libre du savoir. Notre prochain défi sera d'assurer la préservation des données pour les générations futures. De plus, il est important que nous en fassions plus pour partager et préserver les données traitées par des astronomes individuels en plus des données « brutes » qui sont actuellement partagées. Il y a lieu de croire que la communauté astronomique servira de modèle et d'inspiration pour ceux qui veulent promouvoir le partage de produits scientifiques et que notre bibliographie HST pourra être employée pour faire des pas, ou même des grands sauts, dans cette direction.

### **Remerciements**

À l'équipe bibliométrique de STScI : Daniel Apai, Jill Lagerstrom, Elizabeth Fraser, Karen Levay et Alexis Truitt. Au HST Mission Office pour les bourses de voyage qui nous permettent de participer au congrès de l'IFLA 2010. À Rick White pour l'article Astro 2010 qui démontre l'impact de l'archive de données HST. Cette recherche a utilisé le Astrophysics Data System de la NASA.

### **Bibliographie**

Apai, Daniel; Lagerstrom, Jill; Reid, Ian Neill; Levay, Karen L.; Fraser, Elizabeth; Nota, Antonella and Henneken, Edwin. (2010) Lessons from a High-Impact Observatory : The Hubble Space Telescope's Science Productivity between 1998 and 2008. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, sous presse.

Bentley, David R. (1996) Genomic Sequence Information Should Be Released Immediately and Freely in the Public Domain. *Science* 274, 533-534. Consulté à : <http://www.jstor.org/stable/2899624>.

Erdmann, Christopher and Grothkopf, Uta. (2010) Next generation bibliometrics and the evolution of the ESO Telescope Bibliography, in: *Library and Information Services in Astronomy VI*, Isaksson, E., Lagerstrom, J., Bawdekar, N. and Holl, A. (eds.), Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, ASP Conference Series, sous presse.

Grothkopf, Uta and Lagerstrom, Jill. (2010) Telescope Bibliometrics 101, in : *Future Professional Communication in Astronomy II* 13-14 April 2010, à paraître.

Kitt, Sandra and Grothkopf, Uta. (2010) Telescope Bibliography Cookbook: Creating a Database of Scientific Papers that Use Observational Data in: *Library and Information Services in Astronomy VI*, Isaksson, E., Lagerstrom, J., Bawdekar, N. and Holl, A. (eds.), Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, ASP Conference Series, sous presse.

Lagerstrom, Jill. (2010) Comparison of methods for creating telescope bibliographies, in: *Library and Information Services in Astronomy VI*, Isaksson, E., Lagerstrom, J., Bawdekar, N. and Holl, A. (eds.), Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, ASP Conference Series, sous presse.

Lane, Julia. (2010) Let's make science metrics more scientific. *Nature* 464, 488-489. doi:10.1038/464488a.



[NSF] National Science Foundation. (2007) Cyberinfrastructure Vision for 21<sup>st</sup> Century Discovery. Consulté à : [www.nsf.gov/pubs/2007/nsf0728/index.jsp](http://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf0728/index.jsp).

Trimble, Virginia and Ceja, J.A. (2010) Productivity and impact of astronomical facilities: a recent sample. *Astronomische Nachrichten* 331, 338-345, doi:10.1002/asna.200911339.

White, Richard L.; Accomazzi, Alberto; Berriman, G. Bruce; Fabbiano, Giuseppina; Madore, Barry F.; Mazzeella, Joseph M.; Rots, Arnold; Smale, Alan P.; Storrie, Lombardi, Lisa; and Winkelman, Sherry. (2010) The High Impact of Astronomical Data Archives in: *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey*, Position Papers, no. 64, sous presse.

## Annexes

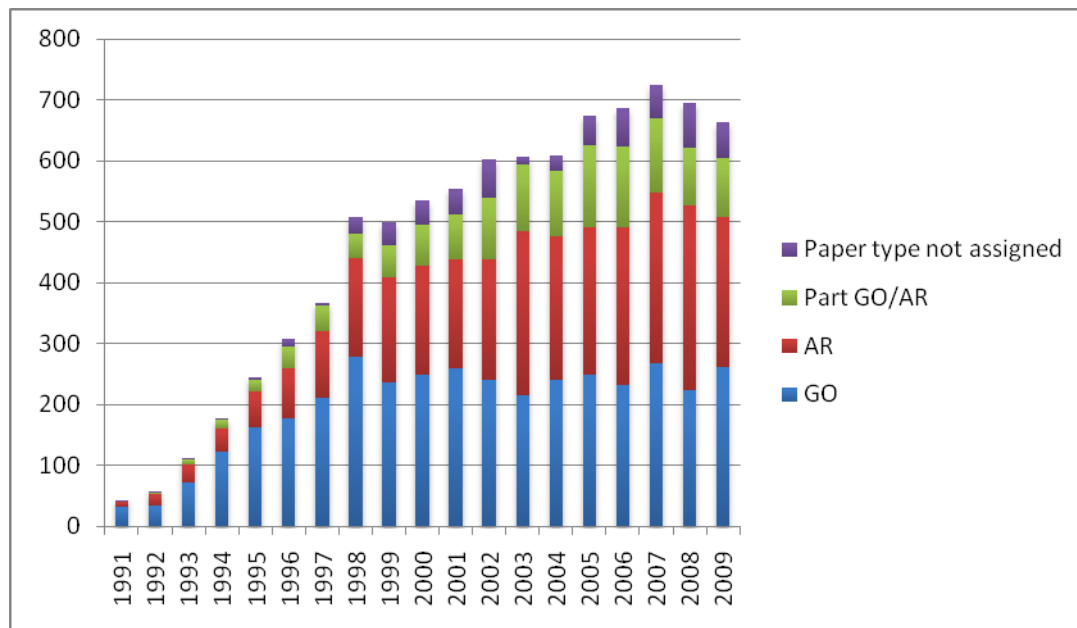


Figure 1. Nombre d'articles par année par type d'article.

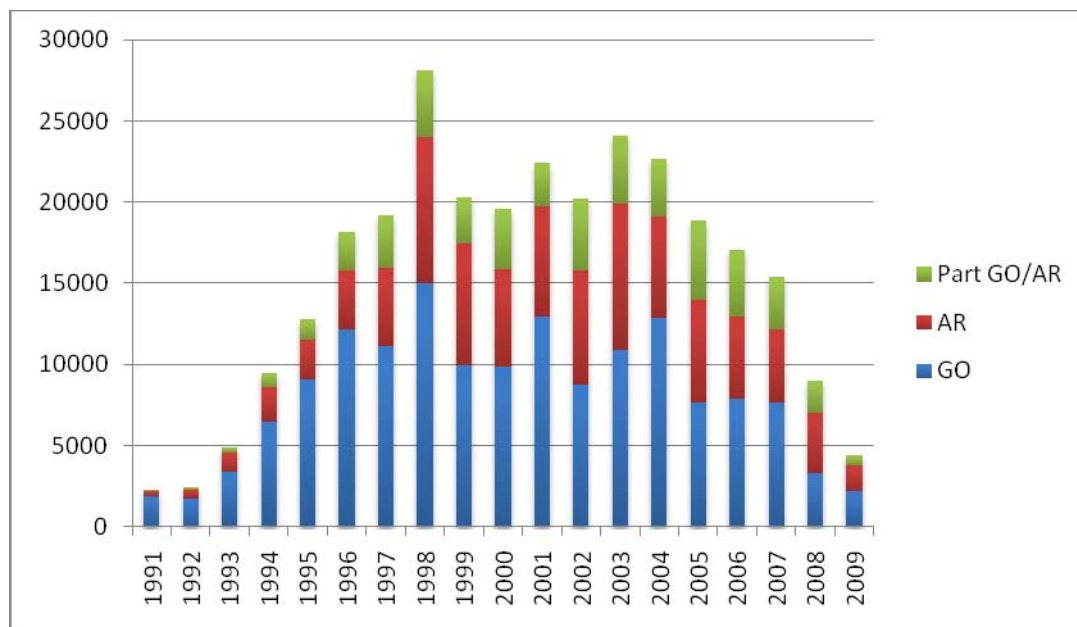


Figure 2. Nombre de citations par année par type d'article.

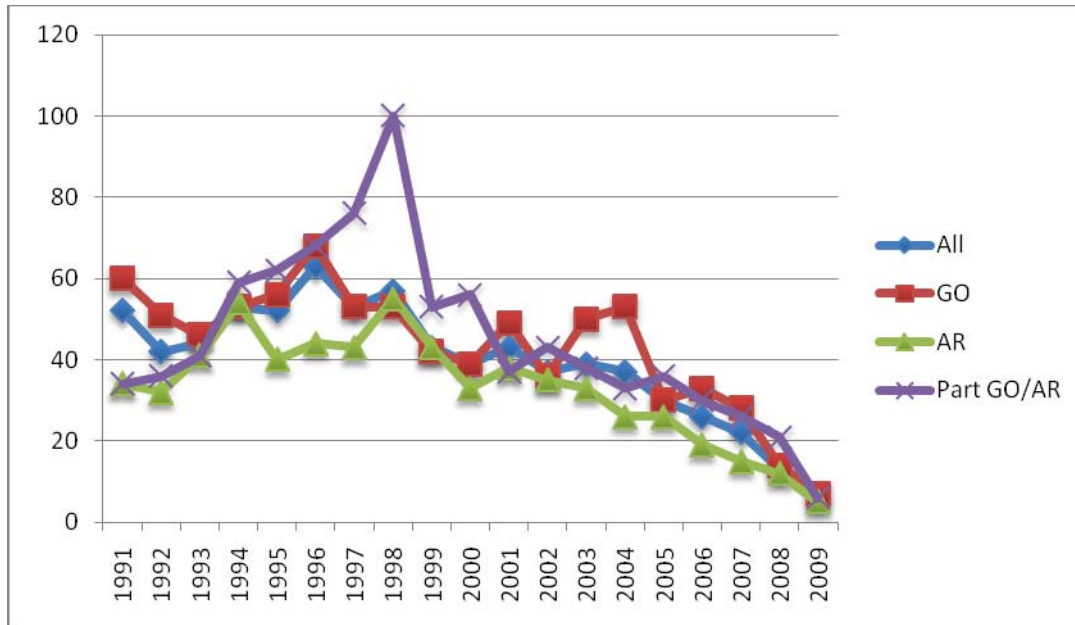


Figure 3. Nombre moyen de citations par article par année par type d'article.

Country	Number of papers	Country	Number of papers
Cyprus	1	Finland	17
New Zealand	1	Russia	17
Portugal	1	Brazil	18
Singapore	1	Belgium	20
Ukraine	1	Denmark	21
Hungary	3	Sweden	23
Georgia	4	Japan	30
Israel	4	Korea	33
Lithuania	4	Chile	38
Austria	5	Canada	39
Ireland	6	Australia	40
Poland	6	Mexico	42
Switzerland	6	Netherlands	44
Greece	7	Spain	71
Bulgaria	8	UK	112
Argentina	9	France	121
Taiwan	10	Germany	174
India	11	Italy	196
South Africa	14	US	529

Tableau 1. Nombre d'affiliations nationales listées dans des articles « totalement archive » en 2008.



Télescope spatial Hubble. Dernier envoi au-dessus de la Terre après la mission de service en 2009. Crédit : STScI



Image publiée pour le 20<sup>e</sup> anniversaire HST. Une montagne de gaz et de poussière s'élevant dans la Carina Nebula. Crédit : NASA, ESA et M. Livion et l'équipe du 20<sup>e</sup> anniversaire de Hubble (STScI)