

Climat et récoltes aux XVIIe et XVIIIe siècles

Emmanuel Le Roy Ladurie

Citer ce document / Cite this document :

Le Roy Ladurie Emmanuel. Climat et récoltes aux XVIIe et XVIIIe siècles. In: Annales. Economies, sociétés, civilisations. 15^e année, N. 3, 1960. pp. 434-465;

doi : <https://doi.org/10.3406/ahess.1960.421618>

https://www.persee.fr/doc/ahess_0395-2649_1960_num_15_3_421618

Fichier pdf généré le 21/03/2019

Climat et récoltes

AUX XVII^e ET XVIII^e SIÈCLES

SUBSISTANCES, écologie, climat : ces trois termes apparaissent aux XVII^e et XVIII^e siècles bien plus dramatiquement liés qu'ils ne le sont aujourd'hui. A cette époque, les variations des récoltes et des conditions météorologiques qui les déterminent en grande partie, exercent sur le niveau de vie des masses et sur toute l'économie, une influence beaucoup plus décisive que de nos jours. Une étude des fluctuations météorologiques en Europe, aux XVII^e et XVIII^e siècles, ne concerne donc pas seulement l'histoire naturelle, elle intéresse tout autant et davantage l'histoire de l'homme.

Le point de départ d'une telle étude ne saurait être l'événement météorologique, isolé, souvent ambigu, mais, aussi continue que possible, la série de données climatologiques comparables entre elles. Cependant, les conclusions fournies par une série, si valable soit-elle, sont à leur tour unilatérales. Une synthèse utile ne peut naître que de la confrontation de séries diverses. Or les séries actuellement disponibles, pour l'Europe, sont au nombre de trois : la série glaciologique, qui enregistre les maxima glaciaires des Alpes depuis 1600, et ceux de Scandinavie à partir de 1700 ; la série phénologique, fondée sur la connaissance annuelle de l'époque des vendanges, celle-ci pratiquement continue à partir de 1550 ; enfin la série proprement météorologique, reposant sur des observations directes, au jour le jour, de températures et de précipitations : elle débute après 1700.

L'ensemble de ces données commande le présent article. Nous rappellerons, pour commencer, et de façon purement descriptive — il le faut — ce que fut, au fil des années, le comportement des glaciers européens à partir de 1600. Puis, nous confronterons la série glaciologique ainsi reconstituée avec les deux séries parallèles, météorologique et phénologique, pour poser enfin, à partir des conclusions qu'autorise un tel rapprochement, et cette fois sur une base chronologique et historique précise, le problème de l'histoire écologique, autrement dit celui des rapports entre fluctuations météorologiques et fluctuations des récoltes. C'est ce problème que tendra à poser toute notre argumentation.

I

Intéressons-nous assez longuement à l'histoire des glaciers à partir du xvii^e siècle, puisque aussi bien la série glaciologique européenne débute par la grande crue glaciaire des Alpes, dont le paroxysme se situe en 1599-1602 ; c'est la première, en tout cas, sur laquelle existe une chronologie solidement établie : elle est particulièrement favorable à l'observation : d'une part le paroxysme en est remarquablement net et synchrone dans les Massifs du Mont Blanc, de Suisse et du Tyrol ; d'autre part les antécédents, les progressions des fronts glaciaires qui l'ont précédée, se laissent facilement étudier.

En 1580, le long silence des textes sur les glaciers du Mont Blanc se rompt à peine. Ainsi Bernard Combet, « archidiacre de Tarentaise », venu cette année-là pour enquêter sur la délimitation des dîmeries de la vallée de Chamonix, décrit-il minutieusement les glaciers ¹ mais néglige de signaler la Mer de Glace : devons-nous penser, avec Mougin ² et Charles Rabot ³, que, fort en retrait par rapport aux positions qu'elle occupera vingt ans plus tard, elle n'était pas plus visible du fond de la vallée qu'elle ne l'est aujourd'hui ? Le visiteur note bien quelques arbres déracinés par des « lavanches » récentes, il se souvient aussi que le froid de l'hiver interdit généralement les semailles d'automne ; mais dans le rapport de ce représentant des décimateurs, si attentif aux réalités géographiques et agricoles, pas un mot n'évoque ou n'annonce tant soit peu une catastrophe, une panique semblable à celle qu'éprouveront les Chamoniards, et, d'une façon générale, tous les riverains des grands glaciers des Alpes durant les années 1590-1600. En 1580, dix ans plus tôt, on peut donc penser que la progression glaciaire n'est pas amorcée, en tout cas, pas encore dangereuse.

Passent quelques années et les symptômes de cette progression se multiplient. Dans les Alpes Suisses, la cote d'alerte semble atteinte en 1588 avec une forte crue du glacier de Grindelwald ⁴ et en 1589 dans le groupe des glaciers de Mattmark où un lac s'est créé par l'avance du

1. Texte reproduit dans G. LETONNELIER : « Documents relatifs aux variations des glaciers dans les Alpes françaises », *Comité des Travaux historiques et scientifiques. Bulletin de la section de géographie*, t. 28, 1913 ; et classé depuis : A. D. Haute-Savoie 10 G-287.

2. P. MOUGIN, « Etudes glaciologiques en Savoie », dans *Ministère de l'Agriculture. Direction des Eaux et Forêts. Etudes glaciologiques*, tome III, 1912.

3. Ch. RABOT, « Récents travaux glaciaires sur les Alpes françaises », *La Géographie* v. 30, 1914-1915, p. 257.

4. Il défonce une moraine terminale, « Streckt der Gletscher d'Nasä i Bodä und drückt ä Hübel mit amä Ghalt weg » Arch. Grindelwald (1588), cité par E. RICHTER, « Geschichte der Schwankungen der Alpenglletscher », *Zeitschrift des deutschen und oesterreichen Alpenvereins*, 1891, p. 1-74.

glacier d'Allalin à la suite du barrage d'une vallée latérale : le lac rompu dès l'été 1589, a ravagé tout l'aval ¹.

En 1594-1596, nous trouvons de nouveaux et nombreux symptômes d'avance : les glaciers de Grindelwald sont très étendus ces années-là ² ; celui de Gietroz, dans les Alpes Pennines, obstrue le thalweg de la Dranse dont il est aujourd'hui très éloigné ³ ; celui du Miage, près de Courmayeur, coupe un vallon, transformé aussitôt en lac ⁴.

Le sommet de la courbe est atteint en 1599-1600 : l'ampleur des dégâts subis, la variété géographique, la simultanéité des différents témoignages, suffisent à l'indiquer. Référons-nous tout d'abord aux témoignages chamoniards : *dès la reformation des tailles c'est-à-dire dès 1600 les glassiers, rivière d'Arve et autres torrens ont ruyné et gasté cent nonante cinq jornaulx de terre en divers endroitz de la dicte parroesse (Chamonix) et particulièrement nonante jornaulx et douze maisons ruynes au village du Chastellard auquel n'est resté que la douzième partie du terroir, le villaige de Bois deshabilité à cause desd. glassiers ; au villaige de la Rozière et Argentier sept maisons couvertes des susd. glassiers, dont le ravaige continue et faict de jour à aultre progrès... deux autres maisons ruynés au villaige de la Bonneville... à l'occasion desd. ruynes la cense du disme est grandement diminuée ? »*

Texte on ne peut plus net, par sa précision topographique, — les localités atteintes sont aujourd'hui à plus d'un kilomètre des fronts glaciaires, — par ses indications chronologiques, — la crue, dès 1600, était catastrophique, — enfin, par la minutie des détails : le glacier n'agit pas seulement par les inondations, les chutes de séracs, il recouvre de ses moraines ou de sa masse sept maisons, — sept maisons dont on ignore la date de construction, mais dont on peut supposer, avec les glaciologues qui ont commenté ces textes, que les bâtisseurs, forts d'une tradition pour le moins séculaire, les avaient crues à l'abri de telles incursions.

Mêmes renseignements donnés sur les deux glaciers de Grindelwald en 1600 : celui « d'en bas » traverse une vallée latérale et y forme barrage.

1. H. KINZL, « Die grössten nacheiszeitlichen Gletschervorstösse in den Schweizer Alpen und in der Mont-Blanc - gruppe », *Zeitschrift für Gletscherkunde*, 1932.

2. RICHTER, *art. cit.*

3. En 1595, d'après la cosmographie de Münster : le 25 juin 1595, « ist ein Theil des Getrozgletschers in die Dranca gestürzt », texte d'après RICHTER, *art. cit.*

4. Lac rompu et reformé à plusieurs reprises en 1594, 1595, 1596, nombreux textes, étude critique et géographique dans *Bollettino del Club Alpino Italiano* 1880, p. 46-76.

5. La réformation des tailles en Savoie a été opérée par l'édit du 1^{er} mai 1600, (G. PÉROUX : *Inventaire des Archives départementales de la Savoie*. Série E., tome I, Introduction pages xxxi et xxxii).

6. Tous ces lieux-dits sont des hameaux ou villages de la vallée de Chamonix situés au pied des glaciers des Bois (« la Mer de Glace ») et d'Argentière (voir carte).

7. Rapport de la Chambre des Comptes de Savoie du 2 mai 1605. A. M. Chamonix

9. CCC1 N° 1ité par G. LETONNELIER, *art. cit.*

Sur le sol dévasté par l'inondation, quatre maisons, de nombreuses granges sont évacuées. La même année, l'autre glacier du massif, celui « d'en haut » « occupe l'emplacement » de deux maisons et de cinq granges ¹. C'est seulement en 1602 que le glacier d'en bas amorce un léger retrait.

Au Tyrol, même témoignage : dès 1599, le front du glacier de Vernagt, dans la haute vallée de l'Otztal, a tellement progressé, qu'il barre la vallée latérale de la Rofen, y provoquant la formation d'un lac qui noie quantité d'excellentes prairies : la rupture momentanée du barrage, à la Pentecôte de 1600, déclenche une brusque vidange du lac qui ravage les champs, les chemins et les ponts de l'Otztal ².

Cette grande poussée de 1599-1602 a peut-être été suivie d'un léger reflux. En tout cas, dès 1608-1610 se produit une nouvelle crue, aussi catastrophique que la précédente : signalée par les documents de Grindelwald ³, et également très marquée dans la vallée de Chamonix ⁴.

De 1610 à 1641, les archives de Chamonix, ou ce qu'il en reste, ne mentionnent plus de désastre comparable à ceux du début du siècle. Les glaciers alpins, malgré un certain recul, ont dû pourtant rester plus volumineux et menaçants qu'aujourd'hui : en 1616 encore, la Mer de Glace « joint » les ruines du hameau de Châtelard, le glacier d'Argentière « joint » les maisons de la Rosière, dont de grands bois et plus d'un kilomètre à vol d'oiseau, le séparent aujourd'hui ⁵. En 1620, les glaciers de Grindelwald sont proches de leurs maxima récents ⁶. La crue permanente du glacier d'Allalin conduit, à deux reprises au moins, à la formation d'un lac de barrage ; quand la fusion estivale et le poids de l'eau retenue font céder la glace, elle est suivie de l'inévitable débâcle, en 1620 ⁷ et 1633 ⁸. En 1629-30, et en 1640, des « vidanges » analogues ont

1. « Im 1600 Jahr ist der Ynder (innere = obere) Gletscher bei der undren Bärgebrigg in den Bärgebach getolet und man hat müssen zwei Häuser und fünf Schreuren abraumen, der Blätz [Platz] hat der Gletscher auch eingenommen » Arch. Grindelwald, dans RICHTER, *art. cit.*

2. Témoignage circonstancié d'un correspondant des Fugger : papiers Fugger à Vienne, 9 juillet 1601, Cod. Vindob. 8974. fol. 517-519 ; autre texte plus tardif du XVII^e siècle « anno 1600... ist der grosse [Ferner] (glacier) genannt zu vernagt, nach dem derselbe sich in das Thal heruntergesetzt, am Pfingstage vor Jacobi... ausgebrochen, etc... ». Textes et références dans E. RICHTER, « Zur Geschichte des Vernagtgletschers », *Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichen Alpenvereins*, 1877.

3. RICHTER 1891, *art. cit.*

4. Texte inédit : le 22 juin 1610 « par le desbordement du glacier de la Rosière (d'Argentière) ilz seroient este ruynes tout à fait huit maysons et quarante cinq journaux de terres, plus au village de la Bonneville et des Thyne chacun dix journaux... » A. M. Chamonix CC1 n° 81. Textes analogues sur le ravage des glaciers des Bois et des Bossons vers 1609-1610 dans MOUGIN, et LETONNELIER, *art. cit.*

5. CHATELARD : A. M. Chamonix CC1, N° 81, fol. 27 (enquête de 1616). — LA ROSIÈRE, « Ryere le village des Rousier, par l'impétuosité d'un grand et horrible glassier qu'est au-dessus tout jouignant quelques maisons quy restent ». *Ibid.* fol 44 vo. Comparer avec la carte.

6. RICHTER 1891, *art. cit.*

7. KINZL, *art. cit.*

8. RICHTER 1891, *art. cit.*

lieu dans le val d'Aoste, provoquées cette fois par le lac temporaire que crée le mouvement en avant du glacier du Miage ¹.

C'est donc, à partir de positions très avancées déjà, que les glaciers entre 1640 et 1643 ont donné le nouvel assaut, qui submerge, comme au début du XVII^e siècle, les terroirs les plus exposés.

Dès 1641, les fronts glaciaires du Massif du Mont Blanc sont proches des villages des Bois, de Tour, d'Argentière et des Bossons ; en 1644, ils s'y trouvent encore. Des trombes d'eau en descendent périodiquement avec la belle saison ; elles anéantissent un hameau entier en juin 1641 ; en 1643 la supplique des Chamoniards à Hélias de Champrond, auditeur en la Chambre des comptes affirme très nettement la descente des glaciers « *supplient de volloir bien procéder à la sommaire apprise d'autres partes, ravages, et inondations faites fraîchement en la dite paroesse.*

Supplient de considérer et voir que les dites glaciers menacent la perte entière de ladite paroesse pour estre descendus du haut des montagnes en bas et proches des maisons et terres d'icelle paroesse, abordans par succession de temps les dites terres ce que tiennent les suppléants en une extrême appréhension pour estre à toute heure en danger de périr. »

Un « Rapport des Prudhommes » de Chamonix du 28 mai 1642 est plus net encore.

« Oultre que ledit glacier appelé des Bois... va avançant de jour à aultre, et mesme dès le mois d'Aoust de plus d'une mousquetade à l'encontre du dict territoire, et s'il vient à continuer quatre années en faisant de mesme il court fortune de faire périr entièrement lad. dismerie. Ayant mesme ouï dire qu'il y avait quelques malefices parmi les dictz glaciers, et que les communiens, les Rogations passées, y furent en procession, afin d'implorer l'ayde de Dieu pour les preserver et garantir dudict péril. Et quant à la dismerie de la Rozière, disent avoir veu quau village du Tour, il survinct une lavanche de neige et glace environ le mois de Janvier en l'année mil six cent quarante deux, laquelle emportat deux maisons et quatre vaches et huit brebis parmi lesquelles il se treuvat une fille sans aucun mal quoyque elle eust demeure soubz les neiges un jour et demy ainsy qu'ils ont ouy dire, ny ayant a présent que les masures de pierre desdictes deux maisons, lesquelles il n'y a environ que deux ans qu'ils les avoyent veu en estat... Estant aussi led, village du Tour fort menacé du glacier dict du Tour duquel sort ladite rivière d'Arve, lequel va avançant et s'eslargissant sur le territoire : et le dict lieu de la Rozière par le glacier de l'Argentière quy est le plus grand de tous, et qui va grandement avançant, en danger d'emporter le dict village, en sorte que les avalanches qui dessendent et tombent par dessus le dict glacier approchent de jour à aultre de plus en plus le dict territoire et emporte les près et les champs qui y sont labourables, lesquels ne sensemencent que davoyne et quelque peu d'orge demeure la plupart des saisons

1. *Bollettino...* 1880, art. cit.

soubz les neiges, si bien qu'ils nentirent de trois ans une prise entière, et encore le grain qu'ils en cullient pourrit par après et ny a que quelques pauvres gens qui en mangent et pour semer il faut qu'ordinairement ils en allent acheter daultre, et auroyent pris garde que les personnes y sont si mal nourries qu'ils sont noirs et affreux et ne semblent que languissants »... ¹

Ces mêmes trombes d'eau ravagent à nouveau les terres en aval du glacier de Bossons — alors en pleine crue —, au mois de mai 1643 ². En 1644, le glacier des Bois est descendu si bas, qu'on se demande s'il ne va pas obstruer le cours de l'Arve! Le coadjuteur de Genève, Charles de Sales, neveu de saint François, appelé d'urgence, bénit les glaciers ³. Ceux-ci, par la suite, se retirent lentement jusqu'en 1663 : « *depuis vingt cinq ans les glaciers sont descendus, et font un notable ravage et jusques cela que celui appelé des Boys a de si pres approché la rivière d'Arve que dans l'appréhension qu'ont eu qu'il ne bouchat son cours et par ce moyen inondat par forme de lac ou destang le dessus ont heu recours a Monseigneur de Genève, l'hors evesque d'Ebron, afin d'exorciser les dicts glaciers, lesquels de depuis il sont retirés de peu à peu : mais, ont laissé la terre qu'ils occupaient si stérile et bruslé que depuis il ny est creu ny herbe ny aultre chose* ⁴.

Pendant ce retrait n'a pas dû être aussi immédiat que paraissent

1. (A. M. Chamonix CC4 N° 3, fol. 17-20 d'après LETONNELIER, p. 292-293). Le « terminus a quo » de 1641 est précisé dans la supplique du 19 mars 1643 : « en la dimerie de Montquart il y a environs trois semaines que le glacier des Bossons se serait rompu si impetueusement quil aurait emporté la troisième partie du territoire dudict village. » ... Dès environ deux années en ça, les glaciers nants et torrents ont noiez, ruiniez et gastez plusieurs terres et possessions, maisons, granges, greniers et fait des ravages rière la dicte parroesse.

Plus le mois de juin 1641 s'est perdu et inondé un petit village appelé les Ronzières au-dessus du village du Prioré, dismerie dessouts les Tines, vers lequel est allé le nant descendu du glacier des Bois ». (A. M. Chamonix CCa n° 3, d'après MOUGIN, p. 19).

2. Les Chamoniards parlent « d'inondations faites fraîchement en ladite parroesse... de quantités de possessions inondées et perdues par le desbordement du glacier des Bossons qui a emmené le 6^e présent mois de May (1643) partie des terres de la dismerie de Montcard et le 9^e jour suivant le mesme glacier serait derechef débordé et n'eust esté la diligence qu'y apportèrent les supplians qui y accoururent incontinent le dit débordement aurait perdu entièrement ladicte dismerie ». A. M. Chamonix CC4 n° 3, *passim* d'après MOUGIN, p. 45-46.

3. Le 29 mai 1644, Charles de Sales reçoit la visite des syndics de Chamonix, qui lui remontent « leur parroesse estre située en une vallée montueuse, haute et étroite, au pied de grands glaciers lesquels se destachant, descendent sur le dict lieu avec de si grands abîmes pour ravages qu'ils sont menacés de l'entière ruyne de leurs maisons et possessions, se doustant que cela leur arrive par divine permission pour punition de leurs péchés ». L'évêque promet son aide, et au début de juin 1644, il conduit une procession d'environ 300 personnes « au lieu-dit les Bois sur le village duquel est imminent et menassant de ruyne totale un grand et spovantable glacier poussé du hault de la montagne » qu'il bénit « solennellement, a forme du rituel ». Puis il va bénir « un long glacier tout près du village dit Largentière », encore « un autre horrible glacier, sur le village dit La Tour » et enfin, deux jours plus tard « un quatrième glacier au lieu les Bossons » (A.-M. Chamonix, d'après MOUGIN, p. 7).

Les glaciers sont manifestement tout près des villages (comparer avec la carte actuelle). Aucun effort d'escalade n'a été nécessaire pour y parvenir en procession en 1644.

4. A. M. Chamonix HH4, d'après LETONNELIER, p. 293-294. Texte de 1663.

le suggérer les textes chamoniards : en 1646, une débâcle lacustre signale la crue persistante du glacier de Miage ¹ ; en 1653, les riverains se rendent en procession près du glacier d'Aletsch, dont les progrès sèment la panique ². Le raz de marée glaciaire des années 1640 n'a donc reflué vraiment qu'après 1653. Et ce reflux lui-même n'a pas été bien important puisqu'en 1664, l'évêque de Genève, Jean d'Arenthon est derechef supplié d'intervenir pour conjurer une nouvelle avance des « glacières » ³.

Après l'épisode de 1664, dont on ne sait rien de plus, nous trouvons le dernier maximum connu du xvii^e siècle dont les effets se font sentir à partir de 1676. Le glacier de Vernagt progresse continuellement cette année-là et, à l'automne 1677, barre la vallée de la Rofen ; un lac s'y forme, se rompt et se reforme tous les ans jusqu'en 1681. Dès cette même année, le retrait est amorcé, et se poursuit les années suivantes ⁴. En 1678-80, le glacier du Miage présente les symptômes habituels de crue : barrages, ruptures alternés d'un lac temporaire ⁵. Quant aux glaciers de Chamonix, un texte obscur et de seconde main, indique une poussée suivie d'un certain retrait à partir de 1680 environ ⁶.

Aussi se clôt le xvii^e siècle alpin ; et le fil interrompu de la série glaciologique n'est renoué qu'en 1700 (« débordement du glacier des Bois » ⁷) et en 1703, quand le prieur de Grindelwald se plaint de ce que le glacier vient de recouvrir des prairies dont il est propriétaire ⁸. Témoignages isolés dans les Alpes mais auxquels répondent, pour la première fois, de semblables et multiples échos venus de Norvège et d'Islande.

Les textes islandais, jusque-là pratiquement muets, deviennent tout à coup précis et concordants : entre 1694 et 1698, au plus tard avant 1705, la progression des grands appareils de l'île, le Drangajökull au Nord-Ouest, et surtout l'énorme Vatnajökull au Sud-Est, est telle qu'elle encercle ou détruit les fermes riveraines, ravage et souvent recouvre

1. RICHTER 1891, et *Bollettino...* 1880, *art. cit.*

2. KINZL, *art. cit.*

3. « Lesqueles glacières on a toujours vu depuis la bénédiction (de Charles de Sales) se retirer peu à peu, jusques à présent qu'elles retournent augmenter ; plus qu'il y a aussi plusieurs torrents ruyseaux qui par leurs débordements inondent si fortement les possessions que l'on dirait y avoir quelques maléfices » (supplique des syndics de Chamonix 1664 — A. M. Chamonix H.H.5 N° 6 d'après MOUGIN, p. 8). En octobre 1664, Jean d'Arenthon, cédant à la demande des syndics, vient bénir les « glacières » (*ibid.*). En 1669, il les bénit à nouveau (A. D. Haute-Savoie I G 117 : fol. 53) « Chamonix... après avoir fait la bénédiction des glaciers, confirmé et presché... ». Danger réel ou sage précaution ? De toute façon, les glaciers devaient être encore très gros en 1669.

4. E. RICHTER, *Die Gletscher der Ostalpen*, Stuttgart 1888, p. 145. Un vagabond, accusé d'avoir jeté un sort sur la vallée a été jugé et brûlé vif en 1677 (*id.*).

5. *Bollettino...* 1880.

6. MOUGIN, *art. cit.*, p. 9.

7. En juillet 1700 : note au bas d'un procès-verbal de visite pastorale. A. D. Haute-Savoie. 10 G. 270.

8. RICHTER, 1891.

leurs terroirs ¹. De même en Norvège, à partir de 1695, le glacier de Jotunheim, progresse dans la vallée d'Abrekke, dont il écrase peu à peu les forêts et les pâturages ². Au début du XVIII^e siècle à coup sûr, ces grands appareils nordiques sont nettement plus avancés qu'aujourd'hui.

Ces épisodes scandinaves démentent les dires des auteurs qui, à la suite de Mouglin et de Kinzl, et devant le silence momentané des documents alpins, ont cru pouvoir parler de période « interglaciaire » à la fin du XVII^e siècle et au début du XVIII^e siècle. Rien de comparable, vers 1700, à la décrue mondiale qui s'observe aujourd'hui. Et, du reste, les glaciers alpins, qui de toute façon sont beaucoup plus gros qu'aujourd'hui, entre 1710 et 1720 ³, font à nouveau preuve d'agressivité dès 1716 : leur avance est dénoncée cette année-là en Savoie ⁴ et dans le Tyrol ⁵ ; et un palier n'est atteint, dans le Tyrol encore, et en Suisse ⁶

1. Pour le Vatnajökull, textes recueillis et commentés par Sigurdur Thorarinnsson, « Vatnajökull ; oscillations of the Iceland glaciers in the last 250 years », *Geografiska Annaler*, 1943.

Voici quelques-uns de ces textes :

« Il y a quatorze ans, on pouvait voir les bâtiments en ruines [de la ferme abandonnée de Fjall] mais tout cela est maintenant dans le glacier [de Vatnaj]. » (Note d'un registre foncier de 1708-1709). La ferme de Breidarmök « a été entièrement désertée depuis 4 ans, et comme plusieurs autres fermes, elle est encore ravagée par l'inondation, les moraines et le passage annuel des glaciers, jusqu'à ce que presque toute l'herbe ait disparu, sauf sur une petite éminence où sont situées les maisons » (Déposition devant le Thing, 1-6-1702). « La ferme de Skaftafell a le droit de pâturage d'été sur une partie de la ferme de Freynes... mais ce droit ne peut maintenant être utilisé, car tout est recouvert par le glacier » (Registre foncier de 1708-1709) (d'après THORARINSSON).

Pour le Drangajökull, textes dans J. Eythorsson : « On the variations of glaciers in Iceland », *Geografiska Annaler* 1935. L'érudit Arni Magnusson qui visite la région en 1710, note des fermes détruites par le glacier, entre autres celle d'Oldugil, tout près du Drangajökull : « les poussées du glacier et les inondations détruisirent ses bâtiments, à ce qu'on dit ; de sorte que ce qu'on voit des ruines est maintenant situé tout près du rebord du glacier ; selon les affirmations de gens qui vivent encore, le glacier a recouvert tout le terroir de l'ancienne ferme. » (d'après Eythorsson).

L'emplacement d'Oldugil est maintenant (1935) à plus de deux kilomètres en avant du front glaciaire. Le texte de Magnusson fait peut-être allusion à des poussées antérieures à 1695 et contemporaines des grandes poussées alpines du XVII^e siècle.

2. W. WERENSKIOLD, « Glaciers in Jotunheim », *Norsk geografisk Tidsskrift*, 1939.

3. Les dessins, exécutés entre ces deux dates par le peintre suisse Felix Meyer, montrent le glacier du Rhône descendant beaucoup plus bas qu'au XX^e siècle. D'après J. MAURER, « Über Gletscherschwung und Sonnenstrahlung », *Meteorologische Zeitschrift.*, Braunschweig, 1914, p. 25.

4. Supplique des Chamoniards en 1716 : « dotans que leur paroisse devint toujours plus inculte à cause des glaciers qui avancent sur leur terre... en faisant des grands débordements d'eau, en vuyden leur lac, et même il i a plusieurs villages qui sont en grand danger de périr ce qui oblige les pauvres supplient de recourir à lequite ordinaire de vautre maieste... » (A. M. Chamonix C C 5 n° 35, cité par LETONNELIER, p. 294-295).

5. A l'automne de 1716, le glacier tyrolien de Gurgler est très menaçant, en 1717, il descend dans la vallée de Gurgler : un lac barré y grossit. En 1718, on craint le pire, une procession se rend près du glacier. RICHTER, 1888, p. 162-163, et 1891, p. 9.

6. En 1719, procession semblable auprès du glacier de Grindelwald : « peu après », il commence à se retirer. En 1720, cependant il est encore très développé, puisque, en 1802 (année où les glaciers étaient pourtant beaucoup plus gros qu'aujourd'hui) on montre toujours l'emplacement où se trouvait le glacier de Grindelwald en 1720. (RICHTER, 1891, p. 9).

qu'en 1719-1720. En 1720, de même, le glacier de Jotunheim, a parcouru toute la vallée suspendue d'Abrekke et vient couronner les pentes de la vallée principale, sur laquelle celle-ci se greffe : les fermes de Tugoyane et d'Abrekke, situées sur ces pentes, déjà privées de leurs pâturages, sont très menacées ¹.

Malgré un léger retrait après 1720, les glaciers conservent un très haut niveau. En 1730, nul ne se plaint des incursions glaciaires dans les vallées alpines, on n'est pas en période de maximum ; fait d'autant plus significatif, le cadastre sarde, levé sur le terrain entre 1728 et 1732, indique sans discussion possible ² des appareils un peu moins gros que lors des maxima du xvii^e siècle mais beaucoup plus développés qu'en 1911 et, à plus forte raison, qu'aujourd'hui. De même une carte islan-

POSITION DES FRONTS GLACIAIRES EN 1730 :

	<i>Par rapport aux maxima du XVII^e siècle</i>	<i>Par rapport à 1911</i>	<i>Références MOUGIN</i>
Glacier de Tour.	— 474 m.	+ 700 m.	p. 14
Glacier d'Argentière.	— 257 m.	+ 675 m.	p. 17
Glacier des Bois	— 150 m.	+ 1.330 m.	p. 36
Glacier des Bossons		+ 25 m.	p. 48
Glacier de Bionassay.		+ 125 m.	p. 51
Glacier de Gébroulaz	— 320 m.	+ 1.514 m.	p. 56
(Tarentaise)			
Glacier des sources de l'Arc (Haute Maurienne)		+ 1.114 m.	p. 58

La position de chaque front glaciaire est connue sur les plans cadastraux de 1730 et sur les levés des Eaux et Forêts de 1911, par le point d'émission du torrent sous-glaciaire ; celle des maxima du xvii^e siècle par les moraines, aux contours délicatement dessinés par les arpenteurs du Roi de Sardaigne, et par eux baptisés « broussilles » « graviers », « ravines » (MOUGIN, p. 15, 46, 50), termes qui témoignent de leur jeunesse, et du fait que la forêt n'a pu encore prendre pied sur le vallum fraîchement édifié par le glacier : ce sont les mêmes moraines que Forbes au xix^e siècle, Mougin et Kinzl au xx^e siècle, retrouvent sur le terrain, couvertes cette fois-ci d'arbres séculaires.

1. WERENSKIOLD, *art. cit.*

2. Sur la grande valeur de ce document, voir Paul GUICHONNET : « Le cadastre savoyard de 1738 », *Revue de géographie alpine*, 1955, p. 255-298.

daïse de 1732 montre le Vatnajökull, battant les ruines de la ferme de Breidarmök, qu'il avait atteintes lors de sa grande avance du débit du siècle ¹ : là non plus, pas de régression très sensible en 1730.

Ainsi, nous le constatons, une fois de plus, c'est à partir de positions très fortes que les glaciers européens ont progressé vers le maximum du demi-siècle, celui des années 1740-50 : maximum alpin, perceptible dès 1741 à Chamonix ², se généralisant dès 1743 ³ et jusqu'en 1751 au moins ; maximum norvégien, en 1742-1745 ⁴, qui n'a jamais été dépassé depuis, même pendant la première moitié du XIX^e siècle, et qui porte les fronts glaciaires à plusieurs kilomètres en avant des limites atteintes au XX^e siècle ⁵, écrasant à partir de 1740 les fermes qu'avaient épargnées les avances moins fortes de 1695-1720 ⁶ ; maximum islandais ⁷ qui, pour cette fois au moins, accuse un synchronisme parfait entre les deux grands glaciers de l'île et leurs homologues de Norvège et des Alpes. Y a-t-il alors maximum pour tout l'hémisphère Nord ? Les constatations faites sur les moraines des glaciers de l'Alaska le donnent à penser ⁸.

Après 1750, les glaciers s'affaiblissent mais sont encore importants : en 1754, le Drangajökull séjourne toujours sur des prairies où venait paître le bétail vingt ans auparavant, et l'on note la présence d'une de ses langues terminales à plus d'un kilomètre en avant de sa limite de 1935 ⁹. En 1760, le glacier de Hüfi, dans les Alpes, recouvre trois alpages ¹⁰.

1. THORARINSSON, *art. cit.*

2. Les guides assurent à Windham en 1741 « qu'à présent... la glace s'augmentait toutes les années » (MOUGIN, p. 23).

3. Les glaciers de Grindelwald ont beaucoup avancé en 1743 ; ceux de l'Unteraar (en Suisse) et de Vernagt sont très gros pendant les années 40. Le lac de Rutord barré par le glacier de Miage se forme et se rompt à plusieurs reprises en 1748-1751. (RICHTER, 1891, p. 10). Un dessin de Peter Martel, qui visite le massif du Mont Blanc entre 1742 et 1744, montre le glacier des Bossons « descendant très bas dans la vallée de l'Arve » (commentaire dans MOUGIN, p. 3 ; bonne reproduction dans J. VALLOT : Évolution de la cartographie de la Savoie et du Mont-Blanc, Atlas, planche XVI).

4. WERENSKIOLD, 1939, *art. cit.*

5. J. REKSTAD, « Gletscherschwankungen in Norwegen », *Zeitschrift für Gletscherkunde*, 1906-1907, p. 347.

6. WERENSKIOLD, *art. cit.* et P. A. OYEN, « Klima-und Gletscherschwankungen in Norwegen », *Zeitschrift für Gletscherkunde*, mai 1906, p. 46-61.

7. Destruction de la ferme de Lonholl par le Drangajökull en 1741 (Eythorsson 1935, p. 127).

Textes de 1746 sur la crue contemporaine du Vatnajökull (THORARINSSON, 1943). Déclarations du fermier de Mofellstadir (en 1752 sur l'avance de Drangajökull, près de ses bâtiments dans les années 40 (*ibid.*)).

8. Les arbres les plus âgés sur la moraine la plus extérieure du glacier de Glacier Bay (Alaska) avaient 133 ans en 1935. Compte tenu du temps nécessaire à la forêt pour s'implanter sur une moraine, le vallum morainique en question a dû être édifié entre 1735 et 1785 ; le maximum historique du glacier se trouve ainsi daté. W. S. COOPER, « The problem of Glacier Bay (Alaska) », *Geographical Review*, 1937, p. 37-62. La correspondance dans la longue durée est excellente avec les grandes poussées glaciaires européennes du XVIII^e siècle.

9. Près du fjord de Tharalatur. D'après la relation d'Eggert OLAFSSON, citée par EYTHORSSON, p. 124 et 133, et THORARINSSON.

10. RICHTER, 1891, p. 12.

ANNALES

C'est donc toujours sur un fonds de crue glaciaire persistante que s'individualisent les derniers maxima du XVIII^e siècle : celui de 1770-76, attesté à la fois en Savoie ¹ en Suisse ², au Tyrol ³, en Islande ⁴, et suivi dans les Alpes dès 1780 par une décrue faiblement ⁵ marquée ; celui de 1789-1794, attesté seulement en Norvège ⁶ et en Islande ⁷.

La première moitié du XIX^e siècle ne voit aucun ralentissement de l'activité glaciaire : une carte russe de 1802 montre les glaciers occupant entièrement le fonds de la vallée de la Copper dans l'Alaska, vallée parcourue aujourd'hui par un chemin de fer ⁸. En 1807-1812, les glaciers Norvégiens avancent jusqu'aux limites extrêmes qu'ils avaient atteintes lors des années 1740 ⁹. Ce maximum n'est pas signalé dans les Alpes, mais les glaciers, à coup sûr très gros, ont tendance à progresser ¹⁰. Dix ans plus tard, un maximum alpin, très bien connu celui-là, se prolonge de 1816 à 1823 : les cotes extrêmes atteintes au XVII^e siècle sont retrouvées, la Mer de Glace parvient à 30 mètres du village des Bois ¹¹, des

1. Les glaciers des Bois et d'Argentière, entre ces deux dates, attaquent et déracinent la lisière d'une forêt séculaire (témoignage de COXE en 1776, de SAUSSURE en 1784, dessin de BOURRIT en 1773) d'après MOUGIN, p. 11, 15, 24 et 25 et planche III, fig. 1. Le glacier du Triolet avance depuis plusieurs années en 1773 (SAUSSURE, d'après RICHTER, 1891).

2. Descente du glacier de Grindelwald dans la vallée (1768-1777) d'après RICHTER, 1891. En 1777, BESSON ne note « aucune trace d'enceinte » (moraine) en avant du glacier (de Grindelwald). Celui-ci a donc égalé ses maxima antérieurs (d'après KINZL).

3. Dangereuse poussée du glacier de Vernagt (1770-1772) soigneusement observée par le P. WALCHER, professeur de mécanique à l'Université de Vienne (RICHTER, 1888).

4. Le Drangajökull « est à un demi-mille de la pointe du fjord (de Tharalatur) » (OLAFFSON, voyage de 1754) — le même glacier atteint la pointe du même fjord et la mer (OLAVIUS, voyage de 1775, d'après EYTHORSSON, p. 133).

5. SAUSSURE, d'après MOUGIN, *id.* ; la vue perspective de la vallée de Chamonix, dessinée par CHRÉTIEN DE MECHEL, entre 1788 et 1790, montre des appareils encore énormes, et tous proches (une centaine de mètres) de leurs maxima historiques (MOUGIN, pl. VI et p. 17, 47, 48).

6. WERENSKIOLD, *art. cit.*

7. THORARINSSON (*art. cit.*). Bien qu'il n'y ait pas de maximum alpin relevé dans les années 90, les glaciers restent sûrement plus gros pendant cette période, qu'au XX^e siècle : textes de 1787, 1791, 1794 et du début du XIX^e siècle sur le glacier du Rhône, tous concordants en ce sens, d'après J. MAURER, *art. cit.*

8. W. O. FIELD, « The glaciers of the Northern Part of Prince William Sound (Alaska) », *Geographical Review*, 1932.

9. OYEN, WERENSKIOLD, *art. cit.*

10. Premières données historiques sur les glaciers de l'Oisans : en 1807, on signale au préfet des Hautes-Alpes, en tournée dans le massif — et sans que la chose apparaisse comme extraordinaire —, que le col d'Arcine est occupé par le glacier du même nom, signe, écrit Ch. RABOT, d'une « extension énorme » du glacier d'Arcine. En 1807, encore, le glacier du Rip de l'Alp, au-dessus des sources de la Romanche, progresse (Rapport de LADOUCKETTE, préfet des Hautes-Alpes, cité par Ch. RABOT, « Les glaciers du versant nord-est du massif du Pelvoux au début du XIX^e siècle », *La Géographie*, 1914, vol. 29).

11. MOUGIN, p. 27 et 29.

futaies sont écrasées par les fronts glaciaires ⁴ ; un maximum est également signalé en Islande en 1823 ⁵.

La décrue qui suit est, comme les précédentes, une sorte d'épisode cyclique, sans portée profonde ⁶.

Dès 1835-40, la conjoncture glaciaire est à nouveau positive et les signes de progression nets en Norvège ⁴, en Islande ⁵, en Suisse ⁶ : c'est le dernier maximum de l'époque historique, le mieux connu, celui de 1840-50 ⁷.

A la différence des précédents, ce maximum marque un tournant. Après lui, à partir de 1855-60, commence la grande débâcle qui, malgré quelques interruptions et des sursauts sans commune mesure avec les poussées antérieures, a progressivement amenuisé les glaciers. Inlandsis de l'Arctique ou glaciers d'altitude de l'Equateur, elle les a ramenés souvent à plusieurs kilomètres en amont des limites entre lesquelles ils oscillèrent pendant deux siècles et demi, les amputant d'une fraction importante de leur masse, sans qu'il soit possible d'apercevoir encore la fin de cette longue et nouvelle fluctuation ⁸.

1. En 1818, « nous avons vu le glacier du Trient détruire une portion de forêt en s'insinuant entre le roc vif et la terre, et renverser sur lui-même le terrain dans lequel les arbres étaient enracinés » (J. DE CHARPENTIER, d'après KINZL). Ravages forestiers semblables des glaciers du Val d'Herens en 1817 et de Grindelwald en 1821 (KINZL). Max. des glaciers de la Brenva (1818), du Val de Bagnes (1818), *ibid.*

2. Destruction de prairies par le Vatnajökull en 1823 (THORARINSSON).

3. Faible recul de la mer de Glace (dessin de 1830, levés de 1842) par rapport à 1820 (MOUGIN, pl. XV et p. 29-30) ; le glacier de la Brenva ne perd que 250 m. ; celui de Ferpècle est presque aussi gros en 1828 et 1840 que lors des maxima de 1817 et 1850 (KINZL).

4. Vers 1835-1840 (OYEN, p. 51).

5. Vers 1840 (THORARINSSON).

6. Progrès des glaciers de Grindelwald à partir de 1838 d'après F. E. Mathes « Glaciers », dans le Recueil collectif *Hydrology*, dirigé par O. E. MEINZER, New York, 1942, p. 149-219.

7. Signalé partout dans les Alpes : glacier des Bois et des Bossons en 1851 ou 1854 (dates discutées dans MOUGIN, p. 30-32, et photo de 1857, *ibid.*, pl. X). Glaciers de la Brenva en 1842-1850 ; ceux du Val de Bagnes d'après les cartes de 1849 ; dans le Val d'Herens, max. de 1852, qui dépasse celui de 1817. Entre 1848 et 1854, le glacier de Ymatt renverse une petite forêt, et détruit une moraine depuis longtemps boisée (dessin de DOLFUSS-AUSSET, cité par KINZL). Vers 1850, le glacier d'Aletsch envahit un village et détruit une forêt (tous ces exemples d'après KINZL). Max. à Grindelwald vers 1855, dans le Tyrol vers 1848 (MATHES). Max. norvégien et islandais autour de 1850 (OYEN, p. 51, EYTHORSSON, p. 132, THORARINSSON). Dans les années 1850, max. dans les glaciers péruviens des Andes (H. W. AHLMANN, « The present climatic fluctuation », *The geographic Journal*, 1949).

8. Sur cette question, qui sort du cadre de cet article, exposés et bibliographie de base dans MATHES, *op. cit.*, AHLMANN, *art. cit.* — R. F. FLINT, *Glacial geology and the Pleistocene Epoch*, New York 1953, p. 499-500. — S. THORARINSSON, « Present glacier Shrinkage », *Geog. Annaler*, 1944.

II

Dans l'évolution des glaciers, depuis 1600, deux mouvements superposés mais non confondus, se laissent analyser : d'une part, un mouvement d'oscillation, sans périodicité régulière, se signale par d'assez nombreux maxima (plus d'une dizaine), suivis de retraits, aux XVII^e, XVIII^e, XIX^e siècles ; et, d'autre part, sous-jacente à ces vagues nombreuses, une marée séculaire, bien plus ample et plus lente ; longtemps positive, celle-ci maintient les glaciers d'Europe à un niveau constamment élevé entre 1600 et 1850, niveau record que les oscillations passagères ne font que légèrement et peu profondément varier. Au contraire, depuis un siècle, sans cesse descendante, cette même marée séculaire entraîne les masses glaciaires dans un cycle de régression ininterrompue (graphique I). Oscillations brèves, fluctuation majeure : ces deux types de mouvements sont évidemment différents, à l'échelle temporelle, — ici le siècle, là la dizaine d'années — comme à l'échelle spatiale — allées et venues sur quelques centaines de mètres à vol d'oiseau, dans le premier cas, recul de plusieurs kilomètres dans le second.

Les oscillations brèves, les « vagues », celles de 1600, de 1610, de 1640, ont du reste été dangereuses pour les riverains, parce que la « marée » était haute et qu'elles ont déferlé tout près des terroirs et des lieux habités. Aujourd'hui — « à marée basse » — elles se produisent toujours mais, trop éloignées, elles ne sont guère menaçantes. La distinction entre les deux types de mouvements n'est donc pas seulement théorique mais expérimentale : elle s'impose pour la confrontation qu'il s'agit d'établir entre la série glaciologique et les autres séries climatologiques.

Mais une question préalable se pose ; quelles sont les conditions climatologiques de la croissance d'un glacier ?

En principe, celle-ci se trouve commandée par les conditions d'accumulation, les chutes de neige en amont et par le taux d'ablation, autrement dit par les températures qui déterminent la fusion de la glace en aval : il faudrait donc, théoriquement, disposer, pour procéder aux confrontations envisagées ici, d'une double collection d'informations, observations nivométriques d'une part, observations des températures d'autre part. Les choses sont heureusement plus simples : il est vrai que l'accumulation des neiges est essentielle à la formation et au fonctionnement du glacier ; mais, cela posé, le flux et le reflux du front glaciaire, sa tendance positive ou négative, dépendent davantage de la marche des températures, facteur premier, que des fluctuations nivales, facteur second, étant posé en outre que le second facteur est souvent subordonné au premier ¹.

1. « La température, tout à la fois l'hiver et l'été, a un plus grand effet sur le régime des glaciers que les précipitations, principalement parce que, si elle s'élève, elle accroît

Les températures ont, en général, un rôle prédominant. Celles du printemps et de l'été sont évidemment, du point de vue glaciologique, les plus actives. Au-dessus de la normale, pendant quelques années, elles provoquent une fusion intense, et l'aval du glacier, rongé, allégé, aminci, ne tarde pas à opérer un recul marqué ; au-dessous de la normale, elles conduisent au processus inverse. Cette influence des températures printanières et estivales est capitale pour les oscillations brèves des fronts glaciaires, celles que nous étudions d'abord.

H. W. Ahlmann a montré en effet qu'entre 1900 et 1940, les dix-sept langues terminales des glaciers de Jotunheim progressent ou régressent, selon que la température moyenne de la belle saison (mai-septembre, en Norvège) marque une tendance à augmenter ou à diminuer pendant quelques années consécutives¹. La fluctuation glaciaire, positive ou négative, débute deux ou trois ans après le commencement de la fluctuation météorologique : ce temps de latence est relativement bref.

Quant aux autres facteurs, températures hivernales, précipitations neigeuses, ils interviennent aussi, mais à un moindre degré, dans le mouvement de courte durée.

Une telle corrélation entre les données de la belle saison et les fluctuations glaciaires, incite à tenter la confrontation des mêmes facteurs aux XVII^e et XVIII^e siècles, où les séries nécessaires ne font pas défaut. La marche annuelle de la température moyenne printanière-estivale est en effet connue avec une approximation suffisante depuis 1550, grâce à la date des vendanges, précoces quand la période qui va de mars à septembre est chaude, tardives dans le cas contraire².

Cette très longue série, dite « phénologique », a été pleinement confirmée, au XIX^e siècle, par la comparaison avec la série des observations directes de température de mars-septembre, effectuées à l'Observatoire

l'ablation et diminue la partie des précipitations ajoutée au glacier comme neige. Si elle décroît, l'effet est inverse. » C'est l'une des conclusions de la campagne glaciologique islandaise d'Hans W. AHLMANN, « Vatnajökull, Scientific Results of the Swedish-Islandic expeditions », *Geograf. Ann.*, 1939, p. 187.

Une autre démonstration expérimentale de cette idée, l'une des plus importantes de l'œuvre glaciologique d'H. W. AHLMANN dans son étude « The Styggedal glacier in Jotunheim », *Geog. Ann.*, 1940, p. 120, 123. Les autres preuves de cette prépondérance des températures sont géologiques (V. ROMANOVSKY et A. CAILLEUX, *La Glace et les Glaciers*, P.U.F., 1953, p. 109-110) et surtout météorologiques : il n'y a pas de *trend* mondial des précipitations qui puisse rendre compte de la décrue mondiale des glaciers. La marche séculaire des précipitations est complètement différente suivant les latitudes, les façades océaniques et parfois les régions d'un pays donné (SCHÖVE, dans *Quarterly Journal of Meteorological Society*, 1949, p. 175). Il y a en revanche un *trend* universel, légèrement mais nettement ascendant, des températures, qui s'harmonise avec la régression également universelle des glaciers.

1. H. W. AHLMANN, 1940, *art. cit.* (graphiques).

2. Séries de dates de vendanges dans A. ANGOT, « Etude sur les vendanges en France » *Annales du Bureau Central Météorologique de France*, 1883. Graphiques et commentaires dans E. LE ROY LADURIE, « Histoire et climat » (graphique V et p. 16-26). *Annales*, janvier 1959.

de Paris ¹. Une confirmation semblable est également possible pour le XVIII^e siècle : l'une des plus anciennes séries météorologiques, celle d'Angleterre Centrale, récemment publiée par Gordon Manley ², permet de construire une courbe des températures de la période en cause (1^{er} mars-1^{er} septembre), courbe dont l'allure générale est très proche de la courbe des vendanges (graphique III). Cette concordance va, du reste, au delà d'une simple confirmation de la série phénologique : c'est l'histoire même des fluctuations thermiques de la belle saison au XVIII^e siècle, dans l'Europe du Nord-Ouest, qui est tracée sur ces deux courbes apparentées. En tout cas, la « série d'Angot » tire une singulière valeur de ce rapprochement, et c'est avec plus de confiance encore qu'on peut l'utiliser lorsqu'au XVII^e siècle, en l'absence d'observations directes, elle devient la seule courbe météorologique disponible.

Quant au point de vue strictement géographique, la série des vendanges est tout indiquée pour être comparée aux oscillations glaciaires. Des six stations dont les données à peu près continues ont servi à construire la courbe du graphique III, trois (Lavaux Aubonne, Lausanne), sont en effet situées en Suisse, dans une région proche des glaciers mis en cause, et les trois autres, Dijon, Salins, et Kürnberg en Forêt Noire, n'en sont pas extrêmement éloignées : d'autre part leurs courbes respectives concordent avec celles des trois stations alpines.

Etant donné cette localisation des données phénologiques, la série glaciologique de référence ne peut être évidemment que celle des Alpes : la série scandinave apporte, en second lieu, des confirmations utiles mais elle ne saurait être prise comme terme premier de comparaison avec les époques de vendanges en Suisse, en Bourgogne, ou en Franche-Comté.

Ceci dit, les correspondances entre données glaciologiques et phénologiques apparaissent évidentes (graphique III). Dans la longue chaîne des vendanges du XVIII^e siècle, trois blocs de printemps et d'étés frais se détachent, 1711-1717 (culmen 1716) — 1740-1757 (max. 1740-1743), enfin les années qui précèdent et qui suivent immédiatement 1770. La série anglaise confirme l'ensemble de cette chronologie, avec les inévitables nuances qu'introduit l'éloignement. A ces séries d'années froides, durant lesquelles le taux d'ablation fut certainement affaibli, correspondent, avec le décalage nécessaire de quelques années, les maxima glaciaires les plus marqués du XVIII^e siècle : 1716-1719, 1743-51, 1770-75. G. Manley avait déjà noté la correspondance frappante entre la fraîcheur des printemps et des étés britanniques et la progression des

1. M. GARNIER, « Contribution de la phénologie à l'étude des variations climatiques », *La Météorologie*, oct.-déc. 1955 ; graphique reproduit dans « Histoire et climat », graph. IV.

2. G. MANLEY, « The Mean Temperature of Central England 1698-1952 », *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1953, p. 242-262 et 558.

glaciers alpins et scandinaves, dans les années 1740-1750¹ : mais quand on connaît, pour une même région, à la fois les glaciers et les vendanges, le rapprochement s'impose avec plus de force encore.

La même confrontation, appliquée au xvii^e siècle, force la conviction :

<i>Séries de vendanges tardives</i>	<i>Poussées glaciaires</i>	
	<i>Alpes</i>	<i>Scandinavie</i>
1584-1588	1588-1589	
1591-1602	1594-1596 et 1599-1602	
1606-1609	1608-1610	
1639-1644	1641-1644	
1662-1663	1664	
1672-1677	1676-1679	
1691-1703	1700-1703	1694-1705

Toutes les séries d'années froides de la courbe phénologique ne donnent pas lieu à des maxima glaciaires : c'est chose normale, puisque, d'une part, les températures du printemps et de l'été ne sont pas le seul facteur d'avance glaciaire, et que, d'autre part, bien des avances glaciaires n'ont pas été enregistrées par les archives ou les historiens. En revanche, il est certain que toutes les avances glaciaires connues accompagnent ou suivent de très près un groupe d'années caractérisées par le déficit thermique de la période principale d'ablation.

Faut-il ajouter qu'un tel rapprochement n'a rien de bien nouveau ? Le géologue Favre avait noté, dès 1856, que « six étés frais » avaient précédé l'éruption glaciaire de 1817-1822 dans les Alpes² ; la courbe des vendanges et celle de l'Observatoire de Paris³, lui donnent pleinement raison. Gordon Manley, travaillant sur les séries météorologiques anglaises et hollandaises, et les comparant aux observations glaciolo-

1. G. MANLEY, « Variation in the mean temperature of Britain since glacial times », *Geologische Rundschau*, 1952, p. 125-127.

2. D'après MOUGIN, *art. cit.*, p. 27.

3. GARNIER, *art. cit.* et « Histoire et Climat », graphique IV.

giques alpines et scandinaves, a noté la fraîcheur significative des étés préluant aux poussées glaciaires dans les périodes décennales 1691-1702, 1740-1751, 1809-1818, 1836-1845 ¹. Enfin E. Richter, dès 1891 ², a tenté de comparer glaciers et vendanges : mais, ne disposant que des moyennes quinquennales, voire trentenaires, calculées par Brückner ³ sur les séries d'Angot, il ne parvint pas toujours à des résultats concluants.

Quoi qu'il en soit, au terme de cette première confrontation et au plan des oscillations courtes, nous arrivons à un accord non pas total, puisque les données hivernales et nivales manquent, mais du moins probant entre les trois séries majeures, phénologique, météorologique, glaciologique : en particulier, la série d'Angot, confirmée une première fois par les observations météorologiques du XVIII^e et du XIX^e siècles, vérifiée à nouveau par la comparaison avec les oscillations glaciaires depuis 1600, apparaît comme un instrument d'analyse incomparable : corroborée par ces séries parallèles, elle présente, sur celles-ci l'avantage de l'ancienneté et de la continuité. D'une part, elle débute un siècle et demi au moins avant les premières observations météorologiques dignes de ce nom ; d'autre part, alors que la série glaciologique se borne à intégrer les fluctuations froides en une série de maxima discontinus et irréguliers, inutilisables pour l'édification d'une chronologie climatique serrée, la série phénologique, elle, n'intègre pas, elle enregistre, grâce à une notation annuelle et quantitative, toutes les fluctuations, chaudes, ou froides, qui affectent la période végétative : elle apparaît donc, grâce à cette longue continuité, comme l'outil de base de toute histoire écologique sérieuse, histoire fondée sur la comparaison rigoureuse, année par année, des données climatiques et des récoltes.



Jusqu'ici, dans le domaine des oscillations courtes, la série glaciologique, apparaît comme une série d'appoint, utile parce qu'elle confirme la série des vendanges, mais beaucoup moins utilisable qu'elle. Il n'en va plus de même lorsqu'on passe au plan des mouvements séculaires : les données glaciaires éclipsent alors largement les autres. Cela tient au caractère du glacier, « intégrateur » climatique : les fluctuations de longue durée des températures sont souvent, du fait de leur faible amplitude, difficiles à déceler, même à l'aide des observations météorologiques classiques. Elles peuvent devenir indiscernables sur des courbes approxi-

1. G. MANLEY, 1952, *art. cit.*

2. RICHTER, 1891, *art. cit.*

3. E. BRÜCKNER, « Klimaschwankungen seit 1700 », *Geographische Abhandlungen*, Vienne, 1890, p. 261-264,

matives, phénologiques, dendrologiques, plus sensibles aux écarts brefs et violents qu'aux évolutions lentes et nuancées, et souvent dérégées par des facteurs non climatiques, comme les modifications des habitudes viticoles ou du milieu forestier. Mais le glacier, lui, n'est pas un simple enregistreur : il emmagasine, il intègre le mouvement de longue durée climatique, et le rend sensible au bout d'un certain temps par un déplacement spectaculaire de sa marge terminale. L'actuel réchauffement du climat ne se traduit sur une courbe moyenne des températures mondiales annuelles que par une hausse de un degré environ depuis le XIX^e siècle¹ mais un glacier, à Glacier Bay en Alaska, a reculé de 80 kilomètres sous l'effet de cette légère fluctuation !² Tel est l'intérêt de ce qu'on pourrait appeler l'additivité glaciaire.

Cependant, à elle seule, l'évidence glaciologique reste insuffisante. La crue glaciaire permanente, qui persiste à travers flux et reflux passagers, entre 1590 et 1850, indique que des nuances très légères mais pourtant réelles, séparent le climat d'alors, pris en bloc, de celui d'aujourd'hui. Mais quelles sont ces nuances ? — Dans quel domaine jouent-elles ? — Température d'été ? — Température d'hiver ? — Précipitations ? Pour répondre à ces questions une confrontation avec d'autres séries est nécessaire ; et, puisque les indicateurs biologiques (vendanges, anneaux de croissance des arbres), sont trop approximatifs, et qu'en outre, ils ne sont pas affectés par les fluctuations hivernales, il faut recourir aux séries d'observations météorologiques anciennes : elles nous fournissent la seule source valable pour élucider le problème de la longue durée glaciologique.

Un certain nombre de celles-ci ont été publiées, analysées, utilisées au cours de ces dernières années : deux d'entre elles, celles d'Angleterre centrale et celle d'Utrecht, remontent tout à fait au début du XVIII^e siècle. Celles d'Edimbourg, celle de Stockholm commencent en 1760, enfin de nombreuses séries, russe, allemande, américaine, débutent avec le XIX^e siècle. Chacune d'entre elles doit évidemment faire l'objet, et a fait l'objet, d'une étude critique particulière. Mais les conclusions des différents auteurs qui ont travaillé, de façon souvent indépendante les uns des autres, sur ces sources très diverses, présentent une unanimité rassurante : le trait commun à toutes les séries, si dispersées soient-elles, c'est l'élévation des températures, principalement des températures hivernales depuis 1850 (graphique II). Tandis que les moyennes de juillet et de l'été restent stables, ou progressent à peine, et seulement depuis peu, celles de janvier et celles de l'hiver, en général, ont gagné en un siècle deux degrés environ à Utrecht, à Manchester, à Stockholm, en Islande, à Leningrad, à Berlin, à Vienne, enfin aux Etats-Unis...

1. H. C. WILLET, « Climatic Change », *Centenary proceedings of the Royal Meteorological Society*, 1950, p. 204-205.

2. FIELD, 1932, *art. cit.*

Pourquoi les moyennes d'hiver ont-elles progressé, et non celles d'été ? — Les causes physiques de cette évolution différentielle des saisons font l'objet de discussions ; on tente généralement d'en rendre compte par une analyse des variations du champ de pression : un faible déplacement des grands centres d'action de l'atmosphère et des trajectoires suivies habituellement par les dépressions venant de l'Océan, suffirait, pour un temps plus ou moins long, à rendre le climat légèrement plus continental et les hivers un peu plus rigoureux par rapport à l'été. Ces phénomènes sont peut-être liés à de très légères variations de la constante solaire. Quoi qu'il en soit ¹, seul compte ici le fait historique : au XVIII^e siècle et dans la première moitié du XIX^e siècle, les hivers étaient en moyenne un peu plus froids que maintenant.

Diverses objections peuvent être soulevées contre une telle affirmation ; comme beaucoup d'observations météorologiques ont été faites à proximité des grandes agglomérations urbaines, on peut penser qu'un microclimat plus doux s'y est créé depuis un siècle, à la suite du développement industriel et démographique. Le « réchauffement » constaté serait purement local et même artificiel. Mais... Bolungarvik, Stikkisholmur, Vesmannayear, Teigarhorn et Fagurholmsmyri ne figurent pas, que l'on sache, sur la liste des grandes cités modernes ; pourtant ces bourgs d'Islande, peuplés surtout d'éleveurs et de pêcheurs et où des séries météorologiques ont été tenues à jour depuis 1850 ou 1870, ont des courbes hivernales ascendantes ² et tout à fait semblables à celles de Manchester, Leningrad ou Berlin. De même, aux États-Unis, on a montré que la température hivernale s'était plus élevée depuis un siècle, à Blue Hills, station rurale, qu'à New Haven, centre industriel dont la population « octupla » dans la période envisagée ³ (graphique II). L'objection tombe donc d'elle-même.

Pour refuser l'idée d'un mouvement climatologique, même faible, de longue durée, on peut aussi invoquer une erreur systématique due à des conditions d'observation beaucoup plus aléatoires autrefois qu'aujourd'hui. Cette objection est elle-même très facile à détruire : les observations anglaises ont été faites de 1880 à nos jours, dans des conditions

1. Exposé des divers types d'explication dans M. ROULLEAU, « Variations Climatiques Récentes », *La Météorologie*, janvier-mars 1958. — Pierre PÉDELABORDE, *Le climat du Bassin Parisien*. Paris, Génin, 1957, p. 75-91 et 403-424.

2. J. EYTHORSSON, « Temperature variations in Iceland », *Geog. Ann.*, 1949, p. 47, 48, 52.

3. WILLETT, *art. cit.*, p. 205 — et aussi C. BROOKS, dans *Proceedings of the Toronto Met. Conference*. Public. Roy. Met. Soc. Londres 1954, p. 215. Un problème distinct et beaucoup plus vaste, consiste à se demander si le réchauffement n'est pas dû à « l'effet de serre », à l'accumulation de gaz carbonique dans l'atmosphère mondiale depuis un siècle, sous l'influence du développement industriel : discussion, objections, bibliographie, dans M. ROULLEAU, *art. cit.*, p. 10-11.

rigoureusement identiques ¹. Or, la température moyenne de l'hiver britannique, à peine supérieure à celle du XVIII^e siècle, dans les années 1880, lors des premières observations de cette sorte, s'est élevée progressivement depuis, et jusqu'à 1940 de près de deux degrés. Une telle amélioration est donc bien imputable à la nature des choses, non à celle des instruments.

Le test de concordance météorologique interne, entre les diverses séries, est donc absolument probant. En outre, tout ce qui précède suggère un test également positif de concordance externe avec la série glaciologique : au plan séculaire, le *trend* glaciaire est superposable au *trend* hivernal, avant comme après 1850. Autrement dit, avant cette date, les hivers un peu plus froids ont fait des glaciers chroniquement plus développés qu'aujourd'hui.

Permettons-nous une dernière objection : on peut s'étonner de l'importance des températures hivernales dans la longue durée glaciaire, puisqu'en hiver la fusion des glaces, ou le taux d'ablation, est très faible, par rapport à ce qu'elle est pendant la belle saison — Hans. W. Ahlmann ², l'éminent glaciologue suédois, a montré qu'il n'y a là aucun mystère : certes, la saison chaude, selon qu'elle l'est plus ou moins, est par excellence productrice d'oscillations glaciaires brèves, rapides, violentes ; mais les températures hivernales n'en exercent pas moins, même dans ces courts épisodes, une certaine action. L'hiver long et rigoureux, c'est en effet la saison d'ablation réduite d'autant ; c'est, d'autre part, l'absence presque complète de jours occasionnels d'ablation pendant les mois d'hiver eux-mêmes ; c'est enfin l'augmentation des précipitations neigeuses et de l'accumulation : l'hiver doux, au contraire, accroît l'ablation et diminue l'accumulation. Il n'y a donc rien d'étonnant, au plan des mouvements séculaires, à ce qu'un *trend* d'adoucissement hivernal prolongé ait entraîné de façon d'abord discrète, puis spectaculaire, une puissante érosion des glaciers et qu'inversement les hivers relativement froids du XVIII^e siècle aient conduit à un régime permanent de fort développement glaciaire.

En marge de ceci, on peut se demander quelles formes concrètes a revêtu, au XVIII^e siècle par exemple, ce climat hivernal légèrement plus rigoureux que le nôtre : il semble, selon une étude statistique effectuée en Suède d'après la série de Stockholm, que les moyennes décennales plus basses qu'aujourd'hui correspondent à un nombre proportionnellement plus élevé d'hivers rigoureux ou très rigoureux (du type de celui

1. Les températures étant observées sous un type d'abri standard (abri Stevenson). J. GLASSPOOLE, « Mean Temperature over the British Isles 1881-1940 », *Quart. Journ. Roy. Met., Soc.* 1942, p. 45-47 ; G. MANLEY, « Temperature trends in Lancashire », *Q. J. R. M. S.*, 1946.

2. H. W. AHLMANN 1939, p. 187 et 1940, p. 120-130, *art. cit.*

de 1788-1789, le plus froid enregistré à Stockholm jusqu'en 1943) et à une proportion plus forte de jours froids par hiver ¹.



Ainsi, on connaît les modalités concrètes de la fluctuation froide qui s'inscrit à la fois dans les observations hivernales et dans les glaciers. Le point d'inflexion terminal en a été déterminé autour de 1850. Mais quel en a été le point de départ ? Déjà pendant tout le xvii^e siècle les glaciers alpins possèdent les dimensions imposantes qu'ils conservent au xviii^e siècle et dans la première partie du xix^e. Il est donc assez vraisemblable d'admettre, les mêmes effets procédant des mêmes causes, que le régime hivernal était sensiblement le même au xvii^e siècle qu'à la période suivante, et donc un peu plus froid qu'aujourd'hui : en tout cas, c'est là une bonne hypothèse de travail.

Quant à ce qui précède, pour la période antérieure à 1580, on ne dispose pas de textes aussi explicites que ceux qui permettent de reconstituer la série glaciologique des xvii^e et xviii^e siècles. En leur lieu et place, on possède seulement un faisceau de présomptions, de déductions, d'allusions dont divers auteurs ont cru pouvoir tirer la preuve que les glaciers « au Moyen Age » ou « jusqu'au xvi^e siècle » étaient moins gros qu'aux xvii^e et xviii^e siècles et de dimensions comparables à celles d'aujourd'hui.

Ces déductions sont tirées d'abord de l'ancienneté et de la longévité des hameaux ou des fermes brusquement détruits vers 1600 ou 1700 par l'invasion des glaciers : cette invasion serait donc sans précédent dans les siècles antérieurs. Ainsi, le hameau de Châtelard, à Chamonix, situé au Nord-Est du village des Bois et non loin du thalweg actuel de l'Arveyron occupé aux xvii^e et xviii^e siècles par la Mer de Glace, — vit ses maisons et son terroir complètement dévastés lors des incursions glaciaires de 1600. De fait, il n'est plus mentionné ni sur les listes fiscales, ni sur les comptes de dîmes après ces dates, et n'a été ni repeuplé ni rebâti depuis. Or, il payait paisiblement la dîme en froment et rapportait plus que les dîmeries voisines des Bois et des Praz en 1379, 1387, 1398. Aux xv^e et xvi^e siècles, il figure aussi dans la comptabilité décimale (régulièrement tenue à jour et conservée) jusqu'en 1590 inclusive-ment. Dans les comptes de 1600 et les suivants, il n'en est plus question ².

1. GÖSTA H. LILJEQUIST, « The Severity of the winters at Stockholm, 1757-1942 », *Geog. Ann.*, 1943, p. 81-97.

2. Localisation du Châtelard in Ch. RABOT, « Récents travaux glaciaires... », *art. cit.* Sa destruction en 1600 : « le glacier des Bois a ruiné une bonne partie du terroir et village entièrement du Châtelard ». A. M. Chamonix CC1 N° 81, fol. 4, 5 d'après MUGIN, p. 6. Comptes de dîmes dans J. A. BONNEFOY, *Le Prieuré de Chamonix*. Public. de l'Acad. de Savoie, vol. III, Chambéry 1883, p. 303-308 (xiv^e siècle) et A. D. Haute-Savoie 10 G. 35 à 262 (xv^e-xviii^e siècles). En 1564-1565, des Chamoniards de la vallée

De même les fermes islandaises de Brennholar et de Breidarmok, détruites par le Vatnajökull vers 1700 sont mentionnées dans des actes antérieurs à 1200 ¹ et celle d'Oldugil au pied du Drangajökull, dans un document de 1397 ². Ajoutons à cela un argument un peu différent : le plateau de Glama, en Islande était occupé par le Drangajökull au XVIII^e siècle ; actuellement au contraire et depuis la fin du XIX^e siècle, il est libre de glaces ; or, il semble d'après les *sagas*, et les textes dont le dernier est de 1394, que souvent parcouru par des troupes à cheval, ce plateau était également hors des glaces au Moyen Age ; en 1570, en revanche, la carte de Mercator paraît déjà y indiquer une occupation glaciaire ³.

Du Groenland nous parviennent des données moins aléatoires : les sépultures normandes d'Herfoljness ont été mises à jour lors des fouilles de 1921 dans un sol encore gelé en profondeur toute l'année, malgré le réchauffement déjà sensible, au Groenland comme ailleurs, ces années-là. Le très bon état de conservation des étoffes et des objets en bois découverts auprès des morts ne peut s'expliquer que par ce gel perpétuel et fort ancien. Il ne devait pourtant pas en être ainsi au moment des inhumations — dont les dernières, d'après les modes vestimentaires, se situent autour de 1450 —, puisque les racines d'arbrisseaux eurent le temps de vriller bières et squelettes, de percer et d'enchevêtrer les étoffes. La colonie normande qui achevait de s'éteindre au XV^e siècle, bénéficiait encore, au moins partiellement, de ce climat légèrement plus doux qu'à l'époque moderne et qui avait favorisé l'installation des Vikings, au X^e siècle, au temps d'Erik le Rouge ⁴.

Enfin d'Alaska ⁵ nous vient une véritable preuve : les glaciers, en plein recul aujourd'hui, tout comme en Islande ou dans les Alpes, eurent, là aussi, leurs derniers maxima au XVIII^e siècle et dans la première moitié du XIX^e siècle ; on le sait par des cartes russes de 1802, et surtout par la jeunesse de la forêt vierge qui peuple les moraines les plus extérieures ou même, dans certains cas (Malaspina), recouvre la langue terminale du

achètent des maisons au Châtelard, une veuve Perrette y acquiert de la terre pour ses enfants : donc on n'y prévoit pas encore de catastrophe (*id.*, 10 G 248, lods et ventes). Documents fiscaux : BONNEFOY, t. IV, p. 381, et cadastre 1730 (A. D. Haute-Savoie).

1. H. W. AHLMANN, « Vatnajökull », *Geog. Ann.*, 1937, p. 195.

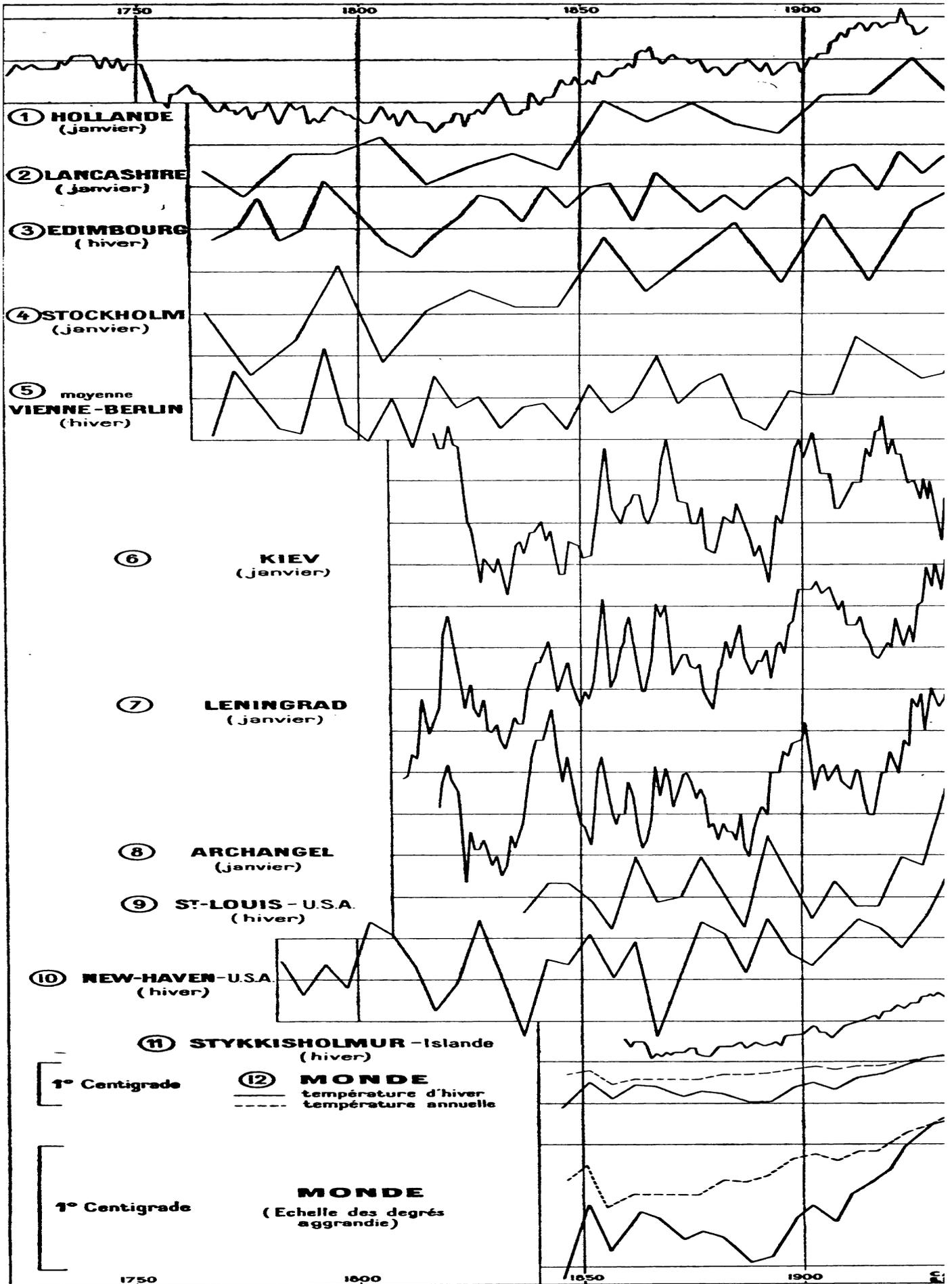
2. J. EYTHORSSON, *art. cit.*

3. THORARINSSON, 1939, *art. cit.* D'autres déductions (villages, églises, mines, canalisations médiévales qui auraient été enfouies au début de l'époque moderne sous les glaciers) se trouvent dans KINZL (fin de l'article, paragraphe intitulé « Les glaciers des Alpes au Moyen Age ») ; voir aussi THORARINSSON, « The ice-dammed lakes of Iceland », *Geog. Ann.*, 1939, p. 229-231 (déduction à partir de la position d'un lac glaciaire au XIII^e siècle).

4. W. HOVGAARD, « The Norsemen in Groenland — Récent discoveries at Herfoljness », *Geographical Review*, vol. 15, 1925, p. 615-616. Sur le destin de la colonie normande du Groenland : L. MUSSET, *Les peuples scandinaves au Moyen Age*. Paris, P.U.F., 1951, p. 218-224.

5. Robert P. SHARP, « The latest major advance of Malaspina glacier, Alaska », *Geog. Rev.*, janv. 1958 et *supra*, p. .

GRAPHIQUE II.
LA LONGUE DUREE : LES HIVERS



Chaque division verticale équivaut à 1° centigrade.

SOURCES :

Courbes 1, 2, 3, 6, 7, 8. : D'après H. W. Ahlmann, art. cité, 1949.

Courbes 3, 5, 9, 10 : d'après Willett, art. cité, 1950.

Courbe 11 : d'après Eythorsson, 1949, art. cité.

Courbe 12 : d'après M. Roulleau, Art. cité, 1958.

Des moyennes mobiles de 10, 20 ou 80 ans ont été utilisées par les auteurs précités pour mettre en évidence le mouvement de longue durée. La diversité des moyennes mobiles utilisées explique la variété d'allure de ces courbes, qui concordent pourtant dans leur tendance séculaire.

sol qui les portait, avaient vécu en paix et à l'abri de toute invasion glaciaire, pendant les siècles antérieurs, pendant notre Moyen Age, jusqu'à cette grande poussée de l'âge moderne ¹.

Etant donné la concordance chronologique de l'évolution, dans la longue durée, des glaciers d'Europe et d'Alaska, un tel fait représente un argument considérable en faveur des auteurs qui ont affirmé depuis longtemps, en se fondant sur divers indices, que les glaciers étaient moins importants à la fin du Moyen Age qu'à la période suivante.

L'ensemble des faits connus paraît donc suggérer une progression glaciaire de longue durée, commencée après 1450 (« terminus a quo » climatique, déduit des fouilles du Groenland), très avancée déjà en 1590 (« terminus ad quem » glaciologique, fourni par les glaciers des Alpes).

Cette fluctuation glaciaire serait-elle le résultat d'une fluctuation hivernale, inverse de celle enregistrée à partir de 1850 ? D. J. Schove s'est efforcé de le prouver par une statistique des hivers du xvi^e siècle : il place le début de cette détérioration de la saison froide vers 1540 ².

Une telle chronologie, qu'elle soit glaciaire ou climatique, ne peut être que provisoire. Elle n'est qu'un pointillé, qui prolonge vers l'amont le trait de la série glaciologique, fermement dessiné à partir de 1590. Mais le fait même d'une détérioration climatique, dont la grande marée glaciaire du xvii^e siècle est l'un des effets les plus visibles, ce fait-là n'est pas niable, quel qu'en soit le point de départ exact dans le temps avant 1600. Les glaciers du xvii^e siècle et ceux plus réduits encore du xx^e ne sont pas simplement les restes dégénérés des gigantesques appareils qui couvraient une grande partie de l'Europe au Paléolithique. Nombre des glaciers actuels ont totalement disparu, une fois au moins, lors de la période un peu plus chaude que la nôtre connue par les préhistoriens, les botanistes, les géologues et les glaciologues sous le nom « d'optimum climatique » et qui se situe vers 5.000 avant notre ère ³. L'existence même de cette période, décelée par les études de pollens dans le monde entier, ne prête pas à contestation. Une seule question reste ouverte : savoir si certains épisodes finaux du léger refroidissement qui a suivi, et qui a régénéré nombre de glaciers disparus, ne se situent pas en pleine période historique. Les indications chronologiques antérieures à 1600 et évoquées ici, ne constituent nullement une tentative de réponse définitive : mais si ces indications étaient confirmées, elles permettraient de dater assez exactement le départ de la longue crue glaciaire qui prend fin vers 1850.

1. R. SHARP, *art. cit.*, p. 24-26, photos et plan, *ibid.*, p. 18, 19, 22, 25.

2. SCHOVE, 1949, *art. cit.* ; sur cet article, voir « Histoire et Climat », p. 27-33.

3. Exposé et bibliographie dans R. F. FLINT, *op. cit.*, p. 487-499.

III

Dans l'histoire proprement écologique, qu'il convient maintenant d'aborder, la distinction entre fluctuation longue et oscillations brèves s'impose comme dans l'histoire des glaciers, comme dans celle du climat en général. C'est en se référant à ces deux plans de durée qu'il convient d'examiner successivement, dans une perspective historique précise, les rapports entre les plantes cultivées, plus exactement les céréales, et le milieu ou l'habitat climatique qui commande leur rendement aux XVII^e et XVIII^e siècles.

Au plan de la longue durée, une légère nuance hivernale fait l'originalité du climat de cette époque, pris en bloc et comparé à celui de 1850-1950. Or, quelle est l'incidence de l'hiver sur les rendements ? Pour la France, les études de météorologie agricole sont unanimes : l'hiver froid, sauf rigueur exceptionnelle, n'est pas dangereux mais, au contraire, favorable à un bon rendement des céréales : en Seine-et-Oise « la normale de l'hiver étant de 3°8, les années où la température moyenne est inférieure à 3°, ont des récoltes excédentaires, celles où la température hivernale est supérieure à 5° sont déficitaires ». Ces résultats d'une étude statistique de J. Sanson¹, portant sur trente années (1901-1930) sont confirmés par l'observation expérimentale² et la pratique agricole³.

En réalité, l'hiver néfaste pour la moitié nord de la France, ce n'est pas l'hiver rude mais l'hiver pluvieux : vrai pour la Seine-et-Oise, cela l'est plus encore pour un département comme la Loire-Atlantique où les pluies d'hiver exercent une influence souvent despotique sur les récoltes, qui s'annoncent bonnes quand l'hiver est sec, médiocres dans le cas contraire.

Pour en revenir aux XVII^e et XVIII^e siècles, le caractère de leurs hivers, plus rigoureux qu'aujourd'hui, n'a donc pas dû nuire aux récoltes, exception faite pour des froids extrêmes comme ceux de 1709 ou de 1789. La tendance aux hivers plus froids et aux glaciers plus volumineux que plusieurs auteurs ont décelée à partir de 1540, tendance persistante entre 1600 et 1850, n'a pas été catastrophique du point de vue économique. L'explication de la longue crise économique et démographique du XVII^e siècle ne paraît toujours pas, du moins dans l'état actuel de nos connaissances, devoir être cherchée de ce côté.

Il semble pourtant que le cas des pays nordiques doive se poser à

1. J. SANSON, « Relations entre le caractère météorologique des saisons et le rendement du blé ». Publications de l'O.N.M., Paris, p. 3.

2. H. GESLIN, « Influence de la température sur le tallage du blé », *La météorologie*, 1954, p. 30. — J. RATINEAU, *Les Céréales*, Paris, 1945, p. 53-57.

3. L'exposition de semences à des basses températures, permet la « vernalisation » des blés d'hiver, désormais susceptibles d'être semés au printemps.

part : le froid hivernal trop vif y constitue une véritable gêne pour la culture des céréales et un *trend* d'hivers rigoureux a pu y entraîner des conséquences néfastes, alors qu'il a été pratiquement inoffensif ou même favorable en France.

De toute façon, les données de longue durée, très intéressantes du point de vue d'une histoire purement climatologique, déçoivent dès qu'on cherche à en tirer des explications d'ordre écologique et historique. En effet, dans l'état actuel des choses, l'absence de série hivernale annuelle et continue, empêche toute chronologie précise et oblige à s'en tenir à des affirmations générales.



L'histoire écologique des fluctuations courtes et des écarts relativement brefs et violents du climat, apparaît moins abstraite. Tout l'exposé qui précède tente de montrer que de tels écarts, dont l'intervalle peut varier de trois à quinze ans, sont connaissables, pour le printemps et l'été, grâce aux dates de vendanges, confirmées par les observations météorologiques et les oscillations glaciaires. A l'inverse de ce qui a été fait pour la longue durée, l'histoire écologique est donc obligée de s'en tenir pour ces fluctuations à la période printanière-estivale, et de faire provisoirement abstraction de l'hiver. Ceci est peut-être moins fâcheux qu'il n'y paraît si l'on songe que tout un groupe de céréales, — céréales de printemps et d'été (maïs) — échappe à l'influence hivernale.

Quelle est l'action du printemps et de l'été, — autrement dit de la période végétale de croissance succédant à la morte-saison (hiver) — sur les rendements des céréales ? Dans les pays du Nord, cette action est simple et procède essentiellement des températures : une période végétative chaude, en particulier un été chaud, est la meilleure garantie pour une bonne récolte. Cela vaut pour la Suède ¹ comme pour la Finlande ². Inversement, le déficit thermique de la période végétative entraîne dans ces pays le déficit des céréales : à la limite, ce sont les fameuses « années vertes » où le blé ne mûrit pas, reste vert, et pourrit sur pied, années de famines en Scandinavie (1596-1602, 1740-1742) par exemple ³.

1. Etude statistique sur les rendements de trois variétés de froment d'hiver pendant vingt-sept années, en Suède (1890-1917). — A. WALLEN, « Température, eau tombée et récoltes » (en français), *Geog. Ann.*, 1920, p. 332-357, graphiques p. 344.

2. I. HUSTICH, « On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation », *Geog. Ann.*, 1949, p. 90-105. Tableau statistique (corrélation des récoltes finlandaises de céréales 1886-1939 et des températures de juin-juillet-août), p. 92.

3. OYEN, *art. cit.* — G. UTTERSTHOM, « Climatic Fluctuations and Population Problems in Early Modern History », *The Scandinavian Economic History Review*, 1955.

Plus au Sud, en Grande-Bretagne, en France, l'influence du climat, de mars à août, est plus complexe : au printemps, certes, chaleur et lumière restent les facteurs essentiels : en Seine-et-Oise, si les conditions hivernales n'ont pas été défavorables au départ, il suffit d'une insolation printanière inférieure à 540 heures (la normale étant de 516 heures) et d'une température moyenne inférieure à 9°, pour compromettre sérieusement les chances de la récolte ¹. Un printemps chaud et ensoleillé est au contraire de bon augure pour les céréales d'hiver, comme pour celles de printemps ² dont il favorise à la fois les semailles et la maturation.

Dès l'été, en revanche, dans les Bassins de Paris ou de Londres, les précipitations jouent un rôle décisif dans le rendement final des grains. Ce n'est pas qu'il faille tellement redouter la sécheresse ou la faiblesse des précipitations, comme pourrait nous le laisser croire une certaine tradition littéraire d'origine méditerranéenne. Bien au contraire, à ces latitudes, c'est l'excès des pluies qu'on doit craindre : en Seine-et-Oise, en Loire-Atlantique, il suffit que les pluies dépassent simplement la moyenne estivale annuelle pendant l'été et jusqu'à la récolte, — rentrée des grains comprise — pour que celle-ci, même bien préparée par des conditions hivernales et printanières favorables, devienne déficitaire ³. Inversement, l'été sec, nuisible à l'élevage, s'avère favorable aux céréales d'hiver comme à celles de printemps. En Angleterre, où la récolte est plus tardive qu'en France et prend souvent place en septembre, la sécheresse estivale est un facteur important de haut rendement céréalier. Elle agit non seulement sur les moissons de l'année, mais encore sur celles de l'année suivante, en permettant aux semailles de s'effectuer dans de bonnes conditions ⁴.

Le froment exige un été sec et non spécialement un été chaud. Mais, en fait, pour 79 % des cas, un été sec, favorable, est aussi un été chaud ou normal ; dans 65 % des cas, un été pluvieux — néfaste — est en même temps un été froid ⁵. Il n'est, du reste, pas besoin de statistique pour se rendre à cette évidence, accessible à l'estivant comme à l'agriculteur, que l'été torride est sec et brûlant, et que l'été « pourri » est humide et froid. Par conséquent, s'il n'y a pas de lien direct entre chaleur estivale et rendement céréalier, il existe un rapport indirect, puisque

1. J. SANSON, *art. cit.*, p. 34.

2. M. GARNIER, « Influence des conditions météorologiques sur le rendement de l'orge de printemps », *La Météorologie*, 1956, p. 335-361, d'après les rendements annuels (1935-1954) des champs d'expériences (situés dans l'Ouest, et dans le Bassin de Paris) de la Société d'encouragement de la culture des orges de brasserie.

3. Etude statistique dans SANSON, *art. cit.*, p. 4 et 6. — Voir aussi GARNIER, *art. cit.*

4. R. H. HOOKER, « The weather and the crops in eastern England, 1885-1921 », *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, avril 1922.

5. R. GRAPPE, « La Prévision saisonnière », *La Météorologie*, 1956.

les conditions favorables (sécheresse) se rencontrent plutôt dans l'été chaud, et les défavorables (humidité) dans l'été frais.

Printemps chaud, été sec — et généralement chaud —, tels sont en gros, et abstraction faite de l'hiver — les facteurs climatiques qui conduisent à une bonne récolte de grains : les mêmes facteurs provoquent, un mois plus tard, des vendanges précoces. Inversement, avec de mauvaises conditions céréalières — printemps froid, été frais — la vendange mûrit tard. Quant aux époques pour lesquelles on ne dispose pas de séries météorologiques fines, qui distinguent la chaleur du printemps des précipitations de l'été, il est donc légitime d'utiliser la série phénologique, pour avoir une vue, même partielle et approchée, du climat dans lequel se développèrent les céréales.

On a donc figuré sur un même graphique (graphique III) la courbe des vendanges et la courbe des prix du froment à Paris de 1580 à 1710 ¹, puis pour tout la France de 1710 à 1789 ². Bien entendu, il n'est pas question de confondre courbe des prix et courbe des récoltes. Il s'agit simplement, abstraction faite des mouvements plus longs, de comparer les fluctuations cycliques du prix des grains, aux oscillations brèves du climat du blé. Tous les auteurs, historiens ou économistes, s'accordent en effet pour estimer que le « cycle » plus ou moins décennal des prix céréaliers, en économie traditionnelle, est, à la différence du mouvement de longue durée, sensible par excellence aux variations des quantités produites, et, de ce fait, au climat. Seules les mutations monétaires pourraient fausser la comparaison. Mais en fait, avant 1726 et la stabilisation de la livre, les fluctuations cycliques apparaissent les mêmes, à peu de choses près, sur la courbe des prix nominaux et sur celle des prix en argent : seuls, les mouvements plus longs, diffèrent légèrement.

En somme, comparer dates de vendanges et prix du froment, au niveau des écarts cycliques, c'est chercher à dépister l'élément commun aux deux séries : le climat des récoltes ou le climat du blé.

De fait, les deux courbes présentent d'indéniables concordances. La cherté des années 1590 à 1597, celle de 1608, 1613, 1617-18, 1621-22, 1641-1644, 1649-1652, 1661-1663, celle des années 1691-1701, 1712-1714, 1725, 1739-1741, enfin 1765-1775, s'accompagnent souvent dans le temps d'un régime de printemps frais et d'étés humides qui se manifeste par des séries de vendanges tardives.

Bien entendu, il n'y a pas de parallélisme absolu entre les deux séries : la date des vendanges tient compte aussi des phénomènes climatiques qui interviennent après la moisson, et n'agissent pas sur elle. De son

1. H. HAUSER, *Recherches et documents sur l'histoire des prix en France de 1500 à 1800*. Paris, Presses Modernes 1936, p. 91-112.

2. D'après E. LABROUSSE, *Esquisse du mouvement des prix et des revenus au XVIII^e siècle*. Paris, Dalloz 1933, p. 98.

côté, la courbe du blé intègre des données qui ne figurent pas dans la courbe des vendanges, données hivernales (1693, 1709), données non climatiques aussi, d'ordre monétaire (afflux d'argent américain dans les années 1590, inflation dans les années 1640-1650)¹ ou, plus simplement, données d'ordre purement économique, démographique ou politique. Ces réserves faites, le rapprochement établi entre les deux séries, contribue à expliquer les grandes crises alimentaires, les famines et les disettes de l'Ancien Régime : celles de la fin du xvi^e siècle et de la Fronde, celle de 1662-1663, celles des années 1690 et de la fin du règne de Louis XIV, enfin, les chertés du xviii^e siècle.

On peut s'intéresser aussi à l'autre aspect des courbes climatiques, aux séries d'années chaudes et ensoleillées ; leurs effets ont tendance à être inverses ; pour s'en tenir à un seul exemple, des années avec printemps et étés très chauds se succèdent en France (d'après les vendanges) en Angleterre, en Hollande, en Suède (d'après les séries météorologiques), pendant la période décennale 1773-1784 : c'est, jusqu'à nos jours, et pour ces deux saisons, la plus chaude de toutes les décennies, depuis le début des trois plus anciennes séries d'observations, c'est aussi la plus chaude du xviii^e siècle d'après les courbes phénologiques, la plus proche donc, mais pour la belle saison seulement, des conditions de températures qui régnèrent pendant « l'optimum climatique » de la préhistoire vers 5000 avant notre ère (G. Manley)². Nul doute que ces années 1773-1784 aient favorisé la production des céréales dans les pays du Nord, où la forte chaleur de la période végétative assura des rendements élevés. Qu'elles l'aient également stimulée en France et en Angleterre, où chaleur printanière et sécheresse estivale furent largement dispensées aux moissons, devenues de ce fait pléthoriques, c'est très probable : ces années sont en effet contemporaines de l'écroulement européen du prix des grains, de l'« intercycle »³ de baisse qui, pour le blé du moins, commence en 1772 et atteint son point le plus bas en 1785 ; elles ont ainsi contribué à déséquilibrer, pour un temps, toute l'économie européenne.

L'intérêt de la série d'Angot ne réside pourtant pas seulement dans sa signification écologique et, par là même, historique ; il réside aussi

1. F. C. SPOONER, *L'économie mondiale et les frappes monétaires en France 1480-1780*. S.E.V.P.E.N. Paris 1956, p. 203-205.

2. G. MANLEY, « The range of variation of the British Climate », *Geog. Journ.*, janvier-mars 1951, p. 43-68. — G. H. LILJEQUIST, « Fluctuations of the summer mean temperature in Sweden » (*Geog. Ann.*, 1949, p. 164). Voir aussi graphique III.

3. E. LABROUSSE, *La crise économique à la veille de la Révolution*. Paris, P.U.F., 1944 (Introduction). L'intercycle de baisse du blé est également très marqué en Hollande entre 1772 et 1785 (prix d'Amsterdam) et en Baltique entre les mêmes dates exactement (prix de Königsberg) d'après les séries de N. W. POSTHUMUS, *Inquiry into the History of prices in Holland*. Leyde 1946 et les courbes de R. ENCELY, *Prix du blé à Montauban au XVIII^e siècle* (D.E.S., inédit).

dans sa simplicité météorologique : à la période végétative chaude ou froide, aux vendanges précoces, ou tardives, correspondent en effet deux types de temps, deux situations atmosphériques nettement tranchées. Dans le premier cas, on note une prédominance des hautes pressions, de l'anticyclone des Açores ou de ses prolongements, qui s'étendent sur la France et l'Europe occidentale ; dans le second, l'air tropical est refoulé plus au Sud, et ces mêmes régions sont traversées par le front polaire, par les trajectoires où passent sans cesse les perturbations atlantiques qui apportent avec elles nébulosité, humidité, fraîcheur.

Autrement dit, la série d'Angot est simple. Les éléments météorologiques homogènes qui la composent exercent sur les récoltes une influence assez nettement déterminée ; elle peut donc servir provisoirement à édifier une histoire écologique qui n'est certes pas exhaustive, mais qui peut fournir d'utiles indications.

Ajoutons que le point de départ d'une réflexion sur l'histoire du climat doit être, non la série d'Angot, mais bien, comme dans le cas présent, la série glaciologique, dont l'extrême richesse et la complexité offrent de nombreuses perspectives à la fois sur la longue et sur la courte durée et sur les saisons d'hiver et d'été. Il demeure pourtant que ce départ indispensable une fois donné, l'histoire des glaciers, à la fois touffue et fragmentaire, ne fournit pas d'appui solide à une comparaison suivie avec l'histoire des récoltes. Pour aboutir à cette comparaison, qui doit rester le but de l'historien, il n'est, pour le moment, d'autre base de travail que la série phénologique : moins riche en informations que la série glaciaire, mais simple, homogène, continue, en un mot utilisable.



Au terme de cette étude, qui conduit de l'histoire glaciologique à l'histoire climatologique, puis écologique, il semble qu'on puisse montrer comment se présentent les conditions d'adversité climatiques dans une économie fondée principalement sur la production des céréales. Mise à part la zone méditerranéenne où la sécheresse devient dangereuse, c'est, pour la zone nordique, la température, qui constitue en toutes saisons le facteur critique : c'est pourquoi une longue séquence d'hivers rigoureux a pu nuire, dans cette zone, à l'économie agricole. Plus au sud, dans l'Europe océanique et tempérée, c'est l'hiver pluvieux, le printemps froid et mouillé, l'été « pourri », autrement dit, c'est la récurrence des années humides qui représente le principal

danger ¹. S'il est actuellement impossible, dans la longue durée, de déterminer l'existence de telles périodes d'adversité agricole, en revanche, pour des intervalles plus brefs, la série des vendanges, confirmée par les autres séries climatologiques, permet d'en déceler un certain nombre. Une vue directe sur l'histoire des précipitations pour une région déterminée, le Bassin Parisien par exemple, permettrait de les circonscrire avec plus de précisions encore.

Une telle conclusion n'aboutit nullement à réintroduire, dans l'explication historique, je ne sais quel déterminisme climatique, aussi puéril que périmé. Les hommes font leur propre histoire et certains éléments climatiques, dans une société donnée, n'acquièrent d'importance, généralement dans les intervalles de la courte durée seulement, laissant à l'histoire spécifiquement humaine le domaine de la longue durée, que parce qu'elles réagissent sur un complexe historiquement déterminé de pratiques culturelles. Autrement dit, en adoptant tel genre de vie, l'homme choisit tel ennemi climatique. Les conditions écologiques d'adversité ne sont-elles pas très différentes dans une société de pasteurs, et dans un groupe d'agriculteurs sédentaires ? Et précisément, la Révolution agricole, en déplaçant le centre de gravité de l'économie, des céréales vers l'élevage (qui, lui, s'accommode très bien de l'humidité océanique), la Révolution industrielle, en le transférant de l'agriculture à la métallurgie, ont rendu presque inoffensives les néfastes récurrences d'autrefois. Il n'y a pas de déterminisme climatique : il y a simplement, pour un lieu et une époque donnés, un certain nombre de déterminations climatiques.

On a étudié ici, principalement, les déterminations climatiques inhérentes à un certain type de société : celle des producteurs de céréales de l'Europe occidentale. Cette société apparaît au néolithique, elle cesse d'être une forme dominante au XIX^e siècle. Pendant toute son existence, elle a effectivement porté le poids de ses origines historiques : ce n'est pas impunément que les Européens ont fait longtemps leur subsistance principale des céréales, nées dans un milieu très différent du leur et importées, aux origines, de Mésopotamie, de Syrie et d'Iran ². Accoutumées à la sécheresse et à un climat généralement chaud, ces plantes, bien adaptées par ailleurs en Europe, y supportent pourtant assez mal, au nord, le déficit thermique, plus au sud l'excès chronique des précipitations qu'apporte fréquemment l'influence atlantique. Jusqu'à ce qu'ils aient établi leur économie sur une base plus large, les peuples

1. Cette distinction entre trois grandes zones d'adversité dans l'Europe céréalière est tirée de G. AZZI, *Le climat du blé dans le monde. Les bases écologiques de la culture mondiale du blé*. Institut International d'Agriculture, Rome, 1927, (voir conclusion et cartes à la fin de l'ouvrage).

2. A. L. GUYOT, *Origine des plantes cultivées*, p. 74-83. Paris, P.U.F., 1942.

d'Europe ont payé cette inadaptation d'un certain nombre de famines et de crises.

Ainsi les doléances des riverains des glaciers, les délibérations des communautés viticoles sur le fait des vendanges, les observations des premiers météorologistes¹ ne fournissent pas seulement les matériaux d'une histoire purement climatologique; elles contribuent aussi à mieux définir certaines récurrences, autrement dit, certaines structures de base de l'écologie, et donc de l'économie, des sociétés traditionnelles.

EMMANUEL LE ROY LADURIE.

1. A ces trois grandes sources d'informations, il aurait été utile d'en ajouter une quatrième : les arbres. Dans un grand article (« Summer temperatures and tree-rings in North Scandinavia, a.D. 1461-1950 », *Geografiska Annaler* 1954, p. 40-80), D.-J. SCHOVE a en effet donné, à partir d'arbres scandinaves très âgés dont la croissance fut corrélative de la chaleur des mois d'été (1^{er} mai-1^{er} septembre) une courbe continue qui couvre quatre siècles d'histoire. Cette courbe, très comparable, quant aux facteurs climatiques, à celle des vendanges, marque avec vigueur les grandes séries (décennales, et aussi interdécennales) d'étés frais qu'on retrouve sur la courbe phénologique entre 1500 et 1800. Des nuances, parfois de véritables différences, explicables surtout par l'éloignement géographique, mais aussi par le caractère approximatif des courbes dendrologiques, séparent cependant les deux séries : la confrontation entre elles aurait exigé au préalable une longue étude critique et comparative qu'il n'était pas possible d'insérer dans le présent travail.