



HAL
open science

Diffusion d'un théorème : l'exemple d'un théorème de Robert de Montessus de Ballore, de 1902 à nos jours.

Hervé Le Ferrand

► **To cite this version:**

Hervé Le Ferrand. Diffusion d'un théorème : l'exemple d'un théorème de Robert de Montessus de Ballore, de 1902 à nos jours.. 2010. hal-00521135v1

HAL Id: hal-00521135

<https://hal.science/hal-00521135v1>

Preprint submitted on 25 Sep 2010 (v1), last revised 28 May 2015 (v3)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Diffusion d'un théorème : l'exemple d'un théorème de Robert de Montessus de Ballore, de 1902 à nos jours

Hervé Le Ferrand *

25 septembre 2010

Résumé Nous nous intéressons à la diffusion d'un théorème de Robert de Montessus de Ballore, démontré en 1902 et portant sur la convergence d'une certaine fraction continue associée à une fonction analytique à l'origine et méromorphe dans un domaine contenant l'origine. Grâce d'une part à une recherche dans différentes bases de données proposant des documents numérisés et, d'autre part à des lettres faisant partie de la correspondance de Robert de Montessus que nous avons pu recueillir auprès de sa famille, nous montrons la genèse du théorème. Puis, nous mettons en lumière que ce résultat s'est rapidement diffusé parmi les mathématiciens travaillant dans ce domaine. Nous présentons une partie de notre travail sous la forme d'un graphe représentant les auteurs citant le théorème. Nous faisons en dernier lieu l'analyse du graphe.

Mots clés Robert de Montessus, diffusion d'un théorème, fractions continues, approximants de Padé, graphe.

1 Introduction

L'objectif de ce travail est d'étudier la diffusion d'un théorème, en l'occurrence un résultat prouvé en 1902 dans le domaine des Fractions Continues. L'auteur, Robert de Montessus de Ballore([19]) alors âgé de trente-deux ans, poursuit une thèse à la faculté des Sciences de Paris. Son travail est suivi par Paul Appell. Robert de Montessus soutient sa thèse le 8 Mai 1905¹ Signalons que ses recherches sur les Fractions Continues furent récompensées par le Grand Prix de l'Académie des Sciences Mathématiques en 1906. Le grand prix fut partagé entre Robert de Montessus, Henri Padé et A. Auric.

L'origine de notre travail, en dehors de l'intérêt pour la vie et l'oeuvre scientifique de Robert de Montessus, vient de deux observations :

- a) comme nous le verrons plus loin dans les références que nous donnerons, il n'est pas rare de trouver dans les publications actuelles, dans des domaines comme par exemple celui de l'approximation par des fractions rationnelles, à une ou plusieurs variables, des résultats dont les libellés contiennent le nom Montessus de Ballore.
- b) suite à la première observation et après de premières investigations, il nous est apparu que pendant une période d'une vingtaine d'années, entre 1907 et 1927, le résultat ne semblait pas cité.

Les ouvrages de C. Brezinski ([13]) et ([14]), nous ont servi de point de départ pour notre recherche. Il nous a semblé, ensuite, nécessaire d'étudier de plus près la diffusion dans le milieu des mathématiciens du théorème de 1902. Pour cela nous avons consulté et utilisé plusieurs ressources électroniques : la base Jahrbuch ([2]), Numdam ([1]), Jstor ([3]), MathScinet ([5]), Gallica ([4]), Internet Archive ([6]), Göttinger Digitalisierungszentrums ([7]). Ainsi, nous avons pu nous assurer de façon rigoureuse que tel ou tel auteur faisait bien référence au théorème de Robert de Montessus. Par ailleurs, nous avons pu retrouver, grâce à sa famille, une correspondance qui permet de voir que Robert de Montessus était en rapport avec différents mathématiciens qui travaillaient sur la même thématique.

*Université de Bourgogne, Institut de Mathématiques de Bourgogne, 9 avenue Alain Savary, BP 47870, 21078 Dijon, France, courriel : leferran@u-bourgogne.fr

1. Le jury était composé de Paul Appell (président), Henri Poincaré et Edouard Goursat.

Dans la première partie, nous revenons sur le théorème de 1902 et son contexte. Dans une seconde partie, nous donnons une liste d'auteurs ayant fait référence au résultat de Robert de Montessus. Nous mettons en particulier en évidence que la période d'une vingtaine d'années, évoquée plus haut, comporte en réalité des citations au théorème. Nous présentons nos résultats sous la forme d'un graphe (1) construit à l'aide du logiciel Yed Graph Editor ([8]). Ce graphe est ensuite analysé en utilisant le logiciel Gephi ([9]).

2 Robert de Montessus et les fractions continues

2.1 Genèse

Robert de Montessus obtient la licence ès Sciences-Mathématiques le 24 Octobre 1901². Il débute ensuite une thèse de doctorat d'état sous la direction de Paul Appell³. En 1902, il est chargé de cours à la faculté catholique de Lille, puis en 1903, nommé Maître de conférences rémunéré et chargé des cours de Mathématiques spéciales et mécanique rationnelle. Ainsi dans le procès verbal de la séance du 7 Novembre 1902 du conseil de la Faculté des Sciences de l'Université Faculté de Lille⁴, Robert d'Adhémar, qui à l'époque est maître de conférence dans cette faculté, indique, que devant enseigner l'Analyse, il a besoin d'un suppléant pour l'enseignement des Mathématiques Spéciales. Il propose le nom de Robert de Montessus⁵ Le travail de Robert de Montessus se situe dans le domaine de l'Analyse. Sur cet aspect, on pourra se référer à ([20]) et ([15]).

Le premier signe de l'existence de son théorème se trouve dans une lettre datée du 3 Décembre 1901⁶, où Paul Appell écrit :

Vos résultats me semblent intéressants et je suis d'avis que vous les indiquiez [...] dans une note à la Société Mathématique [...]

De plus, deux lettres de Henri Padé⁷ montrent que Robert de Montessus a fait part de ses résultats à ce mathématicien alors professeur à l'Université de Poitiers ([13])^{8,9}. Donnons-en des extraits :

(lettre du 17/12/1901) *Je ne vois que des compliments à vous adresser, et la communication que vous proposez de faire à la société mathématiques me semble devoir être des plus intéressantes.*

Vous considérez, d'après votre lettre, les réduites qui forment la "ligne horizontale de rang p". Je pense qu'il s'agit des réduites pour lesquelles le degré du dénominateur est p. [...]

Enfin, vous savez que dans mes derniers travaux j'ai changé cette notation et la notion de tableau [...]

Dans cette situation, les fractions qui convergent vers la fonction seraient toutes celles qui correspondent à une même valeur de μ [...]

Henri Padé suggère à Robert de Montessus d'adopter ses nouvelles notations, ce qu'il ne fera pas. Robert de Montessus note la réduite (n, p) , qui correspond à l'approximant de Padé (n, p) de la fonction $f(x)$ en question, par $\frac{U_p^n}{V_n^p}$ avec U_p^n un polynôme de degré égal à n et V_n^p un polynôme de degré égal à p (dans le cas d'une table normale).

(lettre du 20/6/1902) *Pour ce qui touche le numéro 1 de votre note, sur lequel vous me demandez particulièrement mon avis, je vous fais confiance que c'est un point que j'ai déjà cherché à élucider moi-même. J'ai présenté à ce sujet une note à l'académie [...]*

2. D'après ce qui est inscrit dans le procès verbal de la thèse.

3. Paul Emile Appell (Strasbourg 1855 - Paris 1930). L'expression *directeur de thèse* est un peu anachronique. Paul Appell aidera Robert de Montessus durant sa carrière.

4. Les procès verbaux des séances de la Faculté des Sciences de l'Université Catholique de Lille pour les années 1886 à 1924 sont conservés aux archives de cette université sous la cote S7E.

5. On retrouve tous ces éléments dans le dossier de carrière aimablement numérisé par le service des Archives de l'Université Catholique de Lille. Nous avons à notre disposition différents courriers.

6. Fonds Famille Robert de Montessus, lettres Appell.

7. Fonds Famille Robert de Montessus, lettres Padé.

8. Nous pensons en fait que Robert de Montessus et Henri Padé ont pu se rencontrer lors du congrès international des mathématiciens en Août 1900 à Paris. Robert de Montessus a reçu un exemplaire signé de la communication faite par Henri Padé à ce congrès, intitulée *Aperçu sur les développements récents de la théorie des fractions continues*.

9. Notons que Paul Appell faisait partie du jury de thèse de Henri Padé. Il fut aussi un de ses professeurs à Paris.

Cette coïncidence n'a pas lieu de vous étonner, n'est-ce-pas, et nous ne pouvons pas espérer, que travaillant les mêmes questions, il n'arrivera jamais que nous parvenions aux mêmes résultats.

Henri Padé fait référence à son article paru en 1902, *Recherches nouvelles sur la distribution des fractions approchées d'une fonction*, Annales Scientifiques de l'ENS, 3^{ième} série, tome 19, 1902, pp 153-189. La dernière phrase de l'extrait est à mettre en perspective avec la controverse de priorité qui s'est installée entre Robert de Montessus et Henri Padé dont nous ne ferons pas l'écho ici (on pourra lire la lettre de Robert de Montessus ([21])¹⁰). D'autre part, dans un dossier nommé *Fractions continues*¹¹, des notes de Robert de Montessus nous éclairent sur le début de ses travaux :

Note du 29 Mars 1901

M. Hermite a donné l'expression de la réduite générale de la fonction exp [...]

et dans la suite de cette note,

Sur la fraction de Stieltjes 19 Avril [...]

Sur la note, dans la marge, sont d'ailleurs indiqués les noms *Hurwitz* et *Minkowski*. Signalons aussi que Robert de Montessus connaissait les travaux de S. Pincherle¹² et était en contact avec A. Pringsheim¹³

2.2 Le théorème

La conclusion de Robert de Montessus à son étude dans l'article de 1902 est :

[...] qu'étant une série de Taylor représentant une fonction $f(x)$ dont les p pôles les plus rapprochés de l'origine sont intérieurs à un cercle (C) lui-même intérieur aux pôles suivants, chaque pôle multiple étant compté pour autant de pôles simples qu'il existe d'unités dans son degré de multiplicité, la fraction continue déduite de la ligne horizontale de rang p du Tableau de M. Padé, ce tableau étant composé de réduites normales, représente la fonction $f(x)$ dans un cercle de rayon $|\alpha_{p+1}|$, où α_{p+1} est l'affixe du pôle le plus rapproché de l'origine parmi tous ceux qui sont extérieurs au cercle (C) .

L'hypothèse sur les pôles s'écrit :

$$|\alpha_1| \leq |\alpha_2| \leq \dots \leq |\alpha_p| < |\alpha_{p+1}| \leq |\alpha_{p+2}| \leq \dots$$

Robert de Montessus utilise des résultats de Jacques Hadamard ([16]) sur le comportement de polynômes dits *polynômes de Hadamard*. On trouve dans l'ouvrage de P. Henrici ([17]), pp 622-633, un exposé sur la question.

Dans l'article de E.B. Saff (voir l'intitulé plus loin), le théorème de Robert de Montessus est donné sous la forme :

Let $f(z)$ be analytic at $z = 0$ and meromorphic with precisely ν poles (multiplicity counted) in the disk $|z| < \tau$. Let D the domain obtained from $|z| < \tau$ by deleting the ν poles of $f(z)$. Then, for all n sufficiently large, there exists a unique rational function $R_{\mu,\nu}$, of type (μ, ν) , which interpolates to $f(z)$ in the point $z = 0$ considered of multiplicity $\eta + \nu + 1$. Each $R_{\eta,\nu}$ has precisely ν finite poles and, as $n \rightarrow \infty$, these pole approach, respectively, the ν poles of $f(z)$ in $|z| < \tau$. The sequence $R_{\mu,\nu}$ converges throughout D to $f(z)$, uniformly on any compact subset of D .

Les fractions $R_{\mu,\nu}$ sont les approximants de Padé (μ, ν) de f . Le développement de $f(z)$ et celui de $R_{\mu,\nu}$ coïncident jusqu'à l'ordre $z^{\mu+\nu}$ inclus. On renvoie aussi à l'ouvrage ([18]).

10. Dans une lettre datée du 1/1/1908 (fond Famille Robert de Montessus), Emile Picard écrit :

J'avais bien reçu, par l'intermédiaire de M. Gauthier-Villars, la lettre dont vous me parlez [...]

Je ne nie pas par ailleurs qu'il puisse y avoir dans cette affaire des questions de priorité ou au moins de simultanéité [...]

11. Fonds Famille Robert de Montessus.

12. Dossier Fractions continues, fonds Famille Robert de Montessus, *Sur la généralisation de systèmes récurrents au moyen d'une équation différentielle*, Acta Mathematica, 16,1892

13. Fonds Famille Robert de Montessus, lettre de A. Pringsheim du 4/2/1901.

3 Des auteurs faisant référence au théorème de Robert de Montessus.

Dans les deux paragraphes suivants, nous avons listé un certain nombre d'auteurs faisant soit référence à l'article de Robert de Montessus paru en 1902, soit citant son nom dans le corps de l'article pour son théorème ou une généralisation (extension) du théorème. Nous avons indiqué essentiellement des articles et seulement quelques ouvrages. Nous ne prétendons pas non plus à être exhaustif, pour la période débutant après la seconde guerre mondiale. Nous souhaitons surtout mettre en évidence la diffusion du théorème avant 1940 et son actualité.

3.1 Avant 1940

Nous avons déjà vu que le résultat de Robert de Montessus a été dès 1902 connu de Henri Padé. En 1905, après la soutenance de sa thèse, Robert de Montessus prend contact avec Mittag-Leffler¹⁴. C'est en 1909 que ses résultats sur les fractions continues paraîtront dans *Acta Mathematica*. L'obtention d'une partie du Grand Prix de l'Académie des Sciences de 1906 lui a assuré certainement une diffusion de son résultat. Notons que le Grand Prix de 1906 correspond en fait à une remise en jeu d'un Grand Prix proposé en 1904. Nous avons retrouvé par ailleurs deux éléments qui sont intervenus dans la diffusion du théorème de 1902. Tout d'abord une lettre de N.E. Nörlund de 1910¹⁵, dans laquelle on peut lire :

Les " Rendiconti di Palermo" ne se trouvent à aucune bibliothèque publique de Copenhague, mais j'ai obtenu aujourd'hui vos thèses.

Je suis heureux maintenant de pouvoir citer votre mémoire en reconnaissant votre priorité. Le mémoire dont j'ai eu l'honneur de vous envoyer un tirage à part, ne paraîtra que dans le tome 34 des Acta Mathematica en 1911 [...]

Il s'agit de *Fractions continues et différences réciproques*, un mémoire de plus de cent pages. Ensuite le mathématicien anglais R. Wilson prend contact avec Robert de Montessus en 1923¹⁶ :

(lettre du 19/10/1923) I am interested in the development of M. Padé's work on the representation of a function by means of a continued fractions, and find that you have contributed much recent to this subject [...]

et

(lettre du 31/10/1923) Your important work on the continued fraction, and the singularities of this function, is special interest to me [...]

Dans la liste ci-dessous apparaît J.L. Walsh. J. L. Walsh se trouve à Paris en 1920-1921 où il travaille avec Paul Montel. J. L Walsh soutient sa thèse en 1927 sous la direction de Maxime Bôcher, lui-même ayant eu pour directeur de thèse F. Klein. J.L Walsh dirigera la thèse de E. B. Saff (1968). Maxime Bôcher séjourne d'ailleurs à Paris durant l'année universitaire 1913-1914 dans le cadre d'un échange entre les université de Harvard et Paris. Signalons aussi que E.B. Van Vleck soutient une thèse en 1893 sous la direction de F. Klein et encadre la thèse de H.S. Wall en 1927. On voit donc qu'il y a des liens très forts entre ces différents mathématiciens.

1902 théorème de Robert de Montessus, *Sur les fractions continues algébriques*, Bulletin de la SMF, tome 30, p 28-36, 1902.

1903 Van Vleck E.B., *Selected topics in the theory of divergent series and of continued fractions.*, in Lectures on mathematics delivered from September 2 to 5, 1903, before members of the american mathematical society in connexion with the summer meeting held at the MIT Boston, mass., published for the american mathematical society by the Macmillan company London, 1905.

1905 thèse de Robert de Montessus, Paris, *Sur les fractions continues algébriques*, librairie scientifique A. Hermann 1905, mémoire extrait du tome XIX (1905), pp. 185-257, des Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo.

14. Fonds Famille Robert de Montessus, lettre de Mittag-Leffler du 30/12/1905. Robert de Montessus a noté sur la lettre *mémoire non envoyé*.

15. Fonds Famille Robert de Montessus, lettre de N.E. Nörlund du 29/3/1910.

16. Fonds Famille Robert de Montessus, lettres de Wilson des 19/10/1923 et 31/10/1923.

- 1907 Padé H, *Sur la généralisation des formules de Sylvester relatives aux fonctions qui se présentent dans l'application du théorème de Sturm, et sur la convergence des réduites d'une fraction rationnelle*, Annales scientifiques de l'ENS, 3 ième série, tome 24, 1907, p 519-534.
- 1907 Padé H, *Recherches sur les développements en fractions continues d'une certaine catégorie de fonctions*, Annales Scientifiques de l'ENS, 3 ième série, tome 24, 1907, p 341-400.
- 1909 de Montessus de Ballore R., *Les fractions continues algébriques.*, Acta mathematica, 32, p 257-282, 1909.
- 1910 Watson G. N., *The solution of a certain transcendental equation.*, [J] Lond. M. S. Proc. (2) 8, 162-177.
- 1913 Perron O. *Die Lehre von den Kettenbrüchen*, Leipzig und Berlin, Druck und Verlag von B.G. Teubner 1913.
- 1924 Nörlund N. E., *Vorlesungen über Differenzenrechnung*. Berlin Verlag von Julius Springer, 1924.
- 1927 Wilson R., *Divergent continued fractions and polar singularities*, Proceedings L. M. S. (2) 26, 159-168, 1927.
- 1928 Wilson R., *Divergent continued fractions and polar singularities*, Proceedings L. M. S. (2) 27, 497-512 ; (2) 28, 128-144 (1928).
- 1929 Perron O. *Die Lehre von den Kettenbrüchen*, Second edition, revised. Leipzig and Berlin, Teubner, 1929.
- 1935 Walsh J.L., *Interpolation and approximation in the complex domain*, New York, American Mathematical Society (Amer. Math. Soc. Colloquium Publ. Vol. XX), 1935.
- 1939 Scott W.T., Wall H.S., *Continued Fractions*, National Mathematics Magazine, Vol. 13, No. 7 (Apr., 1939), pp. 305-322.
- 1940 Mall J. (élève de O. Perron), *Beitrag zur Theorie der mehrdimensionalen Padéschen Tafel*, [J] Math. Z. 46, 337-349, 1940.

3.2 Entre 1945 et 1975

Nous retrouvons J. L. Walsh, puis on doit à son élève E.B. Saff plusieurs articles citant Robert de Montessus.

- 1964 Walsh J.L., *The convergence of sequences of rational functions of best approximation*, Mathematische Annalen, (page(s) 252 - 264), 1964.
- 1965 Walsh J.L., *The convergence of sequences of rational functions of best approximation II*, Transactions of the American Mathematical Society, Vol. 116 (Apr., 1965), pp. 227-237.
- 1967 Walsh J.L., *On the convergence of sequences of rational functions*, SIAM Journal on Numerical Analysis, Vol. 4, No. 2 (Jun., 1967), pp. 211-221.
- 1968 Wynn P., *Upon the Padé Table derived from a Stieltjes series.*, SIAM Journal on Numerical Analysis, Vol. 5, No. 4 (Dec., 1968), pp. 805-834.
- 1969 Saff E.B., *On the row convergence of the Walsh array for meromorphic functions*, Transactions of the AMS, vol 246, pp 241-257.
- 1972 Gragg W.B., *The Padé table and its relation to certain algorithms of numerical analysis.*, SIAM Review, Vol. 14, No. 1 (Jan., 1972), pp. 1-62.
- 1972 Saff E. B., *An extension of Montessus de Ballore's theorem on the convergence of interpolating rational functions*, Journal of approximation theory, vol 6, num. 1, pp 63-67, 1972.
- 1972 Wynn P., *Upon a convergence result in the theory of Padé table.*, Transactions of the American Mathematical Society, Vol. 165 (Mar., 1972), pp. 239-249.
- 1974 Wynn P., *Some recent developments in the theories of continued fractions and the Padé table*, Rocky mountain Journal of Mathematics, Volume 4, Number 2, Spring 1974, pp 297-323.
- 1975 Chisholm J.S.R., Grave-Morris P.R., *Generalizations of the theorem of de Montessus to two-variable approximants.*, Proc. R. Soc. Lond. A. 342, 341-372 (1975).

- 1975** Chisholm J.S.R., Jones R.H., *Relative scale covariance of N -variable approximants.*, Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, Vol. 344, No. 1639 (Aug. 12, 1975), pp. 465-470.
- 1975** Goncar A.A., *On the convergence of generalized Padé approximants of meromorphic functions.*, MATH USSR SB, 1975, 27 (4), 503-514.

3.3 Après 1975

Le théorème de Robert de Montessus est toujours cité et on voit apparaître dans des travaux sur de nouvelles formes d'approximants, comme par exemple les approximants de Padé vectoriels ou les approximants de Padé à plusieurs variables, des théorèmes du *type Montessus de Ballore*.

- 1977** Edrei A., *Equidistribution of the arguments of the zeros of Padé numerators*, Lecture Notes in Mathematics, 1977, Volume 599/1977, 30-39.
- 1981** Suetin S.P., *On Montessus de Ballore's theorem for rational approximants of orthogonal expansions*, Mat. Sb., N. Ser. 114(156), 451-464 (1981).
- 1981** Karlsson J., Saff E.B., *Singularities of functions determined by the poles of Padé approximants*, Lecture Notes in Mathematics, 1981, Volume 888/1981, 239-254.
- 1983** Lubinsky D.S., Sidi A., *Convergence of linear and nonlinear Padé approximants from series of orthogonal polynomials.*, Transactions of the American Mathematical Society, Vol. 278, No. 1 (Jul., 1983), pp.333-345.
- 1983** Ralitzia Krumova Kovaceva (Sofia), *The roots of unity and the m -meromorphic extension of functions.*, Lecture Notes in Mathematics, 1983, Volume 1039/1983, 264-275.
- 1984** Ellacott S.W., Saff E.B., *Computing with the Faber transform.*, Lecture Notes in Mathematics, 1984, Volume 1105/1984, 412-418.
- 1984** Graves-Morris P.R., Saff E.B., *A de Montessus theorem for vector valued rational interpolants.*, Lecture Notes in Mathematics, 1984, Volume 1105/1984, 227-242.
- 1985** Lutterodt C.H., *On convergence of (μ, ν) -sequences of unisolvent rational approximants to meromorphic functions in \mathbb{C}^n* , Internat. J. Math. and Math. Sci., Vol. 8 No. 4 (1985) 641-652.
- 1988** Piedra R., *On simultaneous rational interpolants of type (α, β)* , Lecture Notes in Mathematics, 1988, Volume 1354/1988, 188-198.
- 1990** W.B. Jones, O. Njåstad, E.B. Saff, *Szegő polynomials associated with Wiener-Levinson filters*, Journal of Computational and Applied Mathematics 32 (1990) 387-406.
- 1991** Brezinski C., *History of continued fractions and Padé approximants*, Springer Verlag, Berlin, 1991.
- 1991** Graves-Morris P.R., Saff E.B., *Divergence of vector valued rational interpolants to meromorphic functions*, Rocky Mountain Journal of Mathematics, vol 21, num. 1, pp 245-261, 1991.
- 1995** Liu X., *Generalizations of Montessus's theorem on the row convergence of rational interpolations*, Methods and Applications of Analysis 2 (4) 1995, pp. 442-465.
- 1996** Cuyt A., Lubinsky D.S., *On the convergence of multivariate Padé approximants*, Bull. Belg. Math. Soc. - Simon Stevin Suppl., 51-61 (1996).
- 1997** Cuyt A., Lubinsky D.S., *A de Montessus theorem for multivariate homogeneous Padé approximants.*, Annals of numerical mathematics 4 (1997), pp 217-228.
- 1997** Graves-Morris P., Van Iseghem J., *Row Convergence Theorems for Vector-Valued Padé Approximants*, Journal of Approximation Theory Volume 90, Issue 2, August 1997, Pages 153-173.
- 2000** Baker G.A., *Defects and the Convergence of Padé Approximants*, Acta Applicandae Mathematicae 61 : 37-52, 2000.
- 2000** Daras N.J., *Padé and Padé-Type Approximation for 2π -Periodic L^p Functions.*, Acta Applicandae Mathematicae 62 : 245-343, 2000.

- 2000** Garcia Z., *On Rational Interpolation to Meromorphic Functions in Several Variables*, Journal of Approximation Theory 105, pp 211-237 (2000).
- 2001** Lorentzen L., Lubinsky D.S., *Convergence versus correspondence for sequences of rational functions*, Indag. Mathem., N.S., 12 (1), 213-219, 2001.
- 2002** Roberts D.E., *The vector epsilon algorithm \tilde{U} a residual approach*, Numerical Algorithms 29 : 209-227, 2002.
- 2002** Putinar M., *On a diagonal Padé approximation in two complex variables*, Numer. Math. (2002) 93 :131-152.
- 2002** Boichu D., Robin V., *Multivariate Padé-Bergman approximants*, Numer. Math. (2002) 93 : 223-238.
- 2004** Adukov V.M., *On the Set of Uniform Convergence for the Last Intermediate Row of the Padé Table.*, arXiv, Nov. 2004.
- 2004** J-J. Sinou, F. Thouverez and L. Jézéquel, *Methods to Reduce Non-Linear Mechanical Systems for Instability Computation*, Arch. Comput. Meth. Engng. Vol. 11, 3, 257-344 (2004)
- 2005** V. I. Buslaev and S. F. Buslaeva, *Poincaré Theorem for Difference Equations.*, Mathematical Notes, vol. 78, no. 6, 2005, pp. 877-882. Translated from Matematicheskie Zametki, vol. 78, no. 6, 2005, pp. 943-947.
- 2006** Pindor M., *Padé Approximants*, J.-D. Fournier et al. (Eds.) : Harm. Analysis and Ratio. Approx., LNCIS 327, pp. 59-69, 2006.
- 2006** S. L. Skorokhodov, D. V. Khristoforov, *Calculation of the Branch Points of the Eigenfunctions Corresponding to Wave Spheroidal Functions.*, Mathematics and Mathematical Physics, 2006, Vol. 46, No. 7, pp. 1132-1146.
- 2006** Jakimovski A., Sharma A., Szabados J., *Walsh Equiconvergence of Complex Interpolating Polynomials* , Springer Monographs in Mathematics 2006.
- 2008** Sidi A., *A de Montessus type convergence study for a vector-valued rational interpolation procedure.*, Israel Journal of mathematics 163 (2008), 189-215.
- 2009** Baratchart L., Yattselev M., *Convergent Interpolation to Cauchy Integrals over Analytic Arcs*, Found Comput Math (2009) 9 : 675-715.
- 2009** Gutknecht M.H., Parlett B.N., *From QD to LR and QR, or, how were the QD and LR algorithms discovered ?*, IMA J Numer Anal (2010)
- 2009** Guillermo Lopez Lagomasino, Judit Minguez Cenicerros, *Fourier-Padé approximants for Nikishin systems.*, Constructive Approximation, 2009, vol. 30, n. 1, p. 53-69
- 2009** Suetin S.P., *On the Existence of Nonlinear Padé Chebyshev Approximations for Analytic Functions*, Mathematical Notes, 2009, Vol. 86, No. 2, pp. 264-275.
- 2010** Pere Masjuan Queralt, *Rational Approximations in Quantum Chromodynamics*, thèse, arXiv, Jun. 2010.

3.4 Analyse du graphe

Le graphe (voir la figure (1)) est un graphe orienté dont les sommets sont les auteurs et, où un arc indique une citation d'un auteur (extrémité) par un autre auteur (origine). Un auteur peut très bien faire référence à un des ses propres articles : nous avons évité en général d'indiquer un tel lien. La figure (2) représente le même graphe mais donné avec le logiciel Gephi qui permet de calculer quelques paramètres. Le graphe possède 60 sommets et 111 arêtes. Le sommet *Montessus, 1902, 1905* est un sommet dominant. Le diamètre du graphe est 3. Dans son ouvrage ([12]), A. Bonato revient sur les notions de *densité*, de *power law degree distribution* et d'*effet "petit monde"*. Gephi propose comme coefficient pour la densité 0,031, ce qui correspond à la formule habituelle. Le graphe est donc creux. Dans la notion de *power law*, on regarde pour un entier k donné (lié au graphe), le rapport entre le nombre de sommets de degré k et l'ordre du graphe. S'il existe une constante réelle $\beta > 1$, telle que ce rapport, pour tous les degrés k , soit équivalent à $k^{-\beta}$, on est dans le cadre de *power law*. Gephi donne deux coefficients β (le graphe est orienté), à savoir 1,463 et 3,656. Cela signifie en fait que la plupart des sommets ont un petit nombre de liens et que quelques sommets ont un grand nombre de liens.

Pour le phénomène "*petit monde*", Gephi propose le coefficient suivant (*clustering coefficient*) : 0,1934. Ce coefficient est celui de Watts et Strogatz ([12] pp 26-27 (pour un graphe complet, ce coefficient vaut 1).

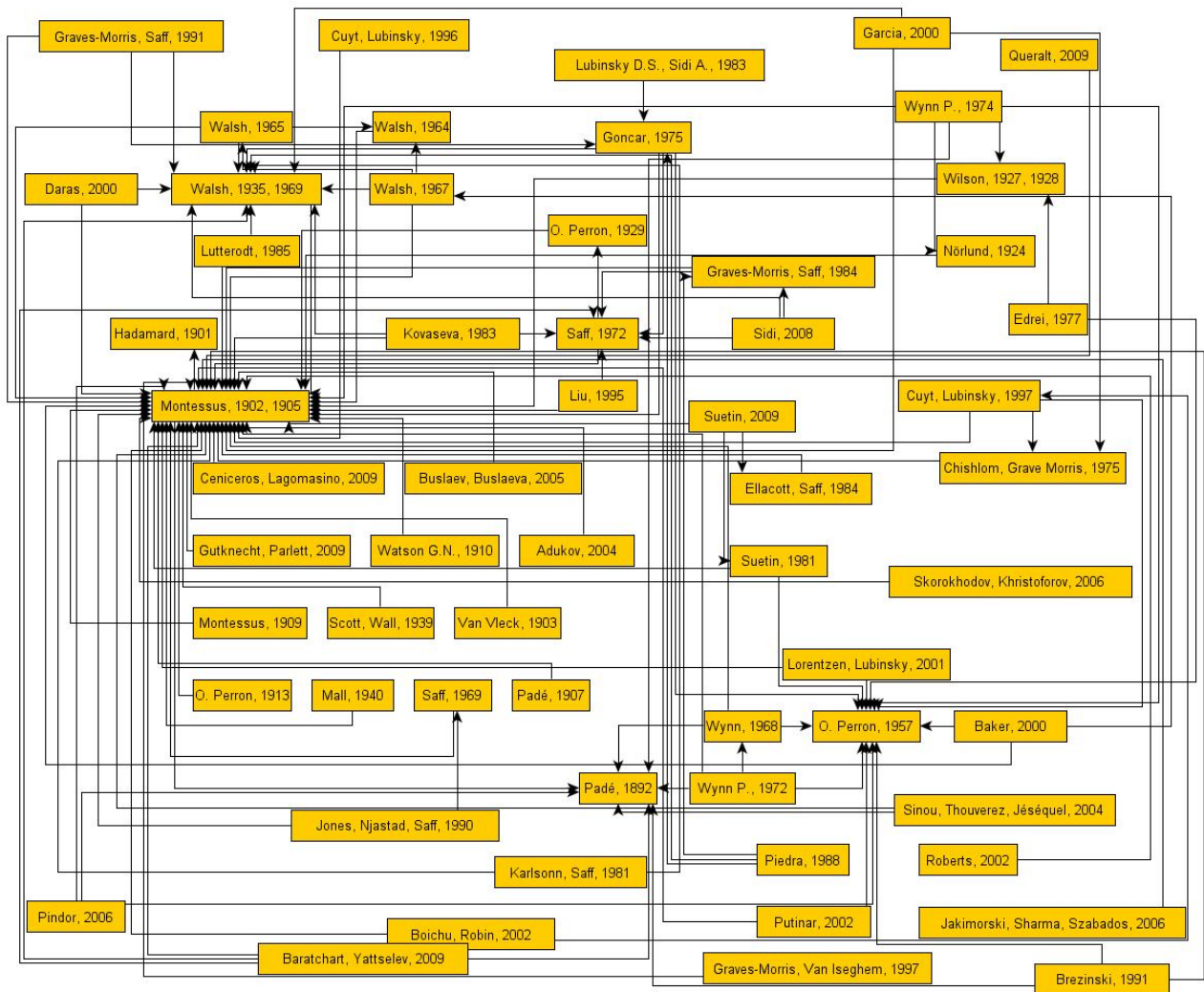


FIGURE 1 – graphe auteurs

4 Conclusion

On peut donc constater que le théorème de convergence de Robert de Montessus s’est rapidement diffusé. La notoriété acquise grâce à l’obtention d’un Grand Prix, le thème même du sujet, très porteur à l’époque et la qualité des mathématiciens qui s’y sont au départ intéressés, ont permis cette diffusion. Robert de Montessus n’a plus, à partir de 1909, publié de résultats dans le domaine des fractions continues. Après la première guerre mondiale, on retiendra les noms de Wilson et Walsh. Ce dernier sera un lien entre les années précédant la seconde guerre mondiale et celles qui la suivirent.

On notera que Robert de Montessus a publié ses résultats dans deux revues étrangères, ce qui n’était pas très courant au sein de la communauté mathématique française de l’époque ([15] pp 154-155).

Pour conclure, donnons un extrait de la lettre de recommandation écrite par Paul Appell en 1907¹⁷ suite à la candidature de Robert de Montessus à un poste à l’Université de Fribourg en Suisse :

Les travaux de M. de Montessus sur les fractions continues algébriques sont de premier ordre :

17. Fonds Famille Robert de Montessus, lettre de Paul Appell du 4/6/1907.

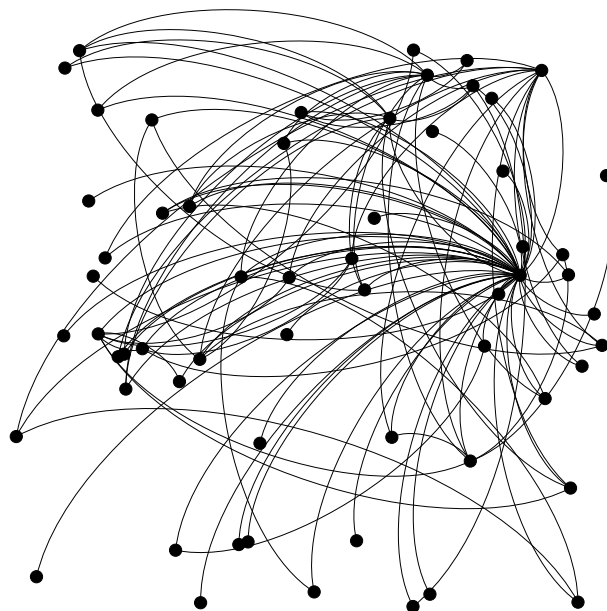


FIGURE 2 – graphe auteurs sous Gephi

c'est non seulement mon avis personnel, mais celui de mes collègues de l'Académie des Sciences, notamment MM. Poincaré et E. Picard. La théorie des fractions continues algébriques a fait de grands progrès en France depuis une vingtaine d'années ; le regretté Laguerre s'en est occupé avec des idées tout à fait neuves ; M. Padé actuellement doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux a, dans une thèse très remarquable, posé les principes généraux de la théorie. M. de Montessus a continué et étendu ces recherches en traitant la question difficile du domaine de convergence. L'Académie des Sciences vient de couronner ses travaux qui se rattachent aux questions les plus profondes de l'Analyse moderne.

Références

- [1] <http://www.numdam.org/>
- [2] <http://www.emis.de/MATH/JFM/JFM.html>
- [3] <http://www.jstor.org/>
- [4] <http://gallica.bnf.fr/>
- [5] <http://www.ams.org/mathscinet/>
- [6] <http://www.archive.org/>

- [7] <http://gdz.sub.uni-goettingen.de/en/>
- [8] <http://www.yworks.com/en/index.html>
- [9] <http://gephi.org/>
- [10] Registre AJ/16/5514, Procès verbaux d'examens, Doctorats d'état, du 1/11/1895 au 11/11/1907, numéro d'ordre 1187, Archives Nationales, CRAN, Paris.
- [11] Registre AJ/16/5538, rapports de thèses Faculté des Sciences de Paris, Archives Nationales, CRAN, Paris.
- [12] Bonato A., A course on the Web graph, Graduate studies in Mathematics, vol 89, AMS 2008.
- [13] Brezinski Claude, H. Padé, Oeuvres, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, Paris, 1984.
- [14] Brezinski Claude, History of continued fractions and Padé approximants, Springer Verlag, Berlin, 1991.
- [15] Gispert H., La France mathématique, La société mathématique de France (1870-1914), Cahiers d'histoire et de philosophie des sciences, numéro 34, 1991.
- [16] Hadamard J., Essai sur l'étude des fonctions données par leur développement de Taylor, JMPA, 8, pp 101-186, 1892.
- [17] P. Henrici, Applied and computational complex analysis, volume I, John Wiley and sons, New York, 1988.
- [18] Jones W.B., Thron W.J., Continued Fractions, Analytic theory and applications, Encyclopedia of mathematics and its applications, Addison-Wesley, 1980.
- [19] Notice sur la vie et l'oeuvre de Robert de Montessus de Ballore, in Dictionnaire biographique de la Faculté des Sciences de Paris 1808-1940, INRP, à paraître en 2011.
- [20] Leloup J., L'entre-deux-guerres mathématique à travers les thèses soutenues en France, thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 2009.
- [21] De Montessus Robert, Sur les fractions continues algébriques (extrait d'une lettre adressée à la rédaction), Annales Scientifique de l'ENS, 3ième série, tome 25, 1908, p 195-197
- [22] De Montessus Robert, notice parue dans le Journal de Mathématiques pures et Appliquées, tome 16, 1937
- [23] De Montessus Robert, Sur les fractions continues algébriques, Bulletin de la SMF, tome 30 (1902), p 28-36