

Les mesures pluviométriques à Mulhouse de Daniel Meyer (1778-1794)

Alexis Metzger^{1,2}, Christian Pfister,³

1. Laboratoire image ville environnement, Université de Strasbourg / CNRS, Strasbourg
2. Centre de formation sur l'environnement et la société, École normale supérieure, Paris
3. Oeschger centre for climatic change research, Université de Berne, Berne, Suisse

alexis.metzger@yahoo.fr

Résumé

Pendant dix-sept ans et dix mois, Daniel Meyer, passionné de météorologie, a mesuré la quantité de pluie tombée à Mulhouse. Ces observations comptent parmi les plus anciennes en France. Après une présentation de leur auteur, cet article rend accessible ces données à la communauté scientifique et en fait quelques analyses. Une comparaison avec des données contemporaines à Berne est notamment proposée.

Abstract

Daniel Meyer's rain gauge measurements in Mulhouse (1778-1794)

During seventeen years and ten months, Daniel Meyer, a weather enthusiast, has recorded precipitations in Mulhouse (north-east France). These observations are among the oldest in France. After the presentation of the author, this paper makes the data accessible to the scientific community with some analysis. A comparison between contemporaneous data in Berne is also suggested.

Selon la terminologie de Martin de la Soudière, Daniel Meyer est un « météophile » : fanatique de météo, individu au contact du temps, ayant une expérience kinesthésique et une connaissance subjective du temps qu'il fait par une attention ténue à un ensemble de détails (Tabeaud et de la Soudière, 2012 ; Metzger *et al.*, 2017). Mais il est aussi un « météographe », selon la terminologie de Martin de la Soudière, puisqu'il a réalisé pendant 38 ans, de 1777 à 1815, systématiquement, trois fois par jour, des relevés météorologiques. Meyer renseigne notamment les températures, l'hygrométrie, l'état du ciel, les phénomènes climatiques extrêmes (tempêtes, inondations...) et d'autres plus « extraordinaires » pour la saison (grands froids, brouillards persistants, sécheresses...). Il fait partie des nombreux observateurs de la météo qui jalonnent l'Histoire, très utiles aujourd'hui aux historiens du climat pour connaître les variabilités climatiques passées et les types de temps locaux d'antan (par exemple Pfister *et al.*, 1999 ; Metzger et Tabeaud, 2013).

L'état de conservation des tableaux météorologiques de Daniel Meyer est très bon. L'ensemble de la documentation (tableaux mensuels, carnets, descriptions météorologiques, correspondance...) est conservé à la bibliothèque universitaire de Bâle (côte LIII 26-32) et semble n'avoir fait l'objet, jusqu'à notre découverte de ces archives début 2017, d'aucun travail en histoire du climat. Entre mai 1783 et avril 1786, Meyer envoie également au

père Cotte des doubles de ses relevés, consultables en ligne sur le site des archives de l'Académie royale de médecine (<http://meteo.academie-medecine.fr/>).

Nous nous intéresserons dans cet article à l'analyse des mesures pluviométriques que Meyer fait sans interruption entre janvier 1778 et octobre 1795, excepté pendant 15 jours, en excluant de l'analyse la dernière année de relevés, car elle est incomplète. Meyer mesure les précipitations à l'aide d'un instrument dont nous n'avons pas connaissance, une sorte de pluviomètre certainement, gradué en lignes d'eau. L'équivalence en millimètres est facile à calculer, puisque 12 lignes d'eau équivalent à 1 pouce, soit 27 mm. Nous donnerons dans l'article les mesures en millimètres pour faciliter leur exploitation. Alors que les mesures pluviométriques connaissent un rapide essor en s'institutionnalisant dans la seconde moitié du XIX^e siècle, la série de Meyer est l'une des plus anciennes en Europe qui couvre plus de 10 ans de mesures (voir aussi Pfister, 1978).

Un météographe passionné

Les principales informations sur la vie de Daniel Meyer sont contenues dans une notice biographique publiée par Mieg-Kroh (1881) que nous synthétisons ci-après. Deux chapitres d'un même ouvrage sur les météophiles

s'intéressent également à ce personnage. Le premier détail sa vie et son œuvre (Hentzen, 2017), le second les extrêmes hydrologiques relevés et décrits par Meyer à Mulhouse (Metzger, 2017) sans entrer dans le détail des relevés de précipitations.

Né le 2 février 1752, Meyer se marie en 1775 et s'installe au Eisenhof à Mulhouse, une cour donnant rue des Trois-Rois. Il aura 14 enfants dont beaucoup mourront jeunes. Industriel, il connaît plusieurs revers de fortune qui le priveront de plusieurs instruments de mesures pour éponger ses dettes. Malgré ces pertes, Meyer réussit à tenir un carnet météorologique quasi quotidien entre janvier 1777 et mars 1816, puis, après une interruption, jusqu'en 1824, à moins que ce ne soit quelqu'un d'autre qui ait repris les observations après 1816 (écriture différente, moins précise). On y trouve trois observations quotidiennes faites au lever du soleil, vers 14 h puis vers 22 h, où il note successivement les températures, la pression, l'hygrométrie, la direction du vent et l'état du ciel (couverture nuageuse, météoires...). Après 22 h, il calcule les moyennes du jour. La figure 1 montre par exemple une page couvrant les 17 premiers jours de juillet 1789. Les quantités de lignes d'eau qui nous intéresseront par la suite sont bien lisibles, avec par exemple 1,6 ligne le matin du 11 juillet.

Entre 1778 et 1786, ses observations s'accompagnent de longues notices manuscrites faisant le bilan de la

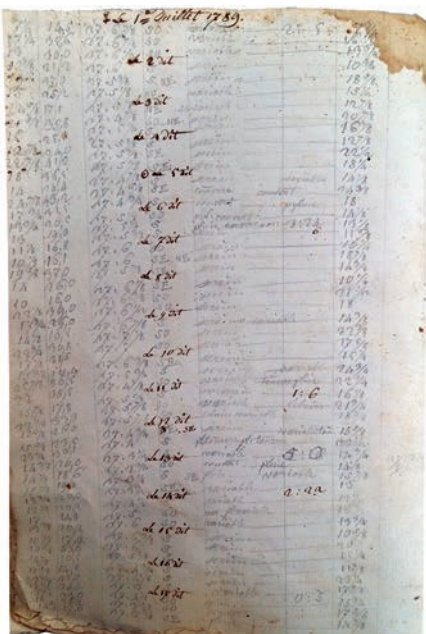


Figure 1. Observations météorologiques de Meyer début juillet 1789 (source : fonds anciens de la bibliothèque universitaire de Bâle, classeurs Meyer L26-L32).

météorologie mensuelle : nous avons donc beaucoup plus de détails durant ces années, particulièrement concernant les événements climatiques extrêmes. Il fit imprimer celles de 1782, 1783, 1784 et 1785. Ces carnets ne contiennent pas de tableaux, mais des descriptions mensuelles du temps qu'il a fait à Mulhouse. Outre les phénomènes atmosphériques, il renseigne aussi certains stades phénologiques (vigne en fleur, vendanges...), biologiques (arrivée des hirondelles...) ou encore l'arrivée de fruits sur les marchés (cerise, poire d'Espagne...). Certaines années, il tient également un carnet sur le prix de plusieurs productions agricoles ou sur les décès et naissances dans la ville de Mulhouse. Parmi la documentation conservée, on trouve aussi un tableau sur l'époque des dates de vendange depuis 1550 que Meyer moyenne par périodes de 25 ans (un précurseur de l'histoire du climat !).

Entre autres activités (il était un échevin), il se livre avec passion à l'astronomie et à la géodésie puisqu'il fut chargé de mesurer la hauteur du ballon de Guebwiller et d'autres localités proches de Mulhouse. Il fit aussi divers essais de montgolfière, comme en témoigne une de ses lettres de 1784. Nul doute que toutes ces notations pourraient intéresser de nombreux chercheurs !

Preuve du sérieux de son travail, il entretient une correspondance avec le père Cotte entre 1777 et 1784. Prêtre oratorien à Montmorency et scientifique, ce dernier rédige plusieurs travaux en histoire naturelle, physique, astronomie et météorologie et va notamment entretenir de nombreuses correspondances avec des observateurs météo amateurs en leur envoyant des fiches « standard » à remplir pour leurs relevés. Le 14 novembre 1777, ce dernier répond ainsi à Meyer à propos de ses relevés : « l'ordre qui y règne, la manière dont elles sont rédigées, tout annonce le physicien, et vous me ferez le plus grand plaisir, Monsieur, si vous voulez bien continuer de m'adresser dorénavant vos observations ». Entre 1783 et 1787, Meyer correspond également avec Vic d'Azyr. Ce dernier avait demandé dès 1776 avec Cotte à des correspondants dans toute la France de renseigner un questionnaire médical et un tableau d'observations météorologiques. Mais ce n'est qu'entre mai 1783 et avril 1786 que Meyer participe à l'enquête de l'Académie de médecine pilotée par Vic d'Azyr (et Cotte pour le volet

météorologique) et renseigne aussi le volet médical de l'enquête. La correspondance conservée aux archives de Bâle ne permet pas de savoir pourquoi ce n'est qu'en 1783 que Meyer commence et échange, et pourquoi il termine en 1786.

Pendant la période révolutionnaire, il entre en contact avec l'administration et fournit des relevés pendant les ans X, XI et XIII de la République (du 23 septembre 1801 au 23 septembre 1804). Meyer fera également partie de plusieurs sociétés savantes, dont la société pour la propagation du bon goût et des belles lettres de Mulhouse (à partir de 1775), puis de la Société helvétique.

Ses instruments de mesure sont composés d'un baromètre, d'un thermomètre et d'un hygromètre. Après quelques instruments précaires, il se fait expédier en 1778 deux baromètres et trois thermomètres à mercure fabriqués par Mossy et Coppy, à Paris. Il les fera renouveler de temps en temps et les protège « à sa façon » : Mieg-Kroh raconte ainsi comment la serrure de la porte de son cabinet était mise en relation avec une bouteille et une machine électrique qui occasionnaient une bonne décharge électrique au curieux qui aurait voulu s'y introduire...

Meyer a un peu voyagé à Zurich, Bâle (où ses filles étaient installées au début du XIX^e siècle), Bittingen... Bien souvent, il a dû emporter ses instruments de mesure, car si les tableaux précisent le lieu de l'observation, ses relevés ne s'arrêtent que de rares fois entre 1777 et 1816. À moins qu'il n'ait fait appel à un assistant ou à un membre de sa famille, qui reprendra des relevés à l'automne 1816 ?

Excepté le changement des instruments de mesure qui peuvent jouer sur l'homogénéité de la série, on note très peu de différences dans la présentation des tableaux mensuels entre 1777 et 1816, à l'exception notable des mesures pluviométriques qui disparaissent, nous l'avons dit, fin 1795, sans aucune explication (perte de l'instrument ?). Si Meyer adopte le calendrier républicain le 20 juillet 1798, il indique chaque premier jour du mois selon le calendrier grégorien, ce qui nous évite des reconstitutions de calendrier fastidieuses.

Dans ses notes, très rares sont les allusions à sa vie personnelle, mais on relève tout de même un certain attrait

pour l'hiver et le froid qui viendrait de l'enfance... Ainsi écrit-il en janvier 1782, très doux, que c'est l'« hiver 1759 que je regarde pour le moins froid, me rappelant encore bien, quoiqu'âgé de 7 ans, qu'il nous peinait beaucoup moi et mes camarades de ne pouvoir jouir des amusements de la glace ». Le mois suivant sera son contraire avec « un froid aussi vif, aussi cuisant et aussi long que nous avons ressenti pendant ce mois ». Mais nulle mention de réjouissances sur la glace...

Les mesures pluviométriques anciennes

De très nombreux travaux de recherche en climatologie historique reconstituent des séries de température. Pour la France, on pense notamment aux publications de Daniel Rousseau (dont Rousseau, 2009). L'attention portée aux précipitations est moindre (voir par exemple Camuffo *et al.*, 2013 ; Pichard et Roucaute, 2014), sans doute parce qu'il est plus rare que les observateurs du temps jadis les mesurent.

Dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, un article fait le point sur les observations météorologiques dans le nord-est de la France dont les auteurs sont en correspondance avec le père Cotte (Pueyo, 1996). Meyer est bien cité, mais l'article comporte plusieurs erreurs. Selon Pueyo, Meyer aurait fait

ses observations de 1753 à 1784 ; il aurait donc commencé à l'âge d'un an... Nous n'avons trouvé aux archives de Bâle aucune trace de relevés effectués avant 1777 et il est certain que ses relevés durent jusqu'en 1816 puis 1824. Excepté Meyer, les autres relevés en Alsace et en Lorraine sont faits sur une période plus courte, comme à Haguenau, Nancy et Saint-Dié, dont les relevés de températures ont été étudiés par Emmanuel Le Roy Ladurie (Desaive *et al.*, 1972). C'est à partir de 1777, selon Pueyo, qu'un médecin strasbourgeois commence des relevés et note également la quantité de pluie tombée, pendant seulement quelques années. Entre 1780 et 1784, toujours selon Pueyo, M. Keller, docteur en médecine, effectue des observations météorologiques à Haguenau. D'autres relevés sont effectués entre 1782 et 1788 à Colmar, mais ils n'incluent pas de mesures pluviométriques (Dostal et Bürger, 2010). D'après Marcel Garnier (1973), ayant réuni d'anciennes mesures de pluie déjà compilées à la fin du XIX^e siècle par le géologue et naturaliste bordelais Victor Raulin, la plus ancienne série de précipitations alsacienne continue est celle de Strasbourg, à partir de 1802.

Ailleurs en France, des mesures de précipitations continues commencent à Paris au XVII^e siècle (en 1688). Pichard et Roucaute (2014) rappellent les dates de début des autres anciennes séries de mesures pluviométriques en France. Au XVIII^e siècle commence la série bordelaise (1714-1770 puis 1840 à nos jours), la série de Marseille

(1748), Montpellier (1766-1820, puis 1825-1835 et 1835 à nos jours), Viviers en Ardèche (1778-1830) outre quelques séries plus courtes avant l'essor des observations au XIX^e siècle dont certaines restent à étudier.

Daniel Meyer s'affirme donc comme le principal observateur de la fin du XVIII^e siècle en Alsace mais aussi dans le Grand Est, présentant la première série d'observations météorologiques dont pluviométriques la plus longue de l'histoire du nord-est de la France, et une des plus anciennes et continues sur une longue période dans toute la France au vu de la durée et la précision des relevés.

Les quantités de pluie à Mulhouse

Nous présentons ci-après les totaux mensuels et annuels de précipitations convertis en millimètres relevés par Meyer (tableau 1). Le détail des relevés quotidiens est en annexe 1. Notons que Meyer relève souvent la hauteur tombée le lendemain matin, sauf en cas de pluies abondantes où il lui arrive de mesurer les lignes d'eau juste après l'épisode (souvent un orage). Par exemple, s'il a plu un 27 février, la mesure de ce jour correspondra à la journée du 27 ; la nuit du 27 au 28 sera donc relevée le 28 au matin. Pendant la saison froide, lors de chutes de neige, Meyer ne relève pas un équivalent en lignes d'eau, mais note parfois des

Tableau 1. Totaux mensuels de précipitations mesurées par Daniel Meyer (convertis en millimètres).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Totaux
1778	110,9	27,7	63,5	60,8	35,6	97,3	43,4	20,7	74,6	180,4	72,2	72,2	859,2
1779	13,9	9,4	13,8	40,7	112,5	101,7	123,3	22,8	28,6	32	88,1	83,7	670,4
1780	50,6	65,8	36,9	83,8	44,6	25,4	19,8	34,2	54,3	121,8	84,6	29,9	651,7
1781	81	117,3	0,6	101,8	68,2	155,7	41,6	169	56,9	27,9	129,4	32,1	981,5
1782	72,4	0	83,8	121,8	92,7	58,9	12,15	108,4	49,8	67,1	65,6	11,7	744,2
1783	82,4	49,1	92,6	16,2	86	95,6	38,7	74,9	56,6	20,8	67,5	52,4	732,8
1784	98,3	92,5	140,2	23,2	54,6	29,9	35,1	72,7	52	32	22,8	28,4	681,2
1785	70,4	54,7	44,6	28,13	52,3	54,4	80,6	65,8	76,8	74,7	63,6	26,6	692,5
1786	68,2	50,2	92,9	61,6	67,7	43	83,9	45,7	90,7	22,5	61,1	92,7	780,1
1787	2,9	11,8	68,1	65,6	70,1	65,9	97	36,5	63	100,1	46	70,2	696,7
1788	67,1	90,5	23,6	20	55,4	111,2	32,2	95,9	126,3	47,3	11,7	16,2	697,2
1789	117,6	83,7	71,6	83,6	40,9	187,1	99,5	61,3	81,6	47,8	61,4	23,1	969,1
1790	35,1	16,1	13,5	70,4	132,1	63,6	82,4	16,2	95	83,7	74,6	94,5	777,1
1791	92,8	36,4	16,4	77,1	58,8	54,6	43,3	68,2	18,	81,5	74,5	133,4	755,6
1792	108,5	34,3	38,7	52,9	121,9	101,8	106	54,6	150,8	74,3	47,8	62,1	953,7
1793	47,8	52,3	43	45,5	18,7	56,9	47	23,2	66,6	29,5	61	31,8	523,2
1794	47,7	45,9	18,7	58,5	65,9	52,2	54,3	59,2	74,8	103,9	49,7	0,4	631,0
1795	22,9	92,9	119,8	37,4	4,9	164	108,5	30,2	103,4	42,5			
Moyenne	68,7	49,9	50,7	59,5	69,3	79,7	61,2	60,5	63,3	67,5	63,6	50,7	752,9

valeurs élevées au moment du dégel et de la fonte de la neige, comme en témoignent les autres colonnes des tables météorologiques. Il s'agit donc d'être prudent sur les analyses : Meyer relève les quantités de pluie mais pas de neige le jour où elle tombe, non plus lorsqu'elle commence à fondre sans se transformer totalement en eau liquide. Il est donc fort à parier que ces relevés soient légèrement inférieurs à ce qu'ils auraient été avec un instrument de mesure d'aujourd'hui à cause de pertes significatives de neige par débordement de l'instrument, érosion par le vent ou sublimation de la neige accumulée. De plus, nous n'avons pas de précision sur l'emplacement exact de l'instrument de mesure. Par exemple, il a beaucoup neigé en janvier et février 1784. La fonte des neiges de 1784 aura des conséquences graves dans beaucoup de régions européennes (Brázdil *et al.*, 2009) et Meyer note 38,8 lignes d'eau le 22 février, soit 77,2 mm qui ne sont pas tombés ce jour, mais correspondent plutôt à l'eau issue de la fonte des neiges ayant stagné dans son instrument de mesure (figure 2). C'est pourtant une valeur très importante, Meyer avait-il un instrument capable de stocker autant d'équivalent de neige en eau ? Cela n'est pas sans poser des questions sur l'incertitude de la mesure lors de chutes de neige.

La comparaison avec la normale mulhousienne de 1981-2010 fait apparaître quelques différences. Si le

total annuel est très proche (752,9 mm en moyenne pour la période 1778-1794, 772,8 mm pour la période actuelle), les totaux mensuels sont légèrement différents (figure 3). On note particulièrement un total de précipitation en juillet et août inférieur pendant la période couverte par Meyer que pendant la dernière période normale.

Durant les trois mois de l'hiver météorologique, décembre et janvier affichent des valeurs assez différentes, alors que pour février elles sont similaires. Si l'on a bien des totaux inférieurs à l'échelle de la journée lors d'un épisode neigeux, ce n'est pas nécessairement le cas à l'échelle du mois : tout dépend de la succession des épisodes neigeux et des épisodes de fonte. On peut se demander si le déficit de décembre pendant la période couverte par Meyer suivi d'un excédent en janvier ne serait pas dû en partie à la présence habituelle des chutes de neige vers la fin décembre qui fondraient lors d'épisodes de redoux en janvier mesurées alors par notre météophile.

Seuls janvier et mai présentent des valeurs moyennes mensuelles d'un écart légèrement supérieur à 20 mm entre la dernière période normale et la période couverte par Meyer. Il est donc assez remarquable de constater la crédibilité des relevés faits par Meyer si l'on admet que les totaux n'ont pas beaucoup changé entre les deux périodes à Mulhouse et sans prendre en

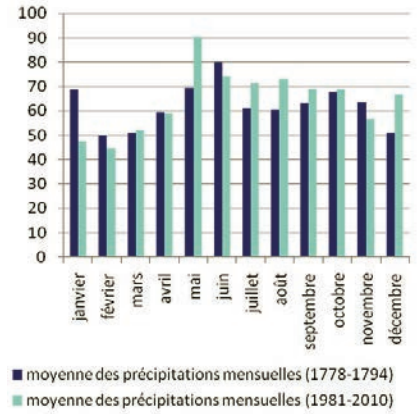


Figure 3. Moyenne des précipitations mensuelles relevées à Mulhouse en millimètres (comparaison 1778-1794 et 1981-2010).

compte des variations climatiques plus globales et pluriséculaires telles le petit âge glaciaire ou le réchauffement contemporain.

Si chaque année présente certains totaux mensuels s'écartant plus ou moins de la moyenne 1778-1794, 1779 est par exemple une année aux précipitations en dents de scie (figure 4) ! Très peu de pluie tombe début 1779 et Meyer parle de sécheresse en janvier. Puis, à partir de mai, ce sont trois mois comptant des précipitations supérieures à la moyenne, qui cèdent ensuite la place à une série de trois mois très inférieurs à la moyenne... En septembre, Meyer note d'ailleurs que « la température [comprendre, la météo] de ce mois a été des plus agréables, presque continuellement très chaude et très sèche », puis en octobre « température extraordinairement chaude et sèche ».

De façon plus systématique, on peut relever les extrêmes secs et pluvieux de la série de Meyer (tableau 2). Parmi les extrêmes secs se détache le duo juin-

CORRESPONDANCE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE MÉDECINE.															
Observations Météorologiques faites à Mulhouse Province de Basse Alsace Par M. Meyer fils. Mois de Février 1784.															
Jours de la semaine	THERMOMÈTRE TERRESTRE (à l'abri du vent)			HYGROMÈTRE (à l'abri du vent)			BAROMÈTRE (à l'abri du vent)			VENTS			ÉTAT DU CIEL		
	Matin	Midi	Soir	Matin	Midi	Soir	Matin	Midi	Soir	Matin	Midi	Soir	Matin	Midi	Soir
1	10,0	12,0	11,0	12,0	12,0	12,0	27,0	27,0	27,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
2	11,0	13,0	12,0	13,0	13,0	13,0	28,0	28,0	28,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
3	12,0	14,0	13,0	14,0	14,0	14,0	29,0	29,0	29,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
4	13,0	15,0	14,0	15,0	15,0	15,0	30,0	30,0	30,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
5	14,0	16,0	15,0	16,0	16,0	16,0	31,0	31,0	31,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
6	15,0	17,0	16,0	17,0	17,0	17,0	32,0	32,0	32,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
7	16,0	18,0	17,0	18,0	18,0	18,0	33,0	33,0	33,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
8	17,0	19,0	18,0	19,0	19,0	19,0	34,0	34,0	34,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
9	18,0	20,0	19,0	20,0	20,0	20,0	35,0	35,0	35,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
10	19,0	21,0	20,0	21,0	21,0	21,0	36,0	36,0	36,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
11	20,0	22,0	21,0	22,0	22,0	22,0	37,0	37,0	37,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
12	21,0	23,0	22,0	23,0	23,0	23,0	38,0	38,0	38,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
13	22,0	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	39,0	39,0	39,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
14	23,0	25,0	24,0	25,0	25,0	25,0	40,0	40,0	40,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
15	24,0	26,0	25,0	26,0	26,0	26,0	41,0	41,0	41,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
16	25,0	27,0	26,0	27,0	27,0	27,0	42,0	42,0	42,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
17	26,0	28,0	27,0	28,0	28,0	28,0	43,0	43,0	43,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
18	27,0	29,0	28,0	29,0	29,0	29,0	44,0	44,0	44,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
19	28,0	30,0	29,0	30,0	30,0	30,0	45,0	45,0	45,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
20	29,0	31,0	30,0	31,0	31,0	31,0	46,0	46,0	46,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
21	30,0	32,0	31,0	32,0	32,0	32,0	47,0	47,0	47,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
22	31,0	33,0	32,0	33,0	33,0	33,0	48,0	48,0	48,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
23	32,0	34,0	33,0	34,0	34,0	34,0	49,0	49,0	49,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
24	33,0	35,0	34,0	35,0	35,0	35,0	50,0	50,0	50,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
25	34,0	36,0	35,0	36,0	36,0	36,0	51,0	51,0	51,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
26	35,0	37,0	36,0	37,0	37,0	37,0	52,0	52,0	52,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
27	36,0	38,0	37,0	38,0	38,0	38,0	53,0	53,0	53,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
28	37,0	39,0	38,0	39,0	39,0	39,0	54,0	54,0	54,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
29	38,0	40,0	39,0	40,0	40,0	40,0	55,0	55,0	55,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
30	39,0	41,0	40,0	41,0	41,0	41,0	56,0	56,0	56,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux
31	40,0	42,0	41,0	42,0	42,0	42,0	57,0	57,0	57,0	S.	S.	S.	nuageux	nuageux	nuageux

Figure 2. Table météorologique de février 1784 envoyée par Meyer à la Société royale de médecine (38,8 lignes d'eau mesurées le 22, après plusieurs journées de neige). Source : Bibliothèque de l'Académie nationale de médecine (<http://meteo.academie-medecine.fr/>) © Bibliothèque de l'Académie nationale de médecine.

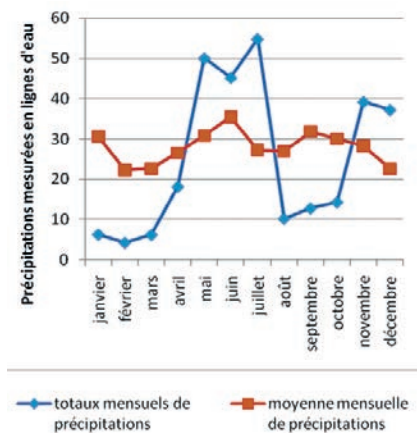


Figure 4. Comparaison entre les précipitations (mesurées en lignes d'eau) pour l'année 1779 (en bleu) à la moyenne mensuelle pour les années 1778 à 1794.

juillet 1780 qui affiche la plus faible quantité de pluie pour ces 17 années. Cette sécheresse est relevée dans plusieurs sources et Meyer y consacre une longue description (Metzger, 2017). Elle s'inscrit dans un « quadriennat » de printemps chauds voire « brûlants » (1778-1781), comme l'a relevé en détails Emmanuel Le Roy Ladurie (2006). Parmi les mois avec le plus de précipitations, 1789 apparaît deux fois, avec la valeur extrême pour toute la série en juin 1789.

Comparaison avec la série pluviométrique de Berne (1778-1788)

Aujourd'hui (période 1981-2010), les totaux annuels de précipitations bernoises sont supérieurs à ceux mulhousiens (respectivement 1 059 mm contre 772,8 mm). À Berne, tous les mois connaissent des valeurs moyennes supérieures à celles de Mulhouse.

Nous avons utilisé les mesures pluviométriques effectuées à Berne par Karl Lombach pour 11 années communes avec les relevés de Meyer, accessibles sur Euro-Climhist¹ (Pfister *et al.*, 2017). C'est, à notre connaissance, la série de précipitations sur une période de plus de 10 ans la plus proche spatialement de celle de Mulhouse et pouvant être comparée aux données de Meyer. Plusieurs travaux ont proposé des corrélations entre séries de mesures météorologiques anciennes (dont Rousseau, 2012). Ces corrélations semblent plus robustes pour les températures, car ces dernières embrassent des échelles spatiales plus larges avec des valeurs proches en l'absence de discontinuité majeure. Les précipitations *a contrario* peuvent être beaucoup plus locales, particulièrement dans les régions montagneuses entre Mulhouse et Berne et l'on peut s'attendre à de fortes différences. Comme l'écrit Pfister (1975), « Niederschlagsereignisse sind räumlich enger begrenzt als Schwankungen des Luftdrucks oder der Temperatur. Die Reduktion historischer Niederschlagsmessungen scheidet deshalb in den meisten Fällen an der ungentigenden Stationsdichte (Les événements précipitants sont plus restreints spatialement que les oscillations de pression ou de température. La réduction des mesures historiques de précipitation échoue de ce fait dans la plupart des cas à cause de la densité insuffisante des stations). »

Tableau 2. Mois avec le moins et le plus de précipitations mesurées par Daniel Meyer.

	Le moins de précipitations (mm)	Le plus de précipitations (mm)
Janvier	2,9 (1787)	117,6 (1789)
Février	0 (1782)	117,3 (1781)
Mars	0,6 (1781)	140,2 (1784)
Avril	16,2 (1783)	121,8 (1782)
Mai	4,9 (1795)	132,1 (1790)
Juin	25,4 (1780)	187,1 (1789)
Juillet	19,8 (1780)	123,3 (1779)
Août	16,2 (1790)	108,4 (1782)
Septembre	18 (1791)	150,8 (1792)
Octobre	27,9 (1781)	180,4 (1778)
Novembre	11,7 (1788)	129,4 (1781)
Décembre	0,4 (1794)	133,4 (1791)

Plusieurs situations peuvent être à l'origine de ces écarts, notons-en quelques-unes :

- les systèmes convectifs, qui peuvent occasionner des totaux de précipitations importants à petite échelle, qu'une ville pourra connaître mais pas l'autre ;
- les passages frontaux, qui peuvent passer rapidement sur une ville, mais stagner dans une autre ;
- les « retours » d'est de saison froide parfois accompagnés de front neigeux touchant Berne, mais ne progressant pas jusqu'à Mulhouse ;
- ou, à l'inverse, un anticyclone continentalisé cantonnant les perturbations à l'ouest du Jura ;
- des situations d'occlusion sur le plateau suisse ;
- l'établissement de la bise sur le plateau suisse, accompagnée souvent d'un temps sec, sauf lorsqu'un courant de sud ou sud-est existe en altitude, faisant affluer de l'air plus chaud et pouvant donner de fortes chutes de neige au sol, plus froid, un type de temps qui n'affecte pas le nord-ouest du massif jurassien, donc Mulhouse ;
- l'effet d'abri du fossé rhénan entre Vosges, Forêt noire, voire Jura...

Par exemple, en août 1781, Meyer relève 169 mm de pluie, ce qui est un record sur la période, alors qu'il ne tombe que 82 mm à Berne. Mais plusieurs orages violents ont éclaté à Mulhouse et la situation perturbée a pu perdurer plusieurs jours, comme en témoigne la description faite par Meyer : « Ce mois a

été chaud et très humide et très orageux, la foudre est tombée le 2 à 5 h 1/2 du soir dans une grande maison bâtie à neuf, elle est tombée sur un ornement de fer-blanc placé au sommet de l'extrémité méridionale de la maison [...]. Le ruisseau qui passe à côté de la maison et même dans la rue ressemblait à un lac par l'abondance de l'eau de pluie, aussi cet orage a fourni 18 lignes d'eau dans douze heures environ [...] La nuit du 6 au 7 a été effrayante depuis 9 h du soir jusqu'à 3 h du matin nous avons eu trois orages accompagnés de tonnerre et d'éclairs épouvantables qui se suivaient de très près, cependant ce n'était rien en comparaison de la nuit du 17 au 18 où le tonnerre a commencé à 7 h 3/4 du soir et a grondé sans discontinuer jusqu'à 9 h du matin du 18. »

Octobre 1778 est *a contrario* un mois avec un total mensuel de précipitations très élevé, aussi bien à Berne qu'à Mulhouse (figure 5 pour les lignes d'eau relevées à Mulhouse, total de 180 mm pour ce mois, 173 mm à Berne sans que l'on sache si la répartition mensuelle des précipitations est similaire). C'est d'ailleurs pendant ce mois que se produit une des plus importantes inondations du XVIII^e siècle en Alsace, comme le relèvent plusieurs sources rassemblées dans le cadre des programmes de recherche Transrisk et Transrisk2 (voir le site internet <http://orrion.fr> et Himmelsbach

1. <https://www.euroclimhist.unibe.ch/fr/>

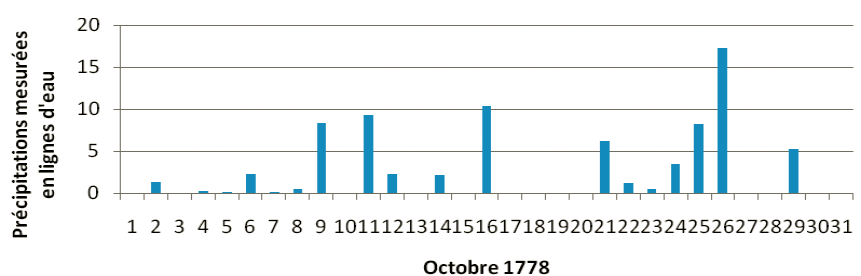


Figure 5. Lignes d'eau relevées à Mulhouse en octobre 1778.

et al., 2015). Meyer en livre une description intéressante en soulignant les quantités de pluie très abondantes tombées probablement « dans les montagnes » (figure 6).

Nous pourrions multiplier les exemples pour souligner aussi bien les valeurs proches entre les deux villes que les écarts importants. Un premier aperçu des données mesurées (figure 7) montre leur relation.

Calculer des coefficients de corrélation est bien sûr possible et permet d'avoir un premier aperçu des années où la répartition annuelle des précipitations – au pas de temps mensuel – était plus ou moins similaire entre Mulhouse et Berne, même si aucune signification statistique n'est exploitable par suite de la trop courte longueur de chaque série annuelle. Par saison pour toute la période, les coefficients sont assez bons pour l'hiver météorologique (0,69) et l'automne (0,66) et un peu moins au printemps (0,55) et été (0,54), sans doute à cause de systèmes convectifs pluvio-gènes locaux plus fréquents lors des mois chauds.

Au pas de temps annuel, excepté 1784 et 1786, les deux séries ont de bonnes à très bonnes corrélations puisque les coefficients dépassent 0,5 et même 0,7 pour 5 cas sur 11 (1778, 1779, 1781, 1782 et 1785, tableau 3). Il faut supposer que les années 1784 et 1786 ont été marquées par des conditions synoptiques différentes à Mulhouse et Berne. Il faut aussi souligner une valeur extrême en août 1786 : 144 mm de pluie relevés à Berne contre 45 à Mulhouse. Cette

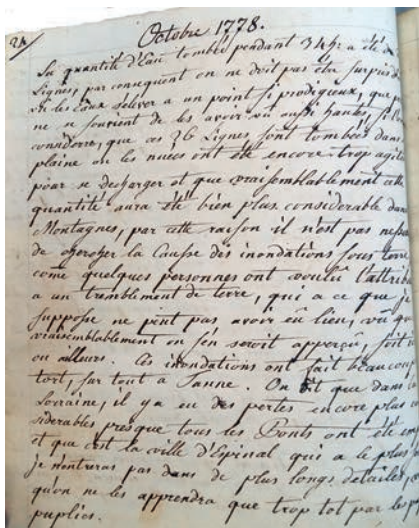


Figure 6. L'inondation de la fin octobre 1778 décrite par Meyer (source : fonds anciens de la bibliothèque universitaire de Bâle, classeurs Meyer L26-L32).

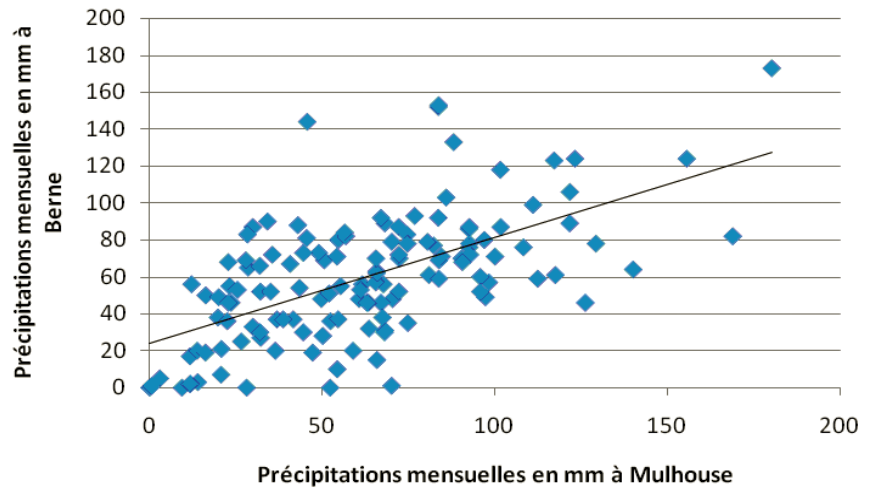


Figure 7. Relations dans les totaux mensuels de précipitation entre Mulhouse et Berne entre 1778 et 1788.

différence importante rend logiquement la corrélation mauvaise.

On peut aussi souligner, par année, le nombre de mois marqués par de faibles ou forts écarts de quantité de précipitations entre les deux villes. Nous avons indiqué dans le tableau 3 les écarts de plus de 50 mm et les valeurs les plus proches (moins de 10 mm d'écart), choix de valeurs arbitraire, mais qui a le mérite de donner une vue d'ensemble outre le calcul des différences de totaux mensuels entre la série de Mulhouse et de Berne, parfois très réduites. Soulignons par exemple le début de l'année 1781, avec une variabilité pluviométrique très forte entre un mois de février très pluvieux aussi bien à Berne qu'à Mulhouse (respectivement 117 et 123 mm) et un mois de mars presque sans aucune goutte d'eau dans les deux villes (1 et 0,63 mm).

Des totaux mensuels similaires soulignent probablement que les deux villes étaient sous un même régime

de circulation atmosphérique, mais, soulignons-le, peuvent aussi correspondre à des circulations atmosphériques différentes ou des fronts différents associés à une même circulation produisant les mêmes effets (ici, des hauteurs de pluie semblables). Il s'agirait donc d'aller plus loin, en comparant notamment le sens de direction des vents au quotidien dans les deux stations afin de fournir de plus amples résultats en synoptique historique, ce qui n'est pas l'objectif de cet article.

Contrairement à la période actuelle, une majorité d'années sur la période 1778-1788 est marquée par un total annuel de pluie supérieur à Mulhouse qu'à Berne. Une décennie donc particulièrement pluvieuse dans le Haut-Rhin ? Difficile de l'affirmer vu les totaux moyens annuels de précipitations pendant cette période de 745,4 mm à Mulhouse, proches de la moyenne actuelle. Il est donc possible que ce soient les précipitations à Berne qui aient été bien moindres qu'une

Tableau 3. Écarts les plus faibles et les plus importants dans les totaux mensuels de précipitation entre Mulhouse et Berne entre 1778 et 1788.

	Nombre de mois avec un écart de totaux de précipitations inférieur à 10 mm	Nombre de mois avec un écart de totaux de précipitations supérieur à 50 mm	Coefficient de corrélation pendant les 12 mois de l'année
1778	2	1	0,77 bonne
1779	6	1	0,83 très bonne
1780	2	2	0,59 bonne
1781	3	1	0,74 bonne
1782	5	0	0,77 bonne
1783	4		0,66 bonne
1784	3	1	0,17 presque nulle
1785	3	1	0,73 bonne
1786	1	1	0,05 presque nulle
1787	2	2	0,60 bonne
1788	2	1	0,59 bonne

moyenne effectuée sur une plus longue période, puisque les totaux annuels moyens sont de 710 mm contre, rappelons-le, 1 059 mm à Berne pour la période actuelle. À moins que les mesures bernoises elles-mêmes ne soient à remettre en question, car cet écart de 350 mm paraît élevé.

Conclusion

Les observations pluviométriques de Meyer constituent un riche apport pour l'histoire du climat et, *a fortiori*, des travaux en histoire environnementale et géohistoire des risques s'intéressant à cet espace. Effectuées avec une grande précision, elles révèlent des écarts à la moyenne pouvant être liés à des inondations ou des sécheresses néfastes pour les sociétés qui y sont exposées.

Mulhouse et Berne, distantes de 90 km, ont toutes deux fait l'objet entre 1778 et 1788 d'observations pluviométriques. Si certains totaux mensuels sont très proches, d'autres s'y écartent fortement. Il est donc primordial d'arriver à trouver des sources locales en histoire du climat, notamment lorsque l'on s'intéresse aux précipitations. Car il serait préjudiciable

d'extrapoler spatialement certaines mesures de précipitations qui peuvent correspondre à des types de temps locaux. Tout au plus, les mesures pluviométriques mulhousiennes peuvent donner des informations sur le temps qu'il faisait dans le fossé rhénan, en se cantonnant cependant à un rayon de quelques dizaines de kilomètres, peut-être dans un triangle de plaine Bâle-Colmar-Belfort... Dans les vallées et montagnes vosgiennes, et en Forêt noire, les conditions météorologiques peuvent être différentes, tout comme plus au nord de l'Alsace, connaissant moins la situation d'abri par rapport aux Vosges la bordant à l'ouest.

En géohistoire des risques, cette précision fait sens, car certains événements doivent être pensés à l'échelle d'un territoire relativement restreint, certes en fonction des vulnérabilités aux risques, forcément différenciées selon les lieux pour un même événement, mais aussi en fonction de l'aléa. Des précipitations extrêmes sur une faible surface pourront ne pas tomber à quelques dizaines de kilomètres, comme c'est bien évidemment le cas de nos jours. Et c'est bel et bien tout aussi vrai à la fin du XVIII^e siècle où certains extrêmes hydrologiques qu'a connus

Mulhouse ne semblent pas avoir touché Berne, comme cette inondation d'août 1781. Autre exemple, Mulhouse connaît à l'été 1793 de très faibles valeurs de précipitations (25,3, 20,9 et 10,29 mm pour juin, juillet et août), plus importantes à Berne quoiqu'également inférieures aux moyennes (respectivement 57, 47 et 23 mm). Dans le Haut-Rhin, un arrêté du Directoire limite alors les prélèvements en eau pendant cette « sécheresse extraordinaire qui occasionne une disette d'eau presque partout [dans le Haut-Rhin] » (Archives départementales du Haut-Rhin, côte 7S266). D'où, s'il fallait encore le rappeler, l'importance de la régionalisation en climatologie (historique).

Remerciements

Ce travail a pu être mené à bien dans le cadre d'un post-doctorat IDEX 2016 à l'université de Strasbourg dirigé par Carmen de Jong. Nous remercions également Brice Martin qui nous a fourni de précieux conseils dans la rédaction de cet article, ainsi que les deux relecteurs pour leur apport très constructif.

Bibliographie

- Brázdil R., Demarée G.R., Deutsch M., Garnier E., Kiss A., Luterbacher J., Macdonald N., Rohr C., Dobrovolný P., Kolá P., Chromá K., 2009. European floods during the winter 1783/1784: scenarios of an extreme event during the 'Little Ice Age'. *Theor. Applied Climatol.*, 100, 163-189.
- Camuffo D., Bertolin C., Diodato N., Cocheo C., Barriendos M., Dominguez-Castro F., Garnier E., Alcoforado M.J., Nunes M.F., 2013. Western Mediterranean precipitation over the last 300 years from instrumental records. *Clim. Change*, 117, 85-101.
- Desaive J.-P., Goubert J.-P., Le Roy Ladurie E., Meyer J., Muller O., Peter J.-P., 1972. *Médecins, climats et épidémies à la fin du 18^e siècle*. Mouton, Paris.
- Dostal P., Bürger K., 2010. L'évolution climatique de la haute vallée du Rhin. *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 57, 111-130.
- Garnier M., 1973. Longues séries de mesures de précipitations en France, zone 3 (nord-est et est du Massif Central). Météorologie nationale, Paris.
- Hentzen M., 2017. Daniel Meyer, un météophile mulhousien (1752-1824). In : A. Metzger, J. Desarthe et F. Rémy (dir.), *Histoires de météophiles*. Paris, Hermann, à paraître.
- Himmelsbach I., Glaser R., Schoenbein J., Riemann D., Martin B., 2015. Reconstruction of flood events based on documentary data and transnational flood risk analysis of the Upper Rhine and its French and German tributaries since AD 1480. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 19, 4149-4164.
- Le Roy Ladurie E., 2006. *Histoire humaine et comparée du climat. Tome II : Disettes et révolutions, 1740-1860*. Paris, Fayard.
- Metzger A., Tabeaud M., 2013. Les météophiles hollandais de la neige au petit âge glaciaire. In : J. Ducos (dir.), *Météores et climats d'hier*, Hermann, Paris, 99-123.
- Metzger A., Desarthe J., Rémy F., 2017. *Histoires de météophiles*. Paris, Hermann, à paraître.
- Metzger A., 2017. Les extrêmes hydrologiques à Mulhouse vus par Daniel Meyer (1777-1815). In : A. Metzger, J. Desarthe et F. Rémy (dir.), *Histoires de météophiles*. Paris, Hermann, à paraître.
- Mieg-Kroh M., 1881. Daniel Meyer, météorologue mulhousien 1752-1824. Extrait du *Bulletin du Musée historique de Mulhouse*.
- Pfister C., 1975. *Agrarikonjunktur und Witterungsverlauf im westlichen Schweizer Mittelland zur Zeit der oekonomischen Patrioten 1755-1797. Ein Beitrag zur Umwelt- und Wirtschaftsgeschichte des 18. Jahrhunderts*, Thèse, Université de Berne.
- Pfister C., 1978. Die älteste Niederschlagsreihe Mitteleuropas: Zürich 1708-1754. *Meteorol. Rdsch.*, 31, 56-62.
- Pfister C., Brázdil R., Glaser R., Bowka A., Holawe F., Limanowka D., Kotyza O., Munzner J., Rác L., Strömmer E., Schwarz-Zanetti G., 1999. Daily weather observations in sixteenth-century Europe. *Clim. Change*, 42, 111-150.
- Pfister C., Rohr C., Jover A., 2017. Euro-Climhist: eine Datenplattform der Universität Bern zur Witterungs-, Klima- und Katastrophengeschichte. *Wasser Energie Luft*, 109, 45-48.
- Pichard G., Roucaute E., 2014. Sept siècles d'histoire hydroclimatique du Rhône d'Orange à la mer (1300-2000). *Climat, crues, inondations. Méditerranée*, hors-série.
- Pueyo G., 1996. Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte en Alsace et en Lorraine vers la fin du XVIII^e siècle. *Bulletin des Académie et Société Lorraines des Sciences*, 35, 165-170.
- Rousseau D., 2009. Les températures mensuelles en région parisienne de 1676 à 2008. *La Météorologie*, 67, 43-55.
- Rousseau D., 2012. Identification des grands hivers de 1676 à 2010 à l'aide des séries thermométriques de Paris. In : J. Berchtold, E. Le Roy Ladurie, J.-P. Sermain et A. Vasak (dir.), *Canicules et froids extrêmes. L'événement climatique extrême et ses représentations II*. Paris, Hermann, 345-360.
- Tabeaud M., de la Soudière M., 2012. Les météophiles de météo sont-ils des « fêlés de records ? ». In : J. Berchtold, E. Le Roy Ladurie, J.-P. Sermain et A. Vasak (dir.), *Canicules et froids extrêmes. L'événement climatique extrême et ses représentations II*. Paris, Hermann, 287-296.

Lignes d'eau mesurées par Meyer

Mesures quotidiennes

Cellules fusionnées, mesures centrées : lorsque Meyer propose un bilan des précipitations mesurées sur au moins 2 journées.

x interruption des observations indiquée par Meyer

*plus de mesures de lignes d'eau à partir de novembre 1795

1778												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		0,22	7,1		0,18		2,8	0,4				0,4
2		0,21	3,6						0,2	1,24	0,5	0,7
3		0,2	0,1							3,4		2,5
4									0,12	0,18		
5				0,24		3,18				0,12		0,28
6		0,6	2,5							2,2	2,6	10,8
7			0,8			3,27	0,6		0,29	0,1		0,6
8		0,24					0,5	1,22	6,27	0,4	3,16	2,27
9					0,4	3,26	4,7		0,1	8,27		
10			0,8	0,8	1,18	0,4	0,1				3	
11			0,13						6,15	9,3	1,3	1,7
12		0,6							0,1	2,2		
13						0,2					5,24	3
14			0,12	1,28						2,18	0,3	6,3
15	15	2,6			1,12	0,29	2,11	7,26	0,3			
16	3,4			3,28	1,4	8,6			1,16	10,29		
17	0,3					1,19					2,26	0,1
18				1,8		0,23	1,24					0,2
19					0,3	1,16					4,25	0,3
20	7,8	0,2				0,13	0,1					
21	1,31	0,1	2	0,2		0,31	4,15			6,21		
22	7,3				0,18		0,2			1,19		
23	5,24		1,29							0,5		0,5
24	0,24	1,12			0,8					3,4	1,18	
25		4,3	8,19	10,27						8,2	3,24	
26	6,22	0,18	2,4		3		4,1			17,28	0,19	
27		1,1								15,9		
28		0,2		8,3	3,8				1,12		2,6	
29					0,6	4,1	0,2			5,24		0,9
30					0,12	13,28			0,8			3,3
31	1,11		0,4									0,16
total	49,29	12,3	28,2	27	15,8	43,26	19,3	9,2	33,16	80,16	32,1	32,1

1779												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1				0,2	0,16	0,28					0,2	1,6
2	5,2				2,16	6,16						3,1
3					3,15	1,16	0,4					6,4
4					4,25					3,2		4,2
5					7,3	4,29	2,2					0,22
6		1,2				2,19	1,4			0,21		
7						5,16	2,24	0,8	1,12			
8					0,1	2	2,14		1,6	0,3	1,17	
9						3,3	1,4	1,4	5,5	0,2	0,4	
10						0,19		2,12	0,6	0,5	1,29	2,15
11		0,6		0,1	0,2	0,15	0,8					
12						4,8	7,5				5,11	
13						16,24	1	0,3				1,23
14							0,13					2,19
15		2,21				5,3	0,13		1,2	1	1,17	
16			1,16				0,14		1,2	1,28	0,7	1,15
17			0,16				8,27					0,15
18							0,9				1,9	0,3
19		0,2	0,14		0,8	1,18					3,24	
20			0,12	0,13		1,1	1,12	2,6		2,4		
21		0,3	2,24	0,12	2,4		5,5	1,8		3,3	4,15	
22			0,24	0,5			1,14				1,12	3,5
23						0,6	0,16	2,14	0,1			0,4
24		0,4					1,6	0,15			2,13	
25						0,2	5,2	0,7	2,23		5,9	
26		0,4					12,6	0,1	0,12		0,22	0,2
27					7,11		1,6	1,12			5,16	
28		0,6				0,9		0,1	0,7	0,17	1,2	0,16
29						2,1	2,28	0,4		4,1	3,16	
30							3,5	4,18			0,1	2,2
31	1							7,22			0,1	1,6
total	6,2	4,16	6,12	18,1	50	45,18	54,8	10,14	12,7	14,21	39,16	37,19

1780												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1				0,5						4,12		
2				6,7						14,18		
3			1,3		0,12					1,19	0,2	
4				5,18						0,24	0,1	
5						1	2,1					
6		12				5						1,1
7		7,18			0,26	0,24			2,13		0,16	
8			0,12			4,25			2,23			
9				1,9	0,4			0,19	0,1	7,2	0,11	
10									4,2	0,2	0,1	
11	0,1				3,28			0,1	1,11	5,7	0,7	0,6
12					2,28				0,4	1		
13	0,13					0,4		0,1		0,5	0,3	
14				2,12		0,1	0,3	0,8			3,2	
15		0,4		1,14	2,18		0,2	0,29				
16	8,9				6,12	0,8	1,8	0,6		6,3	2,3	0,5
17	0,29			4,2				0,3	2		1	
18	10,29											
19	0,4			2,28		0,2	1,31	6,12	0,27	6,28		
20	0,12	2,4	7					1,24	0,13	1,3	3,3	
21	0,2	2,8		2,24					5,24	1,15	11,27	
22	0,7	1,18							0,5	0,13	1,15	10,27
23				0,8	1,19		1,5	3,18				
24		0,16		0,24		0,8	0,2	3,1		2,28		
25				6,1			0,5					
26		1,16	0,1	1		0,6				8		
27				2,5	0,6			0,31	0,2	0,28		
28		1,22						0,5				
29		0,3	0,13									
30			0,5	0,4				1			2,21	
31		7,14										0,3
total	22,5	29,25	16,4	37,23	19,8	11,31	8,8	15,18	24,14	54,14	37,6	13,3

1781												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1			0,14		0,2					3,2	1,13	
2			0,5					1,3		1,1		0,2
3	0,5	0,16		5,21				17,31		0,12	0,22	0,1
4	0,4			0,1	2,18	4,6					0,19	0,2
5				0,3	1,22		1,25	0,29			2,6	
6				4,23	0,19	1,9	3,4		0,6		0,17	
7				0,4		3,22		7,16	0,1	0,7	4,27	
8					0,15		0,18				0,5	
9				0,6	1,16	3,16						
10		3,24			6,24	0,4						
11		2,4			1,12		0,1					
12			0,5		4,18	0,8					2,12	
13		3,26		1,16		0,9		5,28			1,18	
14		8,1		0,4				6			7	
15		12,7		5,3		0,2	0,7				15,14	0,4
16		2,2				0,4		0,7	4,7		8,6	0,24
17	1,7	0,11						7,6	6,9		8,1	
18	0,3	0,4			1,2			17,25	0,14		2,19	4,8
19	0,12	3						6,29	0,28		0,22	
20	0,1			0,9		0,4		1,27	0,4		0,7	
21	1,1	0,4		4,21	5,2	16,2		0,2				0,8
22	6,24				1,16			0,4	3,15	0,4	0,4	
23	13,3			1,3	3	2,16			0,17			
24	2,7	3,6		8,1	0,7	6,1			7,6			
25	6,4	2,12		1,17		5,16					2,16	0,5
26	0,4	2,22				3,24	1,29	0,1		1,24		
27	2,5	0,9	0,4	4,13		0,2	10,6					3,24
28		6,29		5,21		16,1	0,1		0,16			
29								0,1		3,8		
30								0,6				4,7
31		0,7								1,2	0,1	0,29
total	36	52,12	0,28	45,23	30,31	69,2	18,5	75,13	25,28	12,4	57,5	14,27

1782												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	1,13						6,27			0,2	0,5	4,22
2							3,13		1,12			0,12
3	2,17			6			1,16	0,24	0,8	1,3		2,22
4	1,24		0,12								3,16	3,28
5		0,8		1,2	4			0,8	3,16		0,13	
6	0,18	0,15			3							3
7	0,16						2		9,3			
8	4		1,19		2,18			1,16				0,1
9				1,22	1,18			0,15	6,3			
10	1,24	3,5			1,4		1,8		7,24			
11			2,11				2,6	2,19	2,24			
12											9,8	
13			4,5	3,3		2,2	2,28		3,2	0,4	3,28	3,11
14						0,24						2,8
15		0,4	1,14	2,18		0,2	0,29		1,1			2,22
16	8,9			6,12	0,8	1,8	0,6			6,3	2,3	0,5
17	3,14			0,26					0,2	2,21		
18	0,14	0,1				2,15				1,16		1,16
19			0,1			0,24			0,5	1,16		0,16
20									0,15		4,2	
21			4,4			0,9					1,3	
22	2,2									0,4	7,16	
23	0,8	1,26	12,2	0,13	3,2				1,2	1,16		
24			3,12		7,14						1,26	
25				4,4	13,1	0,22						1,25
26	1,22			4,4	4,11	0,2					1,4	
27	1,16				0,15		5,1					
28							1,22			4,25		
29						2,6	0,19		1,14			
30	10				10		1,12	0,2	7,8	1		1,11
31	0,2		3,11				4		0,8	0,25	0,6	
total	32,16	5,23	37,25	54,12	41,2	26,2	5,4	48,16	22,12	29,8	29,16	5,2

1783												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	1,14	2,4				0,24				3,8		0,16
2		0,1	2,19									0,4
3						0,12					0,1	
4				1				0,6	2,27	9,13		0,3
5		0,4					0,14		1,12	0,23		0,4
6	5,8	3,3	3,6							1,16		0,7
7	0,17		3,14			12,1	7,22		6,5	0,27		0,1
8		0,22	3,24								5,24	0,1
9	2,4	0,26	5			4,7				0,26		
10		1,2	0,24				0,22					
11		0,13	2,29				3,4					0,2
12	1,28		5	1,16					2,3	1,4		0,1
13	1,12	1,16	1,2	2,24		0,11						2,8
14	2,24						0,13		9,22			
15	6,23		2,33						1,23		11,3	0,1
16		8,4	0,21		1	0,22		0,7	6,6			
17												
18								0,16	3,1	2,18		0,2
19	1,1									0,9	0,3	0,4
20						1,5	13,24			1,1	0,7	13,12
21	1,1											0,8
22		0,4					4,25		4			
23		0,18				0,2					1,7	0,2
24		6,14							4			
25	2,2	0,2	3,4						1,14	0,19		4,28
26		1,28							1,6			
27			2,8			1,22			0,2	1,2		14,1
28	2	1,8	1,12			9,12					3,8	2,26
29	0,18		1,8			1,2	0,8	2,6			0,1	
30	0,24						0,8					
31							7,4					
total	36,6	21,8	41,16	7,2	38,2	42,6	17,2	33,27	25,14	9,24	30	23,3

1784												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1				2,2			0,8	2,26	2,2	2,28		
2			9,12									0,2
3	12,6							1,22	0,12			
4								0,2			0,24	
5			0,2									2
6								0,2				5,12
7	7,5										1	3
8						0,5						
9			0,28				0,2	0,16		0,14	0,22	
10			1,3					0,8				
11			4,6			2,15						1,24
12			0,4	1,24	3,7		0,1					0,16
13				1,24	1,4							
14					0,21	0,27						0,12
15			15,2	1,11	0,6			0,1				
16	2,24	0,11										
17	1,16	0,9										
18								2,8				0,24
19	1,28	7,12						8,28				2,24
20			5,3			2,27	4,2					
21			1,24	1,14					1			0,8
22	38,8	1,16			6,6			1,24	0,14	0,28	0,5	
23		0,24	0,1			2,18						
24	2,6							4	5	0,4		
25						2,16	0,4			0,28		
26	0,24					1,8		0,01			2,24	
27		11,13		8,12			1,6	1,03	4,2			
28	0,3	3,29		2,4		0,3		3,22		5,12		
29	4							18,1				
30	8	0,7	8,18	1,24			2,2	2,1				
31	5,24						4,17	0,24				
total	43,7	41,13	62,3	10,31	24,28	13,3	15,6	32,12	23,13	14,18	10,12	12,6

1785												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		1,16				0,29			6,16	0,3		2
2						8,26	1,2	1	0,14	0,2		
3	13		4		0,9			2,28	6,29	3,24		
4								2,26		0,16		
5	4,6							1,16	0,01	4,28		6,4
6		7,16	0,16		3,28	4,8	0,13					
7	0,16	3,7								10,4		
8		2,28	0,24								0,29	
9			2,26							2	1,4	
10		0,1	1,2					7,2	0,21		0,1	
11			3,26					0,12		1,15		
12								3,9				0,2
13												0,4
14			4,16			1,16	1,12					0,2
15			x			1,2	2,28					0,5
16			x			0,1	0,13					
17	0,04			1,04	0,2	2,2						0,5
18				1,05	2,27		0,6		0,6			
19		3,12		2,22			8,24					0,7
20			1		4,23						4,4	0,1
21		0,24	0,4		4,3	6,29			0,16	2,15	0,4	
22		1,8			1,16	3,3	2,2	4,3			1,6	
23				1	0,01	3,24	3,3	1,5			1,3	
24		0,6	0,8			2,8		0,8				
25								0,5				
26					5,16		1,2	0,29	4,14	0,1		
27							1,16	2,23	0,6			
28	0,8					9			0,2	4,3		
29			3,2			0,24					3,4	
30			1		5,6	0,12				6,24	1,9	
31		7,3			0,27	0,6						
total	31,3	24,3	19,8	12,5	23,26	24,17	35,8	29,24	34,14	33,21	28,26	11,8

1786												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							2,3					
2								8,9	6			
3		0,4	4,23			1,27						
4					0,5						5,21	3,12
5						0,21	1,5	0,5	0,1		5,13	
6				1,18	1,21						4	
7	4,8	3,18							0,3			
8	11,18	7,8		0,6	6,24		0,21					
9		5,16										
10	2,6			16,17	2	2,17	10,2		3,13			
11	2	4,12			2,2	0,2	7,12				4	
12			3,21						1,11			
13		0,24	2		2,24					0,2		4,2
14	0,15		12,16		0,2	2,1	5,14	4,11				8,4
15			2				0,14					4,28
16	7,8	0,16						1,24	21,8			
17	0,23						1,26				11,8	
18	0,26	0,8	0,6	2,7				1,24				2,14
19			4,21			2,4						
20			1,28			2,4			0,8		5,3	
21						0,26						3,5
22				3,24				3,2				
23												
24						1,8						
25									1,3	3,11		
26			5,12					0,12	0,7			
27				0,12								
28			0,22						5,24	0,11	8,1	
29	0,2								3,16	1,13		
30			0,6	4,7				2,18	1,19			
31									1	0,8		1
total	30,29	22,31	41,27	27,4	30,12	19,1	37,28	20,3	40,3	10	27,16	41,2

1787												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1					6,3					1,21	1,8	
2				1,4	1,8		6			0,2		
3			3				x				4,9	0,21
4				1,3			x			1,2		1
5			2,2				x					
6			1,8			0,13	x					1,14
7			5,14		3,2	0,11	x					2,6
8		1,8			2		x				1,12	
9					0,5		x			0,2		
10			0,1		0,13		x		3,3			
11							x			3,2	2,1	
12		0,23	1,29		1,9		x			16,22		
13			0,2	1,25			x				2,10	
14					0,9	2,12					1,4	
15		3,24			0,2	3,1	2,28			3,22		4,8
16				2,23				3,6				
17					5,8			3,15		0,21		
18					8,31	0,24	0,12	1,22	7,4			7
19			0,3				10,25	7,13	3,3	8,24		6,12
20						0,3			8,14			3,3
21	0,18					7,8		3,2			1,9	2,14
22							3,12					
23	0,5							2,2			1,9	
24			1,8			5,2			0,2	0,8		2
25					0,24			0,13				7,4
26					0,25					2,6	0,8	
27					0,26		0,25		1,12	3,16		
28			3,24	1,16		2			0,5	0,2		3
29	1,8					3,8		2,27				
30			1,16		3,16	2,1						
31			5,4	1,16		1,25						9,12
total	1,31	5,24	30,26	29,14	31,17	29,28	43,12	16,2	28	44,5	20,22	31,2

1788												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	5,5					1,3		1,3	1,13			
2	8,13						0,1		0,11	0,12		
3	3,11	2,18										
4	0,13	0,12				4,2						
5				0,7		4,14	0,17					
6							3,17					
7	4,14		4,23				0,14					
8	2,17			0,12						19,1		
9		4,6	0,12			4,2						
10						1,8			28,8			
11					2,15				1			
12		0,15				2,4		11,12				
13			2,18									
14						0,2		14,2	0,3		3,24	
15	0,12						0,2	2,26		0,1		
16								1,24		7	0,22	0,3
17					3,12							
18		4,7						1,16				
19	1,18				2,28	1				8,1		
20						0,3						
21								6,15	3,8		0,2	
22		5,12	1,28			11,8						
23	1,2		0,28	1,8		3,4	0,1	1,6	0,16			
24		7,16							0,1			
25	0,12	8,12	0,2			1,2		2,6	0,2		1,26	
26	0,11	0,1							0,17		5,28	
27				0,7				0,1				
28				0,2		1,21		2,6	1,13			
29						6,17	0,2	0,8				
30					11	2,9			0,19			
31												
total	29,8	40,21	10,5	8,9	24,6	49,4	14,3	42,6	56,13	21	5,2	7,22

1789												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1			6		0,5	28,8	2,5	1,16	0,4		1,24	
2			1							4,3	0,12	
3		0,16		9,18		13,14			1,26	3,1		
4									5,2			
5		4,1	0,24			5,14			0,2			
6		2,26				2,12	3,24			3		
7		4			5,26	2,24			7,26	0,9	7,26	0,14
8						0,6		0,8	1,2		1	
9						0,1		1,12			0,5	
10		3,21								3,28	4,9	
11		6,22				1,4	1,6				0,25	
12									6,26			
13			4,23	4,28			7,22					
14	10,17	1,27								0,1		
15	15,2										1	
16	12,29		1,22		0,2					2,3		1,28
17				0,8	2,2	0,5		2		7,3	1,8	
18	0,28	1,18	1,8						2,6			3
19	4,1			1,28		0,4	4,4		0,12	0,5		
20				1,22		0,16	5		5,6		1,24	0,14
21	0,24		0,24			2		1,14	0,31			0,4
22					1,4	10,4	14,16					
23			12,12			1,1	2,26	1,8		0,5		
24		2,4		7,16			1,1	0,14	1,8	0,8		
25				1,6		5,4			0,2			2,18
26	7,2	3,16	5,24		1,8	1,6						0,2
27	0,15		2,4		0,3							
28		6	0,1	2,2	7,4	0,12	8,2					
29				3,13	3,2	6,28						
30				1,27		1		7	0,28	3,28		0,4
31							0,4					
total	52,27	37,2	31,8	37,14	18,16	83,16	44,2	27,24	36,28	21,24	27,29	10,28

1790													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1		1,24	0,29				3						
2	0,3							2,16			6,4	2,4	
3						1,11		3,4				3,5	
4	0,2							1,7	0,8	2	0,6	7,12	
5			2,14		9,18	7,8						6,9	
6										3,8		0,28	
7										5,9		2,24	
8						7,3		3		6,3	2,4		
9						9,14		0,12		0,1			
10			1,4	3,1		1,26					5,21		
11			0,5	3,15		5,23	5,24		0,9				
12				0,9				3,2				1,8	
13				0,11		0,6	5,4					0,5	
14					2,24			6,7	2,29		0,4		
15								5					
16			1,2	5,24				4,16				8,15	
17					1							3,11	
18						0,16						10,4	
19							2,26				0,18	0,16	
20													
21							2,22			8,22		2,29	
22									0,7	0,11		7,8	2
23		2,8		0,3	0,4	0,16						0,29	
24										3,12	1,29	2,22	
25	1,8			12,28						4,1	3,2	5,8	
26	0,17			1,16							15,2		
27			0,8									1,12	
28	4,26								1,2		4,24		
29							5,22						
30	4,4					16,4	2,5	1,3			3,1		
31	1						5,12						
total	15,6	7,15	6	31,29	58,7	28,26	36,6	7,2	42,2	37,22	33,14	42	

1791												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1						2,18		1,4				
2							0,2	0,8		0,9	1	1,16
3		3,12						3,16		1,25	1,2	
4		0,17								1	1,8	
5								1,2		4,17		1,2
6	5,17											
7	6,17			5,3								7,28
8	5								1,24			1,3
9	2,21		0,24					1,4	7		8,28	3
10	4			2,12				2,1	0,6			3
11												
12	1,3			2,12		3,24	2,6					
13	3,8				1,24				1,16			13,1
14	4	1,23		1,18		0,12			7,6			
15	1,8			5,1		1,16	5,8			6,14	1,4	9,9
16	1,2											
17		0,15				0,8						6,21
18				0,4	3,6	1,14		9,2	0,28			3,22
19	0,18	1,1				0,16		1,2				
20				0,16	1,2	3,22			0,16		5,1	0,3
21	1,22					3,28	0,26			5,6	3,29	
22		0,1	6,13			0,9				0,24	4,16	
23		1,1	0,4	0,26		6,8				2,16	0,9	
24	1,12	2,11		9,5	3							
25				2,6						2,17	4	5,3
26		2,7				0,1			3,3			3,19
27		1,28										0,16
28	1,13	0,12				0,8	0,19			0,24		5
29						4,16					2,27	2,16
30	1,5			15,8	2,2			1,26				1,8
31	1,8											
total	41,26	16,18	7,28	34,28	26,13	24,28	19,25	30,29	8,23	36,22	33,1	59,3

1792												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		3				2,28			0,8			
2	0,12				2,18		2,12	10,24		5		
3			5									
4					10,6			3,4	7,16			
5				1,2	2,12		1,16	0,1	14,26			
6				8,2	1,2		1,26	0,12	0,14			
7			1,22	1,8	9,12	2,26		1,24			0,16	
8					8,16							
9		4,4			4,28							
10					2,2				11		2,12	
11												
12	13,16	0,1	1,29			5,26	0,24	2,4				2,24
13												
14		0,14						0,12	1,3			
15			2,16	0,3	6,28		11,21	1,2	9,28	1,2		
16	13,8		5,3						0,22			
17												
18				2,12							2,4	
19			1,7			7,12		4				
20				3,2		3,11			0,8	1,8		
21				0,4			6,16				13,24	
22					5,28		0,18	17,5	2,9	1,12		
23	2,18		1,9		1,24			1,24	0,4	1,14		
24	0,18	2,24					3,24	5,24	1,12	1,22	0,8	
25						0,7	3,1	2,1		0,8		
26	6,22		0,18					6,2				
27		4,1			3	2,16	5,24	0,14	7,24	0,1		
28					3,16		15,4	0,8				
29	1,24								0,22	3,14		
30	7,14				3,4		5,6	0,4	1,26			
31					8,8		1,24					
total	48,22	15,26	17,22	23,5	54,16	45,24	47,14	24,28	67	33	21,24	27,6

1793												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1										1,15		
2						12			0,2		1	
3					5,8				6,3	7,2		
4					0,1			4,12			2,6	
5									1,22			
6	4,8	3,3	0,5	0,6	0,18				1,11	4,7		
7		3,12	6,24						1,2			
8	1			3,14								
9		4,28				2,6					1,1	
10		1,16	1									
11		3,24	2,22			3,16			2,24			
12	4,1	2,2							0,2		7,24	
13	2,26	2	0,16			4,6		0,2		3,1	4,8	
14											2,16	
15						7,2					12,1	
16								6,17	1,16			
17									1,29	0,4	0,9	
18			0,26	2,3	0,9	0,18						
19				8,5		5,9						
20		1,12				2,16		3,24			2,4	
21				0,15				3,28				
22							6,25					
23						0,3						
24			2,28						0,1	0,4		
25	7,16											
26			0,12		1,2							
27				5,18		2,9						
28						1,7	1,4					
29			0,16			0,9	4,7		3,2	0,8		
30	1,4					2,28						
31	0,24				1,6				1,25			
total	21,24	23,23	19,12	20,24	8,3	25,3	20,9	10,29	29,6	13,1	27,1	14,13

1794												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1			1,8					1,16				
2				4,8	1,8				2,18			
3						4,31		6				
4						0,2					5,8	
5			0,24							21,4		
6					3,1				2			
7				12,12				9,22				
8									11,16			
9		1,8									0,12	
10			3						4,1			
11												
12			2,4		4,16			3,24	1,3			
13					4,18		14,18					
14		10,4			1,16	2,17						0,4
15							3,1	0,14	7,16	1,13	1,22	
16												
17				1,4							2	
18									0,8			
19						0,23						
20					0,24		1,2					
21	1,11	5,8						2,14	6,18			
22		0,6				1,17	7,8					
23						0,18					1,26	
24	2											
25				0,25	0,3				9,13			
26	8	3,1				0,1						
27												
28	6,16						6,15					
29	3,24											
30			0,3							10,8		
31						0,15		3,1			10	
total	21,19	20,4	8,3	26	29,27	23,22	24,12	26,3	33,24	46,16	22,1	0,16

1795												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1								0,16	3,6	*		
2		9,2	1,24				8,2		2			
3						1,12		1				
4							2		5			
5										2,2		
6							1,4		1,8	2,8		
7								1,8				
8		5,12	9,16									
9		5,14										
10								0,8	3,2			
11		3,12	20									
12		4,24		1,18		10	1,16		9,4			
13		3,4	3,16			14,8	4					
14				5,16		1,4			9,2	3,8		
15		1,24		1,16					2			
16												
17			17,8			0,24	4	1,4	1			
18						8	1,4					
19				2,8			0,4		0,16			
20						27						
21					2,16	3,4	3		5,16			
22							0,4	0,24				
23		2,8					1,16	2	5,16			
24				0,24			5,16	3,8	1,16			
25				1,24			2,16					
26		1,2	1,2									
27		3,8	0,4			4,12	10					
28	9		0,4									
29	1,16			1,18		1	3,8					
30						1,8			3,4			
31								6				
total	10,16	41,3	53,26	16,6	2,16	72,88	48,24	13,4	45,96	18,88		