

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 54 (1996)
Heft: 272

Artikel: L'univers, dis-moi ce que c'est? : Planètes : épisode 6 (première partie)
Autor: Barblan, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898105>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



L'univers, dis-moi ce que c'est?

Planètes: épisode 6, (première partie)

F. BARBLAN

Saturne

Une première comparaison de Saturne (figure 1) avec Jupiter montre des ressemblances frappantes. Les deux planètes sont constituées d'un mélange d'hydrogène et d'hélium, possèdent un phénomène de production interne d'énergie, ont une masse volumique faible (Saturne flotterait sur un océan d'eau. En effet, elle est pour cette planète de 0.7 g/cm^3), une circulation atmosphérique complexe et une structure interne comparable avec, pour Saturne, un noyau rocheux correspondant environ à 25% de sa masse. Pourtant, une analyse plus détaillée montre des différences marquées qui obligent les planétologues à trouver, dans le cas de Saturne, d'autres modèles explicatifs.

Par exemple, les mesures de Voyager 2 ont permis de déterminer que l'abondance relative de l'hélium (par rapport à l'hydrogène) est de 7% sur Saturne contre 10% sur Jupiter (voir épisode précédent). Or si l'on admet l'hypothèse que la constitution de la nébuleuse originelle était uniforme, il n'y aurait a priori aucune raison qui justifierait cette différence dans l'abondance relative de l'hélium entre Jupiter et Saturne. Les scientifiques ont pu rattacher ce manque d'hélium à la production interne d'énergie. En effet, vu que Saturne possède une plus petite masse et que son éloignement au soleil est plus grand que dans le cas de Jupiter, les calculs montrent que si l'on prend pour les deux planètes le même mécanisme d'émission de chaleur (voir épisode précédent), cette source serait épuisée sur Saturne depuis deux milliards d'années déjà. Par contre si la température de la couche d'hydrogène métallique (voir épisode précédent) est suffisamment basse, la thermodynamique nous dit que l'hélium n'est plus soluble dans l'hydrogène. Il y a alors condensation et formation de gouttes liquides d'hélium qui

Figure 1: Saturne, ses anneaux et trois de ses satellites (dont un projette son ombre sur la surface de la planète). Image mosaïque prise par Voyager 2 (source [1]).

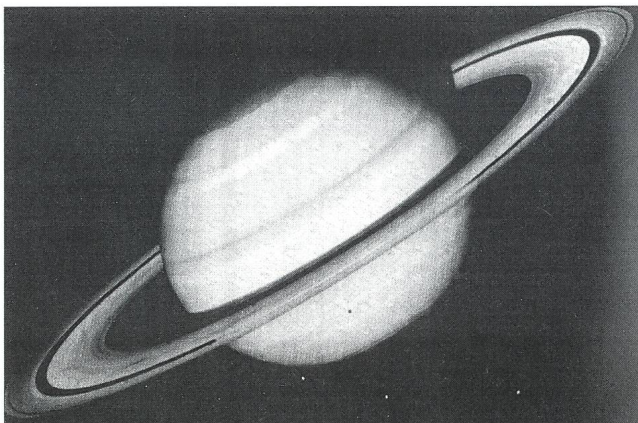
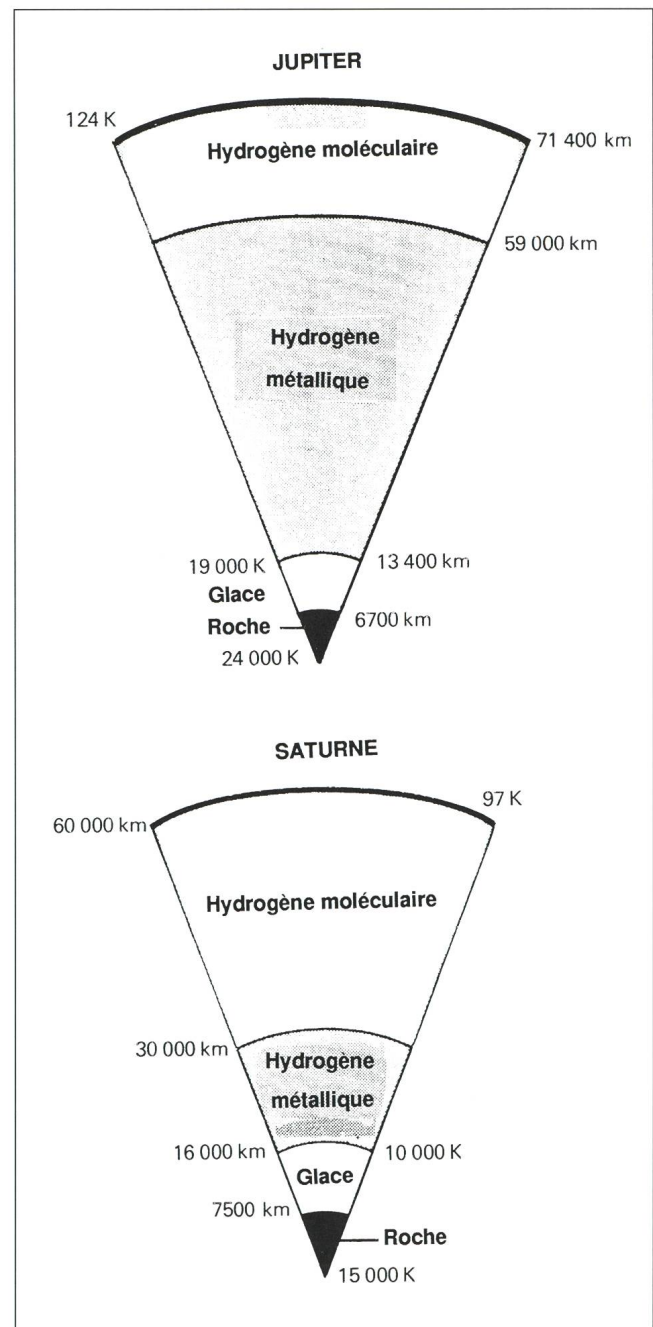


Figure 2: Comparaison des modèles de structure interne des deux planètes géantes Jupiter et Saturne, qui permet d'apprécier les différences malgré une similitude certaine dans les grandes lignes (source [1]).



migrent sous l'effet de la gravitation vers le centre de la planète en libérant de l'énergie (figure 2). Selon ce modèle il y aurait donc, sur Saturne, une pluie continue d'hélium à travers la zone supérieure de la couche d'hydrogène métallique. Cette pluie appauvrit évidemment en hélium les couches supérieures et les 3% manquants représentent exactement la quantité d'hélium précipité qui a permis à Saturne de garder pendant deux milliards d'années le taux (1.76) observé de production d'énergie interne.

Une autre différence dans la ressemblance: l'atmosphère. Comme pour Jupiter, on observe des bandes de circulation est-ouest et réciproquement. Mais sur Saturne les zones de transition d'une bande à l'autre sont beaucoup plus «calmes». Une de ces zones (46° nord) est caractérisée par un ruban de largeur variable; chaque bosse ou creux s'étale sur environ 5000 km. Chaque creux est accompagné au nord par un tourbillon anticyclonique et un tourbillon cyclonique accompagne chaque bosse au sud de celle-ci. Autre différence marquante: la distribution des vitesses aux différentes latitudes. La bande équatoriale saturnienne est siège de vents très violents qui peuvent atteindre des vitesses de l'ordre de 1000 Km/h (figure 3); par contre, à des latitudes plus élevées, les courants sont nettement plus faibles (environ 100 km/h) et du même ordre de grandeur que dans la bande centrale de Jupiter. L'équivalent de la tache rouge jovienne n'existe pas sur Saturne, par contre il existe sur les deux planètes les taches ovales (blanches, brunes ou rouges). Ces tourbillons de plus petites dimensions ont, dans les deux cas, des comportements différents: sur Jupiter leur rencontre provoque la fusion des deux éléments, par contre sur Saturne on a pu observer la circulation d'une des taches autour de l'autre. Saturne est recouverte d'une brume qui rend l'observation de la couche nuageuse de l'atmosphère plus difficile que sur Jupiter. La surface visible correspond approximativement à une profondeur dans l'atmosphère où règne une pression de 1 bar et une température de -130 °C (figure 4). Elle est constituée de 93% d'hydrogène et 6% d'hélium avec pour le pour-cent restant du méthane, du propane et de l'acétylène. Pour ce qui concerne la coloration, les mêmes problèmes se posent que dans le cas de Jupiter.

Les anneaux

On ne peut parler de Saturne sans, évidemment s'intéresser aux anneaux (Galilée 1610, Huygens 1655, Cassini 1675, Laplace 1802). Si les sondes Voyager et les observations récentes

Figure 3: Distribution des vitesses dans la haute atmosphère de Saturne. Des vents très violents dans les bandes centrales et relativement modérés dans les bandes à haute latitude. On remarquera la parfaite symétrie entre l'hémisphère nord et sud (source [2]).

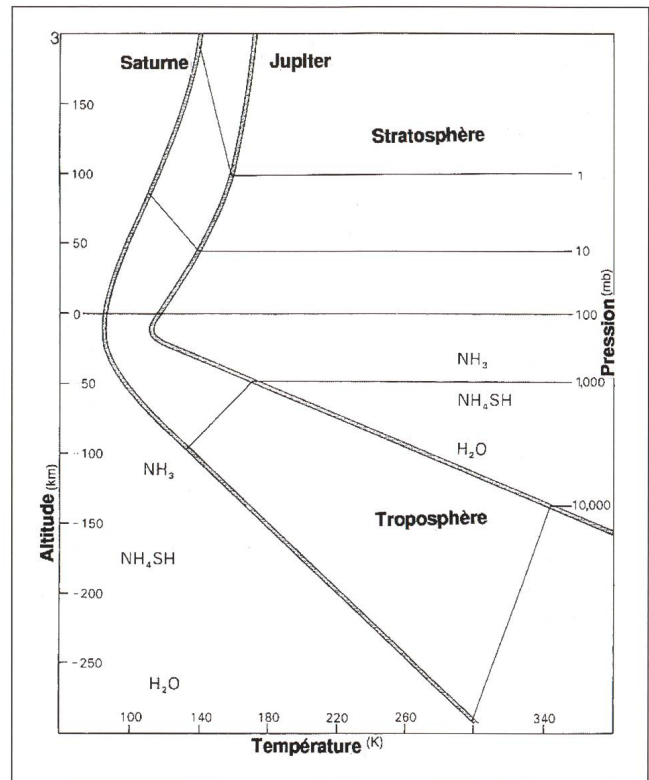
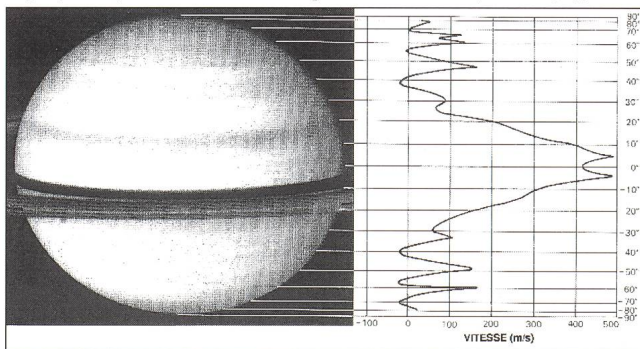


Figure 4: Comparaison des profils de température dans les atmosphères de Jupiter et Saturne. Les formules chimiques indiquent (en altitude) la position des différents types de nuages. L'altitude zéro correspond à une pression de 100 mb (source [2]).

ont mis en évidence l'existence d'anneaux sur toutes les planètes géantes, ceux de Saturne restent, cependant, le phénomène le plus beau et fascinant du système solaire (figure 5).

Le phénomène «anneaux» est suffisamment important pour lui consacrer quelques lignes, en tant que tel. En réalité, c'est un phénomène très répandu dans l'univers: disque galactique, disque d'accrétion autour de différents objets (trou noir, pulsar, étoiles (on a mis en évidence, en 1983, un anneau de poussières autour du soleil situé à 4 rayons solaires), nébuleuse de protoétoile et ainsi de suite...). Donc, la compréhension de leur formation et de leur comportement est primordiale pour beaucoup de phénomènes astrophysiques et, en particulier pour des questions cosmogoniques. En effet, on pense que la nébuleuse primitive a passé, à un certain moment de son évolution, par ce stade constitué d'une collection de morceaux de roches plus ou moins grands. Mais, malgré toutes les informations acquises un certain nombre de questions fondamentales restent ouvertes. Les seuls faits vraiment sûrs sont:

- toutes les planètes géantes possèdent un système d'anneaux plus ou moins développé¹ (figure 6);
- les quatre systèmes d'anneaux sont différents les uns des autres et il n'existe aucun modèle commun permettant de les décrire.

¹ L'absence d'une structure d'anneaux autour des planètes telluriques pourrait s'expliquer par un manque, dès le début de leur formation, de matériaux suffisants, à cause d'un vent solaire trop fort.

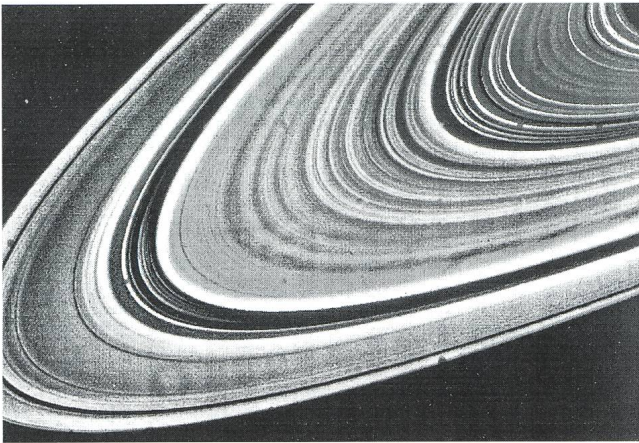


Figure 5: Structure des anneaux de Saturne. La variation de couleurs, (sur le document original) obtenue par un traitement informatique spécial, pourrait correspondre à un changement de composition chimique d'un système d'anneaux à un autre. La couleur bleu correspond à l'anneau C et à la division de Cassini (source [1]).

Figure 6: Comparaison des anneaux de Jupiter, Saturne et Uranus (source [4]).

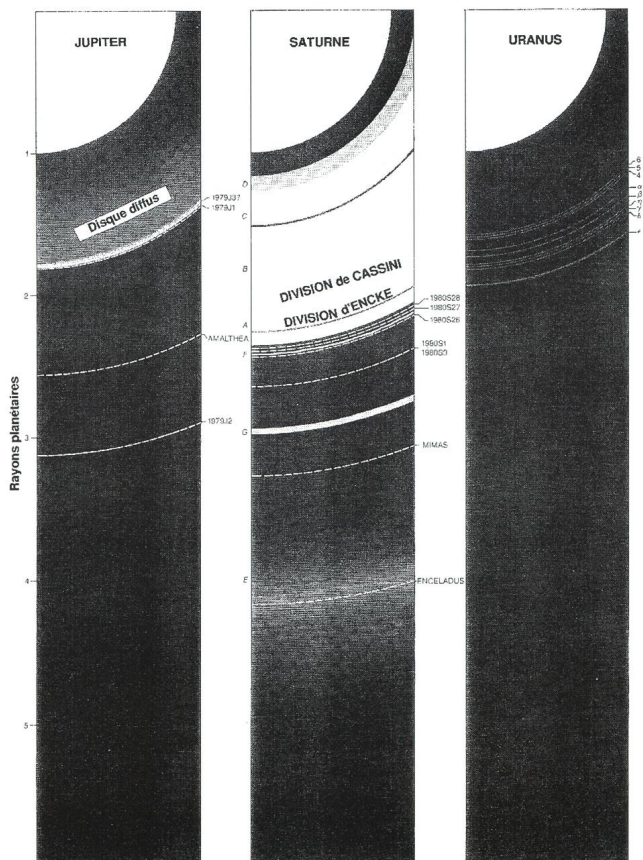
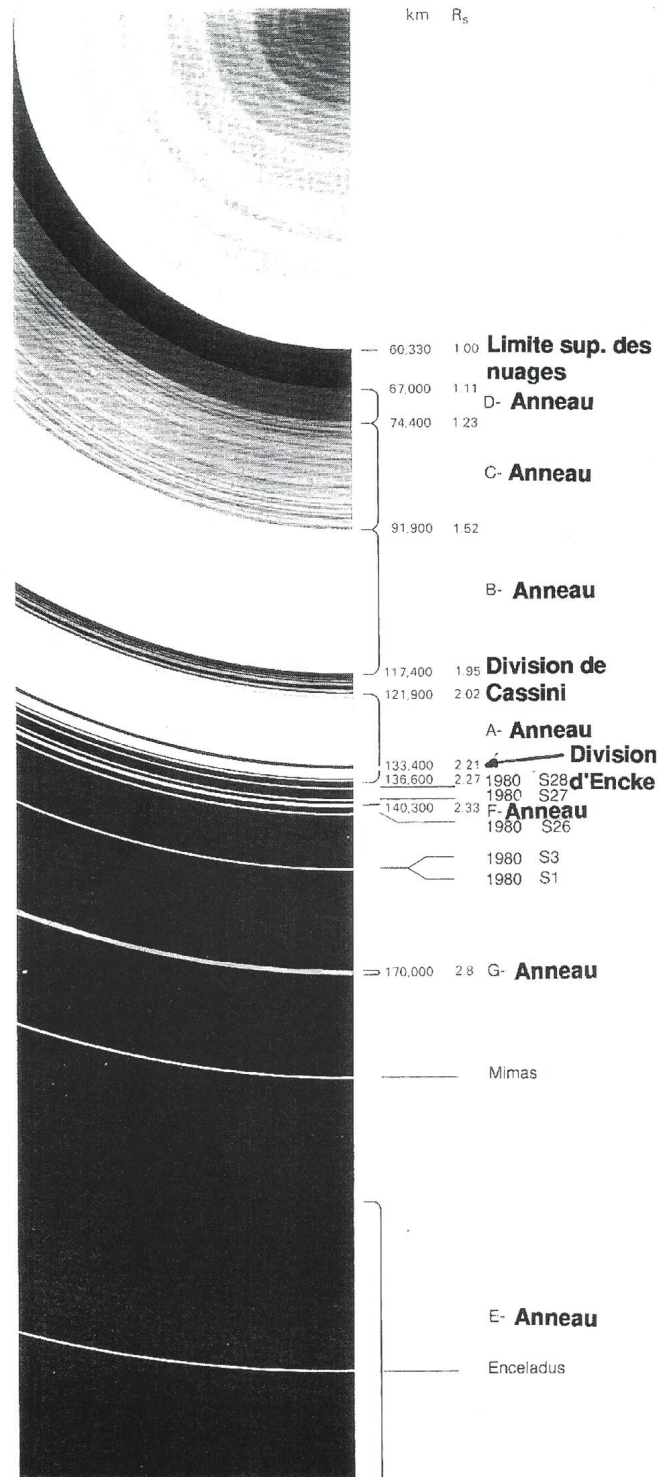


Figure 7: Structure détaillée des anneaux de Saturne, avec les différentes zones A à E et leur distance à partir du centre de la planète. Sont aussi indiquées les positions de certains satellites mettant ainsi en évidence leur cohabitation avec l'anneau (source [2]).





Deux modèles différents essayent d'expliquer l'existence et la formation des anneaux. Selon un premier scénario, les anneaux se sont formés en même temps que la planète et représentent simplement des matériaux rémanants du disque d'accrétion d'origine. Le défaut substantiel d'une telle vision se trouve dans un problème de moment cinétique. Si une planète en phase de croissance est entourée par un disque, une grande partie de sa masse est fournie par les matériaux qui tombent depuis le disque sur la planète. Ces matériaux contribuent à un transfert de moment cinétique non négligeable et on devrait observer une rotation de la planète beaucoup plus rapide que celle que l'on met actuellement en évidence.

Un autre modèle est lié à l'existence d'une zone (limite de Roche) relativement proche de la planète où les forces de marée, que subit un corps d'une certaine dimension, sont plus fortes que les forces de cohésion interne, ce qui provoque l'éclatement de ce corps. Des collisions inélastiques (donc avec perte d'énergie) multiples entre les débris réduisent successivement la taille de ces corps et forment des anneaux dans la zone équatoriale de la planète. En effet, Maxwell (1911) a montré qu'une répartition tri-dimensionnelle de corps subissant des collisions inélastiques finit par donner un disque, puisque la perte de vitesse sur la composante verticale est plus grande que sur la composante tangentielle. Si on accepte ce modèle, on peut alors admettre que les anneaux ne sont pas nécessairement liés au processus de formation de la planète, mais peuvent se créer à n'importe quel moment par capture d'un corps dans le voisinage de la limite de Roche. Dans ce cas tombe évidemment l'analogie qu'il pourrait y avoir entre les anneaux et les nébuleuses d'accrétion de différentes espèces et, en même temps, l'espoir de trouver dans la compréhension d'un tel système l'explication de la formation, par exemple, d'un système solaire.

Vu au télescope, «l'anneau» de Saturne donne l'impression d'une structure compacte et continue. En réalité, il est composé de milliers d'anneaux d'une finesse extraordinaire (quelques centaines de mètres (150-200m) d'épaisseur pour un rayon total de 550'000 Km), eux-mêmes composés d'une myriade de

particules de glace et de minéraux. La dimension moyenne des constituants est de 3 à 5 mètres. On distingue sept zones différentes (du centre vers l'extérieur)(figure 7):

- la zone D d'une largeur de quelques milliers de kilomètres et de luminosité faible;
- la zone C fortement transparente;
- la zone B nettement la plus brillante;
- la zone A qui s'étend jusqu'à 136'000 Km de Saturne (c'est la limite des anneaux observables à partir de la terre).

Les zones F, G et E respectivement jusqu'à 140'000 et 170'000 Km et 550'000 Km de Saturne sont constituées d'anneaux très minces et ténus.

La sonde Voyager 2 a découvert une grande variété de formes, des anneaux excentriques, des anneaux torsadés sous l'influence gravitationnelle de petites lunes, des anneaux irréguliers avec accumulation locale de matière et des anneaux à bords nets. On a des difficultés à comprendre comment tout cela puisse se maintenir en équilibre dynamique, à tel point que certains scientifiques pensent que les anneaux sont des structures temporaires à durée de vie limitée. Certains mécanismes de stabilisation pourraient être produits par les petites lunes elles-mêmes. En effet l'anneau F est encadré par deux petits satellites qui semblent jouer le rôle de gendarmes et confiner l'anneau F.

Le prochain épisode sera consacré aux satellites de Saturne.

FABIO BARBLAN
2a Ch. Mouille-Galand 1214 Vernier

Bibliographie

- [1] *Voyage to Saturn*, DAVID MORRISON, NASA SP-451, 1982
- [2] *Saturn*, P. MOORE, G. HUNT, Herder Verlag Freiburg, 1982
- [3] *The Cambridge Photographic Atlas of the Planets*, G. A. BRIGGS, F. W. TAYLOR, Cambridge University Press, 1982
- [4] *The Planets*, Readings from Scientific American, W. H. FREEMAN and Company, 1983

Zürcher Sonnenfleckenzahlen

Oktober 1995 (Mittelwert 20,7)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
R	0	0	0	0	0	0	8	9	33	34	
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
R	51	64	58	53	26	42	38	29	20	21	
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
R	26	23	24	26	20	20	12	9	8	0	0

Wir bedauern Ihnen mitteilen zu müssen, dass der Sonnenfleckendienst des Bundesamtes für Übermittlungstruppen infolge der Sparmassnahmen beim Bund ab 1. Januar 1996 eingestellt wird.

Nombres de Wolf

HANS BODMER, Schlottenbühlstrasse 9b, CH-8625 Gossau

November 1995 (Mittelwert 10,5)

Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R	0	7	0	0	0	8	9	9	16	16
Tag	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
R	15	14	16	8	21	28	35	25	16	10
Tag	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
R	8	8	7	0	0	0	7	8	10	14

Ab Januar 1996 soll die Zürcher-Reihe dann nach Möglichkeit aus einer Kombination von Zürcher- und Amateurbeobachtungen berechnet werden.