



HAL
open science

Plus de neiges et de glaces au petit âge glaciaire ?

Alexis Metzger

► **To cite this version:**

Alexis Metzger. Plus de neiges et de glaces au petit âge glaciaire ? : Eléments de réponses quantitatives avec David Fabricius, le pasteur qui aimait la météo. Neiges et glaces, éditions Hermann, 2015, 9782705690069. hal-01129019

HAL Id: hal-01129019

<https://hal.science/hal-01129019>

Submitted on 12 Jun 2015

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.

Alexis Metzger, « **Plus de neiges et de glaces au petit âge glaciaire ? Éléments de réponses quantitatives avec David Fabricius, le pasteur qui aimait la météo** » dans Alexis Metzger et Frédérique Rémy (dir.), *Neiges et Glaces. Faire l'expérience du froid (XVII^e-XIX^e siècles)*, Paris, Hermann, 2015, p. 141-158.

Les recherches en climatologie historique se sont principalement centrées sur la reconstitution des températures ou des indices liés à la température. Ces reconstitutions aboutissent à des moyennes thermométriques saisonnières puis annuelles et permettent ainsi de dresser des séries quantitatives mettant en évidence de grandes fluctuations du climat¹. Outre ces travaux, des analyses plus fines concernant certains événements extrêmes ont été menées. Le grand nombre de données météorologiques citées dans les ouvrages de Jan Buisman, géographe historien du climat hollandais, permet toutefois d'affiner les échelles de durée dans la connaissance du temps qu'il faisait lors du siècle le plus froid du petit âge glaciaire².

Il s'agit donc dans ce chapitre de mieux appréhender quantitativement et qualitativement le froid. Quelle était la fréquence de journées « froides » lors des hivers du petit âge glaciaire ? Le froid était-il accompagné de chutes de neiges abondantes ? Ces types de temps étaient-ils différents d'aujourd'hui ? Les travaux menés jusqu'à présent ont reconstitué un type de temps dominant pour un hiver lors de certaines périodes du petit âge glaciaire³. Pour nous, il s'agira de faire le bilan météorologique précis de chaque hiver (nombre jours de neige, de gel...) et de le comparer aux saisons actuelles. On se heurtera cependant parfois à la disponibilité des moyennes climatologiques et, de ce fait, les périodes normales ne seront pas identiques selon les comparaisons (1971-2000, 1981-2010, dans le meilleur des cas...).

Certains phénomènes météorologiques, comme les précipitations, étant éventuellement localisés, ne peuvent être intégrés à des reconstitutions aux échelles spatiales trop larges. Or, l'ouvrage de Jan Buisman fournit les principales données du carnet météorologique de David Fabricius, pasteur en Frise orientale (Nord-Ouest de l'Allemagne, très proche de la frontière actuelle avec les Pays-Bas)⁴. Par son nombre d'informations météorologiques (températures « ressenties », précipitations, direction du vent...) et son étendue (plus de 17 années couvertes presque quotidiennement entre 1594 et 1612), ce carnet sera la source majeure des analyses de ce chapitre. Même si les 17 années couvertes sont insuffisantes pour dégager des tendances au vu des « normes de durée » (moyennes climatologiques sur 30 ans), elles permettent au moins de faire des constats assez pertinents pour appréhender le froid du petit âge glaciaire⁵. Il est

¹Voir notamment Pfister, Christian, *Wetternachbesserung. 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen, 1496 – 1995*, Berne, Haupt, 1999 et Le Roy Ladurie, Emmanuel, Daniel Rousseau et Anouchka Vasak *Les fluctuations du climat. De l'an mil à nos jours*, Paris, Fayard, 2011.

²Dont Buisman, Jan, *Duizend jaar weer, Wind en Water in de Lage Landen*, volume IV : 1575 – 1675, La Haye, Wĳnen – KNMI, 2000. L'analyse de cet ouvrage est au cœur de notre thèse sous la direction de Martine Tabeaud : *Le froid en Hollande au Siècle d'or. Essai de géoclimatologie culturelle*, Université Paris-1 Panthéon-Sorbonne, 2014.

³Voir Jacobeit, Jucundus, Heinz Wanner, Gerhard Koslowski et Martin Gudd, « European Surface Pressure Patterns for months with outstanding climatic anomalies during the sixteenth-century », dans *Climatic Change* 43, 1999, p. 201-221 et Luterbacher et al., « Monthly mean pressure reconstruction for the late Maunder minimum period (ad 1675–1715) », dans *International Journal of Climatology* n°20, 2000, p. 1049–1066.

⁴Buisman, Jan, *op. cit.*

⁵... Et, ainsi, de s'interroger sur certaines « généralités » liant trop rapidement froid, gel, chutes de neige et manteau neigeux.

impossible de rentrer dans des échelles d'analyses aussi fines avec les relevés d'autres météophiles du XVII^e siècle car ils ne sont pas quotidiens⁶. La lecture de cette « somme » est laborieuse (écriture à la main en bas-allemand très difficile à lire) et c'est donc via Buisman que nous retiendrons les principales informations du carnet. Précisons également que ce carnet n'a jamais fait l'objet d'analyses scientifiques. Tout au plus trouve-t-on des résumés climatiques dans un article oublié, datant de 1968... résumés fort utiles pour les analyses plus développées que nous allons proposer⁷.

1. Un Frison fêlé de météo

David Fabricius n'est pas né de la dernière pluie à Esens le 9 mars 1564. En 1584, après des études poussées en mathématiques, il est nommé pasteur à Resterhafe en Frise orientale (quartier de la ville de Dornum aujourd'hui). En 1603, il prend ses fonctions dans une autre paroisse de Frise orientale, Osteel. Il restera pasteur jusqu'à sa mort le 7 mai 1617, tué par un paysan qui l'avait accusé d'avoir volé une de ses oies (à raison semble-t-il).

Toute sa vie, Fabricius a été passionné de sciences. Il est à la fois astronome, cartographe et météorologue amateur. Il entretient une correspondance avec Kepler, grâce auquel ses observations astronomiques sont connues. En 1585, il rencontre également Tycho Brahe à Hven (près de Copenhague) comme l'indique son journal. Avec des instruments astronomiques qu'il confectionne lui-même, il scrute le ciel. Il découvre notamment l'étoile variable périodique Mira Ceti (le 3 août 1596) ainsi qu'avec son fils les taches solaires. Ce dernier, Johannes, publie en 1611 un ouvrage où leurs découvertes sont mentionnées, deux ans avant les lettres de Galilée à Marc Velsler qui font également mention de taches solaires.

À notre connaissance, seuls deux travaux sont focalisés sur les sources à disposition des historiens du climat pour la période non-instrumentale⁸ outre un chapitre que nous avons écrit sur les météophiles hollandais de la neige au XVII^e siècle⁹. Un article de l'historien géographe du climat Christian Pfister fait aussi le point sur les différentes sources en Suisse sur la période 1525-1863¹⁰. Enfin, un ouvrage traitant d'histoire du climat aborde la problématique de l'utilisation des sources écrites à plusieurs reprises¹¹.

Selon Pfister, faire des observations systématiques du temps devient plus fréquent à la fin du XV^e siècle pour au moins trois raisons : le recours croissant à l'astronomie pour prédire le temps,

⁶ Le terme de « météophile », proposé par l'ethnologue et sociologue Martin de la Soudière, désigne des personnes passionnées de météo.

⁷ Lenke, Walter, « Das Klima am Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts nach Beobachtungen von Tycho de Brahe auf Hven, Leonhard III. Treutwein in Fürstenfeld und David Fabricius in Ostfriesland », dans *Berichte des Deutschen Wetterdienstes*, n°110 (15), 1968.

⁸ Alexandre, Pierre, *Le climat en Europe au Moyen-âge*, Paris, École des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1987 et Pfister, Christian, Rudolf Brázdil, Rüdiger Glaser, Anita Bowka, Franz Holae, Daluta Limanowka, Oldrich Kotyza, Jan Munzner, Lajos Rácz, Elisabeth Strömmer et Gabriela Schwarz-Zanetti, « Daily Weather Observations in sixteenth-century Europe », dans *Climatic Changes* n°42, 1999, p. 111-150.

⁹ Metzger, Alexis et Martine Tabeaud, « Les météophiles hollandais de la neige au petit âge glaciaire », dans Ducos, Joëlle (dir.), *Météores et climats d'hier*, Paris, Hermann, 2013, p. 99-123.

¹⁰ Pfister, Christian et Alain Guerreau, « Une rétrospective météorologique de l'Europe. Un système de reconstitution de l'évolution du temps et du climat en Europe depuis le Moyen-âge central », dans *Histoire et Mesure*, n°3 (3), 1988, p. 313-358.

¹¹ Rotberg, Robert I. et Theodore K. Rabb (dir.), *Climate and History. Studies in Interdisciplinary History*, Princeton, Princeton University Press, 1981.

la production intense d'almanachs astronomiques¹² et l'intérêt renouvelé pour la météorologie, affectant les récoltes et les prix des denrées. L'équipe des dix chercheurs ayant écrit l'article cité avec Pfister aboutit ainsi à une liste des carnets pour ceux couvrant au moins durant 365 jours le temps qu'il fait. Les principaux carnets sont présentés brièvement dans l'article de Pfister (contexte de production, vie de l'auteur, analyses possibles...).

Le plus ancien carnet européen assez précis est celui de Marcin Biem. Entre 1502 et 1540, il fait des relevés sans interruption pendant trois périodes : 1502-1507, 1524-1531 et 1535-1540. Le seul carnet dépassant en nombre d'entrées météorologiques le carnet de Fabricius est celui de Wolfgang Haller à Zürich, sur la période 1545-1576. C'est un carnet quotidien qui présente cependant le défaut de résumer souvent la journée à un seul paramètre météorologique (« variable », « pluvieux », « vent du sud, föhn »...). Certains termes nécessitent également une interprétation, comme « *zimlich* » (assez couvert mais sans précipitations ?) ou « *wild* » (venteux et pluvieux ?). On peut donc dire que si le carnet météorologique de Fabricius est loin d'être le plus ancien, il est celui qui combine le plus de précisions et une durée de couverture du temps parmi les plus longues. Il est le premier avec Tycho Brahe à relever systématiquement la direction du vent. Comme l'écrit Pfister : « Fabricius était assurément le plus méticuleux des météographes du XVI^e siècle »¹³.

Dans l'analyse du carnet, nous privilégierons (mais comment faire autrement ?) les « mots » employés sans qu'il soit possible de les associer à une mesure précise. Le vocabulaire du froid employé par Fabricius est en effet impressionnant, ce qui serait une limite pour nous en l'absence des tableaux récapitulatifs de Lenke, dans la mesure où il est difficile de définir des degrés de froid à partir de termes si nombreux et non systématiques¹⁴. Mais cette pluralité de termes est révélateur des nuances subjectives auxquelles était sensible David Fabricius. Incontestablement, Fabricius fait partie de ces personnes qui ont une sensibilité à la météo très forte et témoigne d'une relation « qui dépasse une évaluation quantitative des températures »¹⁵. Sans instruments de mesure, sans connaissance du point de gelée, il réussit à exprimer des degrés de froid très divers sans qu'il nous soit malheureusement possible d'attribuer à telle expression un degré Celsius. Il existe environ 70 termes pour qualifier ou quantifier le froid... Fabricius propose également une mesure « vernaculaire » de la glace : « *ein strobreit dick iß gefroren* » qui pourrait être une « couche de gel comme un lit de paille ».

Précisons pour conclure que des termes employés posent parfois problème. Les 8 et 9 février 1605, Fabricius parle de temps « printanier ». Mais qu'est-ce qu'un temps printanier ? Doux ? Ensoleillé ? Impossible à dire. Autre exemple : le terme « *hagel* » veut dire « grêle » en néerlandais. Or, en combinant toutes les données mentionnées par Buisman les jours de « *hagel* », il semble impossible que de la grêle soit tombée ces jours-ci mais plutôt du grésil... Fabricius n'avait-il qu'un seul mot pour vouloir dire ces deux météores qui ne sont pas identiques et ne traduisent pas du tout les mêmes types de temps ? Là encore, le doute est permis mais nous avons choisi de suivre « le bon bout de la raison », c'est-à-dire, de faire correspondre à ces journées un type de

¹² Le premier calendrier astronomique allemand date de 1475, imprimé par l'astronome Johannes Müller.

¹³ « Fabricius undoubtedly was the most meticulous among the sixteenth-century diarists », dans Christian Pfister, et al., « Daily Weather Observations... », *art. cit.*, p. 142.

¹⁴ Voir Lenke, Walter, *op. cit.*

¹⁵ Dardel, Éric, *L'homme et la terre*, Paris, CTHS, 1990 [1952], p. 34. Dardel s'intéresse ici aux approches phénoménologiques contemporaines du climat et montre la richesse des perceptions dans notre rapport au temps. Si Fabricius n'avait pas les moyens d'évaluer quantitativement le froid, il aurait tout de même été d'accord avec Dardel !

temps lorsque cela était nécessaire, type de temps déterminant pour savoir s'il s'agit de la grêle ou du grésil que Fabricius a vu tomber.

2. Le gel

D'après les tableaux récapitulatifs élaborés par Lenke, la moyenne du nombre de jours de gel est de 67,5 pour la période couverte par le carnet. Les écarts varient de 104 en 1601 (103 en 1600) à 43 en 1602 et 1607. Il est très difficile d'estimer ce que Fabricius entendait par « jour de gel ». On peut néanmoins supposer que le marqueur visible de ce gel était l'eau via sa prise en glace. Fabricius n'a donc sans doute pas noté « gel » lorsque la température descendait en dessous de 0°C pendant quelques heures donc en cas de gelée. La prise en glace de l'eau liquide requiert la durée, si bien qu'il est donc probable que le nombre de jours de gel notés par Fabricius soit inférieur à ce qu'il aurait été aujourd'hui grâce au thermomètre.

Les données actuelles (1981-2010) sont obtenues grâce au service météorologique d'Allemagne. La station la plus proche de celle où résidait Fabricius est Aurich. Le nombre de jours de gel moyen durant cette période normale est de 66 (tableau 1). Cette légère réduction du nombre de jours de gel aujourd'hui est sans doute également révélatrice du réchauffement progressif (mais non continu) en Europe depuis la sortie du petit âge glaciaire (vers 1860).

Tableau 1 : Jours de gel avec T°C min < 0°C à Aurich (1981-2010)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
13,6	14,8	10,7	4,9	0,7	0	0	0	0	1,5	6,5	13,3	66,0

Nous avons comptabilisé les jours de gel par hiver météorologique (DJF), compilation qui nous semble plus pertinente pour nos futures analyses (tableau 2).

Tableau 2 : Nombre de jours de gel entre 1594 et 1612 pendant DJF

Hiver	Décembre	Janvier	Février	Total
1594	5	14	22	41
1595	25	17	15	57
1596	19	5	15	39
1597	5	16	12	33
1598	15	15	9	39
1599	10	22	19	51
1600	15	16	24	55
1601	23	12	21	56
1602	22	10	4	36
1603	21	15	20	56
1604	20	11	20	51
1605	9	3	14	26
1606	-	-	-	-
1607	7	5	3	15
1608	16	29	23	68
1609	9	2	8	19
1610	18	7	19	43

1611	14	22	6	42
1612	16	21	20	57
Moyenne (18 ans)	14,9	13,4	15,2	43,6

Le nombre moyen de jours de gel pour l'hiver météorologique durant la période couverte par Fabricius est de 43,6. Les valeurs « extrêmes » sont celles de 1607 (15 jours de gel) et 1608 (68 jours). Tous les hivers sont donc marqués par le gel, dans des proportions différentes.

Fabricius ne distingue pas systématiquement les jours où le gel est continu durant 24 heures donc sans dégel des jours où la température passe au-dessus de 0°C pendant quelques heures. Comme nous l'avons montré précédemment, le vocabulaire employé par Fabricius pour signifier « gel » est extrêmement large. Grâce à Buisman, on peut cependant tenter de reconstituer la durée moyenne des vagues de froid, entre deux périodes de dégel. La méthodologie employée est la suivante : nous avons déduit des types de circulation au sol relevés par Fabricius les types de circulation synoptique, avec les incertitudes indiquées plus loin. Associées aux températures telles que décrites par Fabricius (et donc par Buisman), ces circulations ont permis de reconstituer le nombre de jours où une vague de froid s'installe en Frise orientale avec, donc, des températures minimales inférieures à 0°C. Bien souvent, nous avons supposé que telle période avait des températures diurnes strictement inférieures à 0°C car, avant et après elle, Buisman cite Fabricius parlant de « gel moins fort » ou « gel la nuit ». Il a donc bien observé la différence entre des périodes de gel-dégel et des périodes de gel continu. Le tableau 3 en fait la synthèse. Les nombres entre parenthèses sont très incertains car les informations manquent dans le livre de Buisman. Deux années sont sans données : La description du temps qu'il fait en 1597 par Buisman est trop imprécise. En 1606, Fabricius déménage et le carnet est trop fractionné pour en tirer la moindre indication quantifiable.

Tableau 3 : Nombre de jours de gel continu entre 1594 et 1612 pendant DJF

Hiver	Décembre	Janvier	Février	Total
1594	4	2	13	(19)
1595	19	9	8	36
1596	17	1	10	(28)
1597	-	-	-	-
1598	5	12	9	26
1599	(3)	13	6	(22)
1600	18	9	10	37
1601	(13)	4	6	(29)
1602	(9)	(0)	(0)	(9)
1603	10	3	8	21
1604	(10)	0	20	(31)
1605	4	0	2	6
1606	-	-	-	-
1607	0	0	0	0
1608	10	13	9	32
1609	(5)	(0)	0	(5)
1610	6	0	0	6
1611	6	13	0	19

1612	3	(0)	11	(14)
Moyenne incertaine (sur 17 ans)	(8,7)	(4,6)	(6,6)	(20,0)
Moyenne	7,8 (sur 13 ans)	5 (sur 14 ans)	7 (sur 16 ans)	20,3 (sur 9 ans)

Il est clair que ces données sont à utiliser avec précautions à la fois parce que les incertitudes sont grandes (dans la source de première main et son interprétation donnée par Buisman) et parce que la période est plus courte qu'une période climatologique normale de 30 ans. Il apparaît cependant que le nombre de jours de gel avec une température maximale inférieure à 0°C est bien plus élevé qu'aujourd'hui. Elle est d'environ 20 jours contre 12 pour la période 1981-2010 à Aurich (tableau 4).

Tableau 4 : Jours de gel avec T°C max < 0°C à Aurich (1981-2010)

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
4,4	3,1	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	3,4	12

Il est donc manifeste que les périodes de froid intense étaient plus longues et/ou plus nombreuses lors de cette période du petit âge glaciaire qu'aujourd'hui. Il faut aussi insister sur la précocité de ces vagues de froid : le mois de décembre est celui qui comptabilise le plus de jours de gel stricts et il est assez surprenant de voir ce nombre de jours baisser de presque la moitié en janvier, avant de remonter en février. Il semble que lors de la période couverte par Fabricius, les mois de janvier aient vu la circulation zonale source de douceur s'installer plus qu'en décembre et février (une altération climatique). Cette situation contraste avec l'actuelle : le nombre de jours de gel continu est plus important en janvier qu'en décembre et/ou février pour la période 1981-2010.

Même si ces hivers ne comptent pas parmi les plus froids, selon les différentes classifications, ils ont certainement marqué les contemporains par leur vague de froid très marquée. C'est par exemple le cas de l'hiver 1598 où le nombre de jours de gel est loin d'être le plus grand sur la période, mais où 66,7% de ces jours est marqué par un gel continu (figure 1).

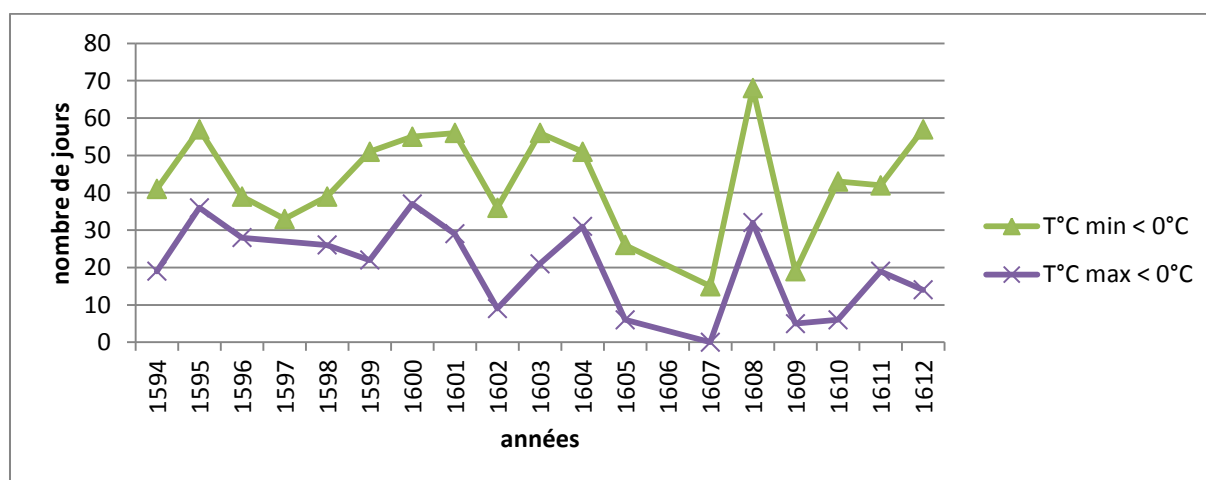


Figure 1 : Nombre de jours de gel pendant quelques heures et de gel continu

3. Les chutes de neige

L'analyse des jours avec des chutes de neige est possible grâce aux tableaux de Lenke, afin d'éviter une fois de plus la lecture laborieuse du carnet de Fabricius. Le nombre moyen de chutes de neige (uniquement) durant la période couverte par le carnet de Fabricius est de 20,2. Les écarts peuvent être importants entre les années avec seulement 9 jours de neige en 1593 et 1596 et un maximum à 39 jours en 1601. Lenke propose également un tableau récapitulatif du nombre de jours où de la pluie est également tombée, outre de la neige. Le nombre moyen est de 24,9 avec, là encore, des écarts variant de 9 en 1593 à 43 en 1601. Nous reproduisons ci-après le tableau pour les données les plus pertinentes (nombre de jours de neige parfois accompagnées de pluie) en indiquant à nouveau le nombre total par hiver météorologique (tableau 1).

Tableau 5: Nombre de jours avec chutes de neige entre 1594 et 1612 pendant DJF

Hiver	Décembre	Janvier	Février	Total
1594	1	7	7	15
1595	5	3	5	13
1596	6	4	6	16
1597	1	5	8	14
1598	6	9	12	27
1599	6	4	12	22
1600	6	5	9	20
1601	4	4	14	22
1602	10	6	2	18
1603	4	5	6	15
1604	4	7	4	15
1605	3	2	10	15
1606	-	-	-	-
1607	0	3	5	8
1608	8	12	6	26
1609	4	5	3	12
1610	4	3	9	16
1611	5	8	4	17
1612	5	9	11	25
Moyenne (18 ans)	4,5	5,6	7,4	17,6

Il est intéressant de relever la progression du nombre de jours moyen de chutes de neige entre décembre (4,5) et février (7,4). La neige tombe plus souvent en février avec les redoux plus fréquents ce mois que les précédents.

L'institut météorologique des Pays-Bas a établi la carte du nombre moyen de chutes de neige sur la période normale 1971-2000 (pas encore actualisé à 1981-2010). On peut supposer que le nombre moyen affiché sur cette carte est similaire à celui de Frise orientale, un peu plus à l'est. Nous n'avons pas trouvé le nombre moyen de chutes de neige dans la région allemande voisine de la Frise.

La moyenne 1971-2000 de 30 à 32 jours est donc plus élevée que lorsque Fabricius faisait ses relevés. Mais qu'est-ce qu'un jour de neige ? Aujourd'hui, un jour est considéré comme neigeux si seulement quelques flocons de neige tombent. Il est possible que Fabricius n'ait pas mentionné de neige pour quelques flocons épars, qu'il ne voyait d'ailleurs peut-être pas lorsqu'il prêchait à l'intérieur de son église. Comment expliquer sinon ce plus grand nombre de jours avec chutes de neige aujourd'hui qu'à la charnière des XVI^e et XVII^e siècles ? Une possibilité : les situations de blocage étaient plus fréquentes à cette période, source de froids secs en Europe de l'Ouest. Notons que le réchauffement contemporain augmente également les chutes de neiges d'hiver et diminue celles de début et fin de période.

Aucune recherche en climatologie historique focalisée sur une reconstitution des chutes de neige pour cette période ne semble exister. Seuls deux auteurs se sont intéressés brièvement à cette question dans le cadre d'une étude sur les hivers du petit âge glaciaire en Provence¹⁶. Des observations quotidiennes ne sont disponibles qu'après 1716. La moyenne est de 4,5 jours par an avec quelques décennies à forte niviosité (1751-1760 et 1801-1810).

Quant au manteau neigeux, Fabricius n'a que très rarement précisé sa durée. Tout au plus note-t-il parfois les jours où il fond. Cette lacune peut cependant être comblée : Fabricius a bien relevé les chutes de neige et le gel, on peut donc penser que des chutes de neige suivies d'une période de gel sont synonymes de manteau neigeux qui tient au sol.

4. Les types de temps

Jan Buisman fournit souvent assez d'informations extraites du carnet de Fabricius pour en tirer des analyses pertinentes. Les informations de Buisman seront compilées aux tableaux trouvés dans un des numéros de la revue météorologique allemande de 1968¹⁷. Car Buisman est parfois trop lacunaire dans ses ouvrages et certaines approximations ne permettent pas de connaître avec assez de précisions le fil du temps de chaque hiver. Ainsi : « suit un temps doux et sombre avec de la pluie [2 janvier-30 janvier 1596] » ; « le mois de décembre est majoritairement sombre et gelé [décembre 1596] »... Autant de résumés météorologiques qui ne sont pas à la hauteur de notre objectif : reconstituer les types de temps et de circulation. Il est dommage que Buisman, historien géographe mais pas climatologue, ait cédé parfois à cette tentation de « généraliser ». Nous devons donc parfois « faire avec » et proposer des reconstitutions malgré ces approximations dans la source de seconde main qui nous sert de référence.

En premier lieu, nous avons répertorié dans des tableaux Excel la liste de la plupart des phénomènes météorologiques relevés par Fabricius durant les hivers météorologiques (décembre, janvier, février, ou DJF). Ces tableaux comportent toutes les mentions :

- des températures ressenties (mots employés par Fabricius et/ou Buisman),
- de l'état du ciel (assez peu renseigné),
- des précipitations (sous forme de neige, pluie, grêle ou grésil, ainsi que leur abondance)
- de la direction du vent, élément d'information très précieux pour reconstituer les types de circulation,

¹⁶ Pichard, Georges et Emeline Roucaute, « Les grands hivers du Petit Âge Glaciaire (PAG) en Provence », dans Berchtold, Jacques, Emmanuel Le Roy Ladurie, Jean-Paul Sermain et Anouchka Vasak (dir.), *L'Événement climatique extrême et ses représentations II*, Hermann, Paris, 2012, p. 361-380.

¹⁷Lenke, Walter, *op. cit.*

-de toute autre information météorologique (événements extrêmes comme les tempêtes, orages...).

Cette première étape pour synthétiser le séquençage des types de temps hivernaux s'appuie sur les travaux de l'équipe d'Olivier Cantat à l'université de Caen¹⁸. Dans une démarche de climatologie dynamique, elle a en effet caractérisé des types de temps résultant « de la juxtaposition de trois qualificatifs exprimant l'état journalier moyen des conditions atmosphériques »¹⁹. Il s'agit plus précisément de :

-l'état du ciel (gris, nuageux, variable ou beau, avec, respectivement, une fraction d'insolation de 0% à 20% exclus, de 20% à 50% exclus, de 50% à 80% exclus et de 80% à 100%),

-la température (froid, frais, doux ou chaud, avec, respectivement, une température moyenne strictement inférieure à 4°C, entre 4°C et 12°C exclus, entre 12°C et 20°C exclus et supérieure à 20°C),

-les précipitations (très arrosé, arrosé ou sans précipitations significatives, avec, respectivement, des précipitations supérieures à 10 mm, entre 1 et 10 mm exclus, strictement inférieure à 1 mm).

L'étude porte ainsi sur 48 combinaisons possibles (4 x 4 x 3).

Cette première reconstitution établit les séquences des types de temps, au sens de François Durand-Dastès. L'auteur propose de bien distinguer d'une part le type de circulation (causes) et d'autre part le type de temps (effets). Cette distinction se justifie car, en effet, « l'explication ne serait vraiment acquise que si le même type de circulation se traduisait toujours par un ensemble relativement homogène d'états de l'atmosphère, ou, en d'autres termes, par le même type de temps (sensu stricto). Or il semble que ce ne soit pas toujours le cas, bien au contraire »²⁰. Un type de circulation est défini ici comme « une répartition de la pression moyenne de l'air dans une région au moins aussi grande que l'Europe. Chaque circulation donnée persiste plusieurs jours (au moins 3 jours en moyenne) et pendant cette période, le type de temps demeure sensiblement identique en Europe. Ensuite, il y a une transition rapide vers un autre type de circulation »²¹. S'il nous paraît important d'attribuer des classes aux types de temps au sens restreint, c'est que tel phénomène météorologique n'est pas dû à une circulation atmosphérique en particulier. Comme le résume Simone Hudowicz « finalement, n'importe quel courant de perturbation en hiver peut susciter des chutes de neige »²².

Afin d'adapter la typologie de Cantat et al. à notre objet d'étude (données moins précises et nombreuses qu'aujourd'hui, étude des types de temps hivernaux uniquement), nous avons choisi de ne pas attribuer de classes pour la nébulosité du ciel (informations trop souvent manquantes). En ce qui concerne les températures, comme un temps chaud est exceptionnel aux Pays-Bas en hiver, nous proposons de remplacer les quatre variables de températures par des variables plus adaptées au temps hivernal et aux sources à notre disposition : froid (gel), alternance gel-dégel, doux. Enfin, la distinction entre un temps « très arrosé » et « arrosé » est trop

¹⁸ Cantat, Olivier, Edwige Savouret et Abdelkrim Bensaid, « la régionalisation des types de temps en France métropolitaine », dans *Actes du 25^{ème} colloque de l'association internationale de climatologie*, 2012, p. 165 – 170.

¹⁹ *Id.*

²⁰ Durand-Dastès, François, « A propos des notions de type de temps et de type de circulation », dans *Norvix* n°191 (2), 2004, p. 29-32.

²¹ Voir Bfirdossy, A. and H, J. Caspary, « Detection of Climate Change in Europe by Analyzing European Atmospheric Circulation Patterns from 1881 to 1989 », dans *Theoretical and Applied Climatology*, n°42, p. 155-167, 1990.

²² Hudowicz, Simone, « La neige dans la région parisienne de 1945 à 1955 ». Diplôme Annexe 1960-1961, 1961.

subjective avec des données non instrumentales pour être pertinente. Nous remplacerons donc ce trinôme par un simple binôme « précipitations » ou « pas de précipitations ». Notre reconstitution sera donc basée sur une combinaison 6 types de temps hivernaux (3 x 2). Le tableau ci-dessous synthétise les multiples tableaux Excel (tableau 6)... Étant donné la précision des tableaux de Lenke présentés précédemment, nous n'avons pas jugé utile de donner le pourcentage de chaque type de temps pour chaque hiver. Ajoutons également que les écrits de Buisman ne nous permettent pas de reconstituer ces types de temps pour 10 jours en 1598, 11 en 1599, 6 en 1600, 6 en 1601, 7 en 1603, 2 en 1604 et 4 en 1607. Il faut aussi rappeler que les incertitudes sont parfois grandes à cause des approximations de Buisman rappelées précédemment.

Tableau 6 : Fréquence des types de temps (sens restreint) entre 1594 et 1612

A gel avec précipitations	5,5%
B gel sans précipitations	16,8%
C alternance gel-dégel avec précipitations	12%
D alternance gel-dégel sans précipitations	14,2%
E pas de gel avec précipitations	26,1%
F pas de gel sans précipitations	25,4%

Plusieurs commentaires sont possibles. Tout d'abord, les types de temps les plus fréquents sont les E et F : plus de la moitié des journées hivernales ne connaissent en moyenne pas de gel. Cette précision est importante pour rappeler, s'il le fallait encore, que les hivers du PAG (certes ici, de la période couverte par Fabricius) sont loin d'être tous marqués par de longues vagues de froid. À l'inverse, le type de temps A est peu fréquent, ce qui est logique : les vagues de froid arrivant en Europe de l'Ouest sont amenées par des hautes pressions continentales, voire nordiques, n'occasionnant pas ou peu de précipitations. Des basses couches très froides peuvent cependant générer des précipitations en situation frontale. De même, des masses d'air dépressionnaires venues du nord ou nord-ouest peuvent être froides et instables, mais cette situation reste assez rare.

Ensuite, on remarque que la somme des types de temps A+B est de 22,3%, nombre proche des 20% où $T_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$ obtenu en partie 2. La somme des types de temps A+B+C+D (48,5%) est aussi proche du pourcentage moyen obtenu par Lenke dans ses tableaux ($T^{\circ}\text{C}_{\min} < 0^{\circ}\text{C} = 43,6\%$). La différence reflète certainement les approximations de Buisman. Il est également possible que Lenke, ayant déchiffré la source de première main, se soit focalisé sur les mentions de gel (« *frost* ») et n'ait pas compté comme jours de gel des journées où Fabricius notait simplement « froid ». Dans nos tableaux Excel journaliers, nous avons tenté de prendre en compte au moins tous les phénomènes météorologiques, notamment la direction des vents, pour savoir si une journée « froide » correspondait plutôt au type C et D ou E et F. Mais des incertitudes subsistent.

Il apparaît enfin que les journées avec des précipitations (de tous types) sont de 43,6% (A+C+E). Nous n'avons pas trouvé le nombre de jours de pluie à Aurich sur la période 1981-2010 (il semble que seules des données de totaux mensuels de précipitation soient disponibles sur

le site de la météorologie allemande²³). L'institut météorologique des Pays-Bas propose cependant ce nombre pour Leeuwarden, en Frise, à une centaine de kilomètres à l'ouest de la Frise orientale où Fabricius faisait ses relevés. Pour la période 1981-2010, il est de 57 jours pour les 3 mois d'hiver, soit 64%²⁴. La carte des jours de pluie annuelle aux Pays-Bas montre que l'extrême ouest de la Frise et l'est de la Frise sont compris dans la même tranche annuelle de précipitations (135 à 140 jours)²⁵. On peut donc supposer que la Frise orientale connaît aujourd'hui le même nombre de jours de précipitations environ que Leeuwarden.

On doit ici insister sur le fait que le nombre de jours avec précipitations était bien plus faible durant la période couverte par Fabricius qu'aujourd'hui (environ 20% de jours en moins, soit 22 jours)²⁶. Certes, il est possible que Fabricius n'ait pas relevé de pluies lorsque très peu d'eau ou de neige tombaient lors d'une journée, peut-être parce qu'il n'avait pas vu la précipitation peu durable. Précisons qu'une journée est considérée aujourd'hui comme « pluvieuse » lorsque le pluviomètre relève au moins 1 mm d'eau (ce qui est faible et circonscrit dans le temps). Malgré tout, cet écart de 22 jours semble trop important pour dire qu'il ne traduit que l'amélioration des techniques de mesure et la possibilité que Fabricius ne note pas comme jour « pluvieux » un jour qui aurait été considéré comme tel aujourd'hui.

Conclusion

Le froid est bien prononcé durant la période 1594-1612 comme le montre le nombre moyen de jours où $T^{\circ}\text{C min} < 0^{\circ}\text{C}$, plus élevé à l'époque de Fabricius qu'aujourd'hui. De plus, en décembre, les jours de froid sont plus nombreux et plus marqués durant la période couverte par Fabricius que lors de la dernière période normale.

Si l'hypothèse d'hivers rudes à cause de plus fréquentes ou plus durables vagues de froid ne peut être totalement validée (relevés de Fabricius faits sur une trop courte période pour avoir une pertinence en climatologie), elle est tout du moins solide car :

-Grâce à l'analyse des types de temps, on remarque que le nombre de jours avec des chutes de neige et précipitations est plus faible qu'aujourd'hui.

-Le nombre moyen de jours où $T^{\circ}\text{C max} < 0^{\circ}\text{C}$ (vagues de froid) est bien plus important qu'aujourd'hui. Il faisait surtout froid plus sévèrement.

Ces constats constituent un faisceau d'arguments qu'il reste à appuyer en reconstituant les types de circulations. Si les données dont nous disposons sont insuffisantes pour aboutir à la classification des types de temps employée chez les climatologues européens utilisant une grille de classification basée sur 29 types de temps, il est possible de limiter cette grille à 8, correspondant aux grandes situations synoptiques de « la rose des vents ». Ce sera une nouvelle étape de notre travail.

²³http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T82002gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimadaten%2Fkldaten__kostenfrei%2Fkldat__D__mittelwerte__node.html%3F__nnn%3Dtrue

²⁴http://www.klimaatlas.nl/tabel/stationsdata/normalen_AWS_aantaldagen_8110_final_20110228.pdf

²⁵<http://www.klimaatlas.nl/klimaatlas.php?wel=neerslag&ws=kaart&wom=Gemiddeld%20aantal%20dagen%20met%201.0%20mm%20of%20meer>

²⁶Lenke propose également une moyenne mensuelle du nombre de jours de pluie sur la période couverte par Fabricius. Il aboutit à 43,3 jours au total (soit environ 48%) pour DJF. Ce nombre diffère légèrement du nôtre mais ne remet pas en cause les analyses développées ici car il reste bien inférieur aux nombres de jours de pluie sur la dernière période normale. A noter également des jours de pluie plus nombreux en janvier (15,7 en moyenne, contre 14,2 pour janvier et 13,4 pour février), ce qui est certainement à relier aux plus faibles nombres de jours de gel en janvier constatés.

Plusieurs hypothèses ont en effet été proposées par des chercheurs pour expliquer le petit âge glaciaire. Si les hivers connaissaient une circulation semblable à celle d'aujourd'hui, alors la fréquence accrue de certains types de temps explique le plus grand froid. Compte-tenu des données dont nous disposons, nous privilégierons une hypothèse, celle de la modification dans la fréquence des types de temps hivernaux. Plusieurs chercheurs estiment que les situations de blocages étaient plus fréquentes, entraînant la venue d'air froid en Europe de l'Ouest depuis le nord (Arctique) ou l'est (anticyclone sibérien). Lemaistre résume cette hypothèse : « les anticyclones subtropicaux pourvoyeurs de vents d'ouest ou de sud-ouest très doux (...) ont laissé la place à des anticyclones et des dépressions polaires, apportant des vents froids de nord ou d'est »²⁷. David Fabricius pourra-t-il nous aider à valider cette hypothèse ?

²⁷ Lemaistre, Arnaud, « Chronologie climatique du dernier millénaire en Europe », dans *La Découverte* n°286, 2001.