

# REVUE DE STATISTIQUE APPLIQUÉE

E. LE ROY LADURIE

## **La méthode historique et le climat (conférence)**

*Revue de statistique appliquée*, tome 12, n° 2 (1964), p. 53-70

[http://www.numdam.org/item?id=RSA\\_1964\\_\\_12\\_2\\_53\\_0](http://www.numdam.org/item?id=RSA_1964__12_2_53_0)

© Société française de statistique, 1964, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « *Revue de statistique appliquée* » (<http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme  
Numérisation de documents anciens mathématiques  
<http://www.numdam.org/>

# LA MÉTHODE HISTORIQUE ET LE CLIMAT

## (Conférence)

E. LE ROY LADURIE  
Ecole Pratique des Hautes Études

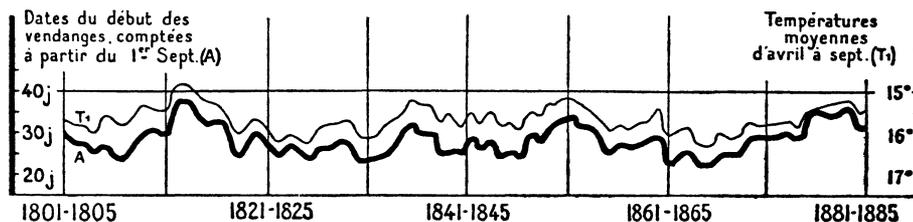
Il existe une méthode simple et rapide qui permet de se faire une idée du climat ouest-européen depuis le XVII<sup>e</sup> siècle. Cette méthode, connue depuis trois quarts de siècle en France, est fondée sur l'étude et la connaissance des dates de fructification des végétaux.

C'est la méthode dite "phénologique". Le principe en est très simple : la date de maturité des fruits est fonction pour l'essentiel des températures reçues par la plante entre la formation des bourgeons et l'achèvement complet de la fructification. Plus cette période a été chaude et ensoleillée, plus la maturité, -donc la récolte, s'il s'agit d'une plante cultivée, - est rapide et précoce. Inversement, si ces mois de la végétation ont été froids, nuageux, peu lumineux, la maturité et la récolte seront tardives. Il existe une corrélation étroite, et vérifiée avec précision, sur un grand nombre de végétaux, entre les sommes de températures des périodes végétatives et les dates de floraison et de fructification, dates qui s'avèrent ainsi de précieux indicateurs climatologiques.

A vrai dire, pour un historien, le champ des recherches dans ce domaine est immédiatement très limité : l'ancien régime ne nous a guère laissé de documents sur les dates annuelles de floraison des lilas et des roses... Il est une seule date que bien des registres de délibérations ou de police municipale notent fidèlement chaque année, c'est celle des vendanges, lorsque celles-ci sont réglées par un ban. Cette date, fixée par des experts nommés par la communauté urbaine ou villageoise, est évidemment fonction de la maturité du raisin et constitue de ce fait un bon indicateur de la météorologie moyenne de l'année pour la période de végétation, de mars-avril à septembre-octobre. "Les raisins sont assez mûrs et même par endroits sèchent", écrivent le 25 septembre 1674 les experts, "juges de la maturité du raisin" et les neuf prud'hommes nommés par la communauté de Montpellier. Et de fixer la vendange "à demain" et la première cuvée "comptée de jeudi prochain 27 du courant... unanimement conclu". "Les raisins sont à maturité", déclarent le 12 septembre 1718 les experts de Lunel qui fixent la vendange au 19 septembre et leur avis rejoint ceux exprimés par toute l'Europe viticole, puisque cette année 1718, du Languedoc à la Forêt Noire, les vendanges furent particulièrement précoces.

Naturellement, des facteurs d'ordre économique et social interfèrent avec les facteurs purement climatiques dans la fixation du ban des ven-

danges. En Bourgogne, au début du XIXe siècle, les propriétaires de vignes fines, en général aisés et capables de prendre des risques, recherchent la qualité et préfèrent les vendanges tardives. Les propriétaires des vignes communes s'inquiètent assez peu de la qualité de leur vin et cherchent à vendanger tôt. D'autre part, l'époque de la maturité du raisin varie suivant les cépages. Malgré ces facteurs "parasitaires", Garnier a pu montrer qu'il existe une concordance excellente, sinon une corrélation parfaite, entre la courbe phénologique des vendanges d'Argenteuil, de Dijon et de Volnay au XIXe siècle et les températures moyennes d'avril à septembre des années correspondantes, telles qu'elles furent relevées par l'observatoire de Paris (graphique 1).



Graphique 1 - Dates de vendanges et températures (moyennes mobiles quinquennales).

Nota : pour permettre une comparaison avec la courbe phénologique A, la courbe des températures T a été inversée.

Source : W.M. Garnier, "Contribution de la Phénologie à l'étude des variations climatiques".

Le graphique permet d'affirmer le principe suivant : vendanges précoces, année chaude ; vendanges tardives, année froide, ou plus exactement période végétative froide. On conçoit l'immense intérêt que présente la connaissance des dates de vendanges pour les périodes sur lesquelles nous n'avons pas de séries continues d'observations de température, et en particulier pour le XVIIIe siècle européen, à la climatologie si controversée parce que si mal connue.

La source à peu près unique pour la connaissance des dates de vendanges reste le grand article d'Angot qui a centralisé les résultats d'une enquête nationale (et même européenne) faite par le bureau central météorologique de France vers 1883 ; pour le XVIIIe et le XIXe siècle, de très nombreuses stations viticoles ont livré d'abondants renseignements à Angot. Pour le XVIIIe et la fin du XVIIe siècle, Dijon, Salins, Kürnbach (Forêt Noire), Lausanne, Lavaux, Aubonne (Suisse) ont donné des séries à peu près sans lacunes de dates de vendanges. Les séries de Dijon, Salins, Lausanne remontent au début du XVIe siècle, avec des lacunes. Celle de Dijon au XIVE siècle. Résumons : les données phénologiques sont surabondantes pour le XIXe siècle, extrêmement fournies pour le XVIIIe, suffisantes pour le XVIIe, trop rares auparavant.

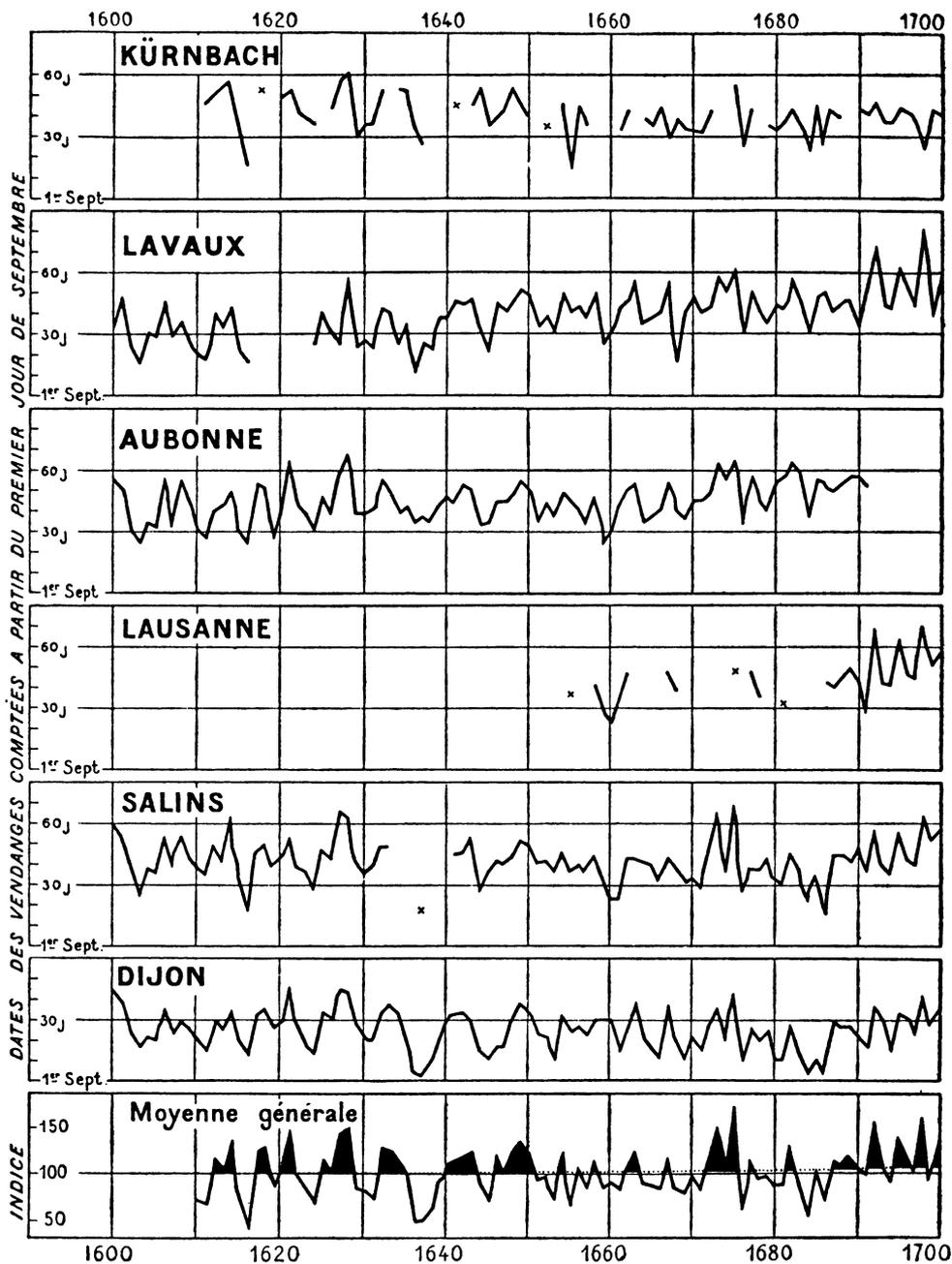
Au terme de son enquête, Angot a conclu -comme aujourd'hui les dendroclimatologistes américains- à la stabilité du climat français et ouest-européen du XVIe siècle à nos jours. Cependant, n'étant pas historien et seulement météorologiste, il ne s'intéressa qu'à cette idée de stabilité et n'étudia pas les fluctuations pour elles-mêmes : c'est sur ces fluctuations que nous voudrions attirer l'attention (graphique 2).

Le graphique construit par nous d'après les données publiées par Angot, présente en ordonnée les dates de vendanges comptées à partir du 1er septembre d'un certain nombre de villes ou localités, toutes comprises entre Alpes, Forêt Noire et Massif Central ; en abscisses les temps (de 1600 à 1800).

On y note tout d'abord l'excellente, -sinon totale,- concordance annuelle qui se fait jour entre les courbes diverses ; ainsi l'année 1675, où les vendanges sont universellement et remarquablement tardives dans toute l'Europe, de la Forêt Noire au Languedoc. L'été y fut effectivement très froid, et Mme de Sévigné écrit à sa fille, alors en Provence : "Il fait un froid horrible, nous nous chauffons et vous aussi, ce qui est une bien plus grande merveille" (28 juin 1675) ; le 3 juillet la marquise note à nouveau "un froid étrange" ; en plein été, le 24 juillet 1675, encore : "Vous avec donc toujoursvotre bise. Ah ! ma fille, qu'elle est ennuyeuse !" et de se demander "si le procédé du soleil et des saisons était changé". De même, l'année 1725, qui fut marquée par une nébulosité et des pluies continues pendant tout l'été, et par un formidable encherissement des grains dont la plupart pourrirent sur pied dans les champs, est remarquable par ses vendanges partout très tardives. Inversement, l'année 1718, dont le printemps et l'été furent très secs et très chauds, où les fontaines et les puits s'assèchèrent, où le foin manqua dans tout le Languedoc, se signale sur le graphique par ses vendanges universellement précoces. De même, l'année 1636, année de très grande sécheresse, l'année 1645, année belle et chaude, année d'un fort beau vin, d'un "vin furieux".

La concordance apparaît également bonne entre nos diverses localités dans les périodes courtes, entre 2 ou 3 ans et 10 ou 15 ans. Des séries d'années (ou plus exactement de périodes végétatives) particulièrement chaudes apparaissent de façon lisible sur nos graphiques : 1635-1639 ; 1680-1686 ; 1704-1710 ; 1718-1719 (deux étés des plus chauds et des plus secs du XVIIIe siècle) ; 1726-1728 ; et aussi 1757-1762, enfin 1777-1785. Ces dernières années particulièrement chaudes et sèches, s'accompagnent d'une surproduction et d'une mévente du vin et des grains.

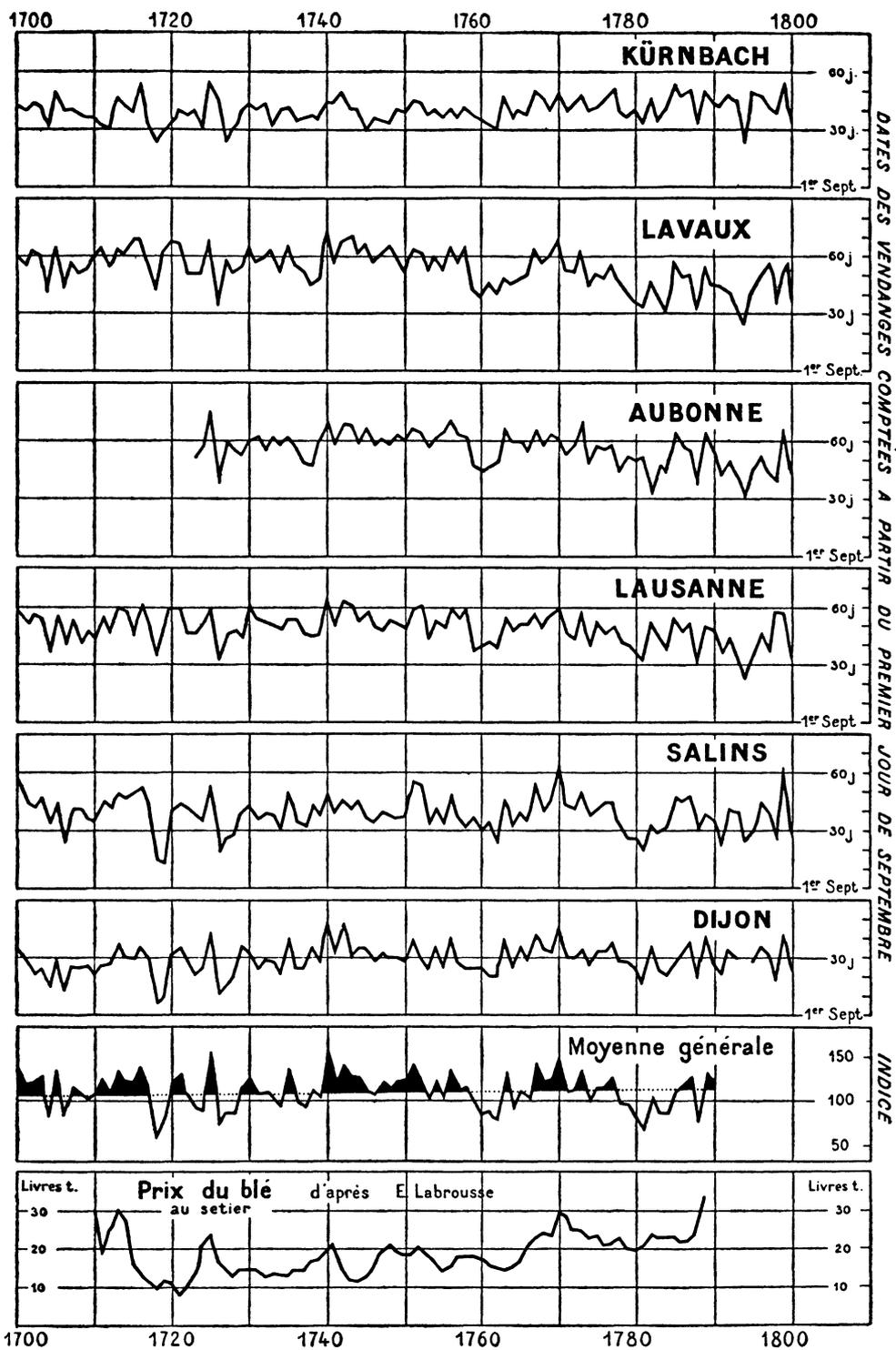
Inversement, notons des séries de périodes végétatives froides : le graphique confirme que la France a connu entre 1639 et 1643 et à nouveau entre 1646 et 1650 une série d'étés froids et humides qui se révélèrent catastrophiques pour la production des grains. Se fondant sur une documentation purement traditionnelle, Roupnel note lui aussi : "Après 1646 au contraire, on rencontre une succession d'années humides, avec des printemps glacés et des étés orageux qui détruisent partout les récoltes déjà fort insuffisantes de ces pays (la Bourgogne) dépeuplés et ruinés". Ce qui confirme la courbe phénologique. Il ajoute une réflexion d'ordre général : "Il sera certes intéressant de déterminer un jour le caractère de ces périodes humides. Au XVIIe siècle, l'excédent des précipitations atmosphériques est donné, semble-t-il, par les pluies d'été, c'est-à-dire par les orages de juin et juillet. Actuellement, les plantes fourragères en bénéficient et l'année pluvieuse apporte ainsi souvent le bien-être au cultivateur. Dans le vignoble, elle reste toujours un désastre.



Graphique 2 : Les vendanges aux XVIIe et XVIIIe siècles.

Les courbes et la moyenne générale ont été construites d'après les chiffres d'Angot. Quelques dates manquantes ont été interpolées, lorsque c'était possible à partir de courbes concordantes provenant de localités voisines.

Pour permettre la comparaison avec les fluctuations agricoles, nous avons fait figurer, en bas de ce tableau, la courbe des prix du blé au XVIII<sup>e</sup> siècle, due à M. Labrousse (Esquisse, p. 98).



Mais, dans la Bourgogne du XVIIe siècle, l'année sèche était mieux accueillie de nos anciens que de nous. Au contraire, l'année pluvieuse, avec ses orages et ses grêles, entraînait souvent la destruction des céréales qui étaient alors la culture essentielle et la ressource presque unique de l'alimentation". Il n'hésite pas à écrire encore : "Six années pluvieuses, de 1646 à 1652, provoquent au printemps de 1652 une terrible misère".

Après deux pointes très violentes en 1673, et surtout 1675, on ne trouve réellement une "série noire" d'années très froides qu'à l'extrême fin du XVIIe siècle, entre 1687 et 1704. Presque partout, les vendanges de 1692 et 1698 sont les plus tardives connues entre 1675 et 1725 ; et dans cette même décennie, à Salins comme à Dijon, il n'y a pas de vendanges précoces comparables à celles de 1684, 1686 ou 1718. On connaît déjà l'effet catastrophique de l'hiver de 1693 sur l'économie européenne. On sait moins sans doute que c'est l'ensemble des années 1690 qui ont été marquées, quant à la période végétative, par un déficit thermique prolongé, déficit qui, dans les pays de la Baltique, grands fournisseurs de céréales, a dû retarder, entraver, parfois même empêcher complètement la maturation des "bleds". Ainsi d'éclaireraient, -au moins en partie, - les difficultés persistantes d'approvisionnement en grains, notamment dans les pays du Nord à cette époque, les cours élevés des céréales, et les émeutes de subsistances générales dans toute l'Europe et jusqu'en Sibérie, pendant toutes ces années : émeutes et difficultés que le seul hiver de 1693 et les guerres ne suffisent pas à expliquer.

Après une accalmie (1704-1710), une nouvelle série d'années froides s'ouvre entre 1710 et 1717 : au total, la période 1687-1717 semble avoir été particulièrement desservie par le climat, puisque, outre les deux longues séries d'années froides que nous venons d'énumérer, elle a essuyé les deux hivers catastrophiques de 1693 et 1709.

Le hasard a voulu que la seconde partie du règne de Louis XIV ait connu diverses périodes d'adversité climatique : une telle situation n'est sans doute pas entièrement étrangère aux difficultés de subsistances de la "crise de la fin du règne". Par la suite, les "périodes froides" les plus remarquables se situent entre 1740 et 1752, autour de 1770, enfin en 1785-1789. Là encore, la comparaison instituée avec la courbe des prix du blé au XVIIIe siècle, d'après E. Labrousse, indique que ces périodes froides s'accompagnent assez souvent de la cherté des blés et des difficultés de subsistances. A partir de 1765, cette amorce de corrélation entre série économique et série phénologique se transforme en un parallélisme assez étroit ; les vagues de hauts prix et de bas prix, de surproduction et de déficit des récoltes coïncident assez exactement avec les séries d'années froides autour de 1770 et d'années chaudes autour de 1780. Cela tient sans doute au fait, très net sur notre courbe, que ces épisodes météorologiques des années 1770 et 1780 ont été beaucoup plus groupés, beaucoup plus marqués et tranchés que les épisodes analogues dans la période antérieure du XVIIIe siècle et qu'ils ont dû peser ainsi d'un poids beaucoup plus lourd sur l'économie agricole. La production céréalière sur le plateau Central, par exemple, a durement ressenti ces années froides ; entre 1767 et 1773, le blé du Causse fait à peu près défaut sur le marché de Montauban. Inversement, la crise

de surproduction viticole de 1777-1785 a été aggravée par les successions de printemps doux et d'étés chauds et secs que révèle notre graphique.

Jusqu'ici les conclusions qu'on peut tirer de la phénologie ouest-européenne rejoignent celles inférées de la dendroclimatologie ouest-américaine, du moins pour la période postérieure au XVI<sup>e</sup> siècle : primauté des fluctuations décennales (la plus remarquable étant la variation froide de 1687-1704) ; existence assez plausible de fluctuations interdécennales, qui s'ordonneraient ainsi (voir graphique = moyenne générale), pour les plus nettes d'entre elles :

Série d'étés et de printemps dans l'ensemble

| Chauds    | Frais     |
|-----------|-----------|
| 1651-1687 | 1687-1717 |
| 1717-1739 | 1739-1758 |

A l'échelle interdécennale le lien avec la conjoncture agricole et par la même avec la conjoncture générale reste vraisemblable, en particulier sous Louis XIV ; pour le froment de la Brie et pour le seigle des pays du Nord, le tournant de 1687 est décisif : Jean Meuvret a bien montré qu'à une période de bas prix et de surproduction (toute relative) de céréales qui durait pour le moins depuis 1661, succède à partir de 1685-1690 jusque vers 1715 une longue période de difficultés de subsistance et de hauts prix : printemps et étés plus frais, céréales plus rares et plus chères ? Notons enfin, sur nos graphiques, l'absence totale de périodicité régulière : est-il besoin de dire, en effet, que le cycle solaire n'exerce pas d'influence visible sur les courbes phénologiques ?

\* \*  
\*

Intéressons-nous maintenant à l'histoire des glaciers à partir du XVII<sup>e</sup> 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.

Dans les Alpes Suisses, la côte d'alerte semble atteinte en 1588 avec une forte crue du glacier de Grindelwald et en 1589 dans le groupe des glaciers de Mattmark où un lac s'est créé par l'avance du glacier d'Allain à la suite du barrage d'une vallée latérale : le lac rompu dès l'été 1589, a ravagé tout l'aval.

En 1594-1596, nous trouvons de nouveaux et nombreux symptômes d'avance : les glaciers de Grindelwald sont très étendus ces années-là ;

celui de Gietroz, dans les Alpes Pennines, obstrue le thalweg de la Dranse dont il est aujourd'hui très éloigné ; celui du Miage, près de Courmayeur, courbe un vallon, transformé aussitôt en lac.

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 journaux de terre en divers endroitz de la dicte parroesse (Chamonix) et particulièrement nonante journaux et douze maisons ruynes au village du Chastellard auquel n'est resté que la douzieme partie du terroir, le villaiège de Bois deshabitté à cause des glassiers ; au villaiège de la Rozière et Argentier sept maisons couvertes des susd. glassiers, dont le ravaigé continue et faict de jour à aultre progrès... deux autres maisons ruynés au villaiège 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.

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

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, et également très marquée dans la vallée de Chamonix.

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. En 1620, les glaciers de Grindelwald sont proches de leurs maxima récents. 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 et 1633. En 1629-30, et en 1640, des "vidanges" analogues ont lieu dans le val d'Aoste, provoquées par le lac temporaire que crée le mouvement en avant du glacier du Miage.

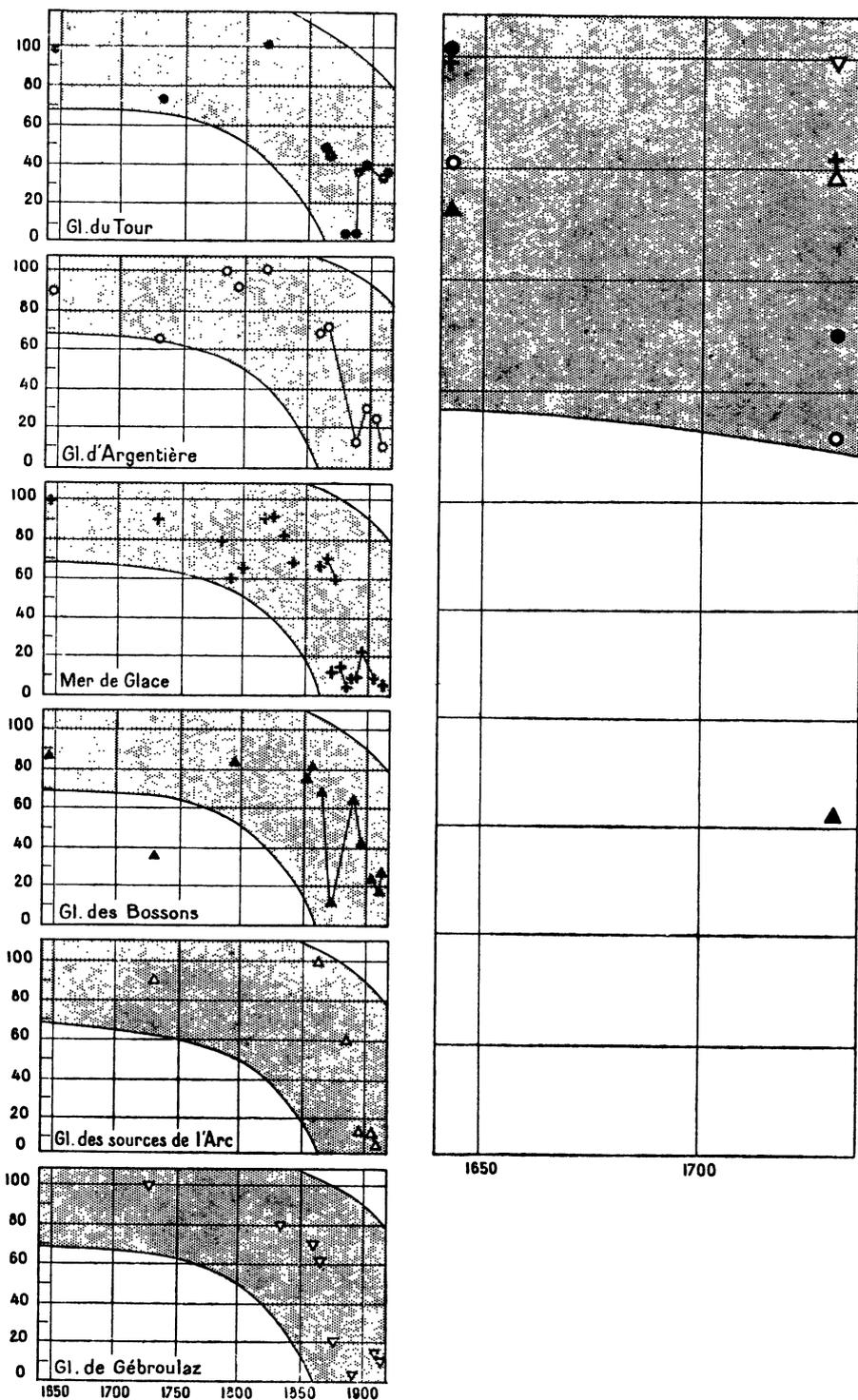
C'est donc, à partir de positions très avancées déjà, que les glaciers entre 1640 et 1643 ont donné le nouvel assaut, qui submerge, comme au début du XVIIe siècle, les terroirs les plus exposés.

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 descendant 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 ap- prise d'autres partes, ravaiges, 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 appréhenston pour estre a toute heure en danger de périr".*

Un "Rapport des Prud'hommes" de Chamonix du 28 mai 1642 est plus net encore.

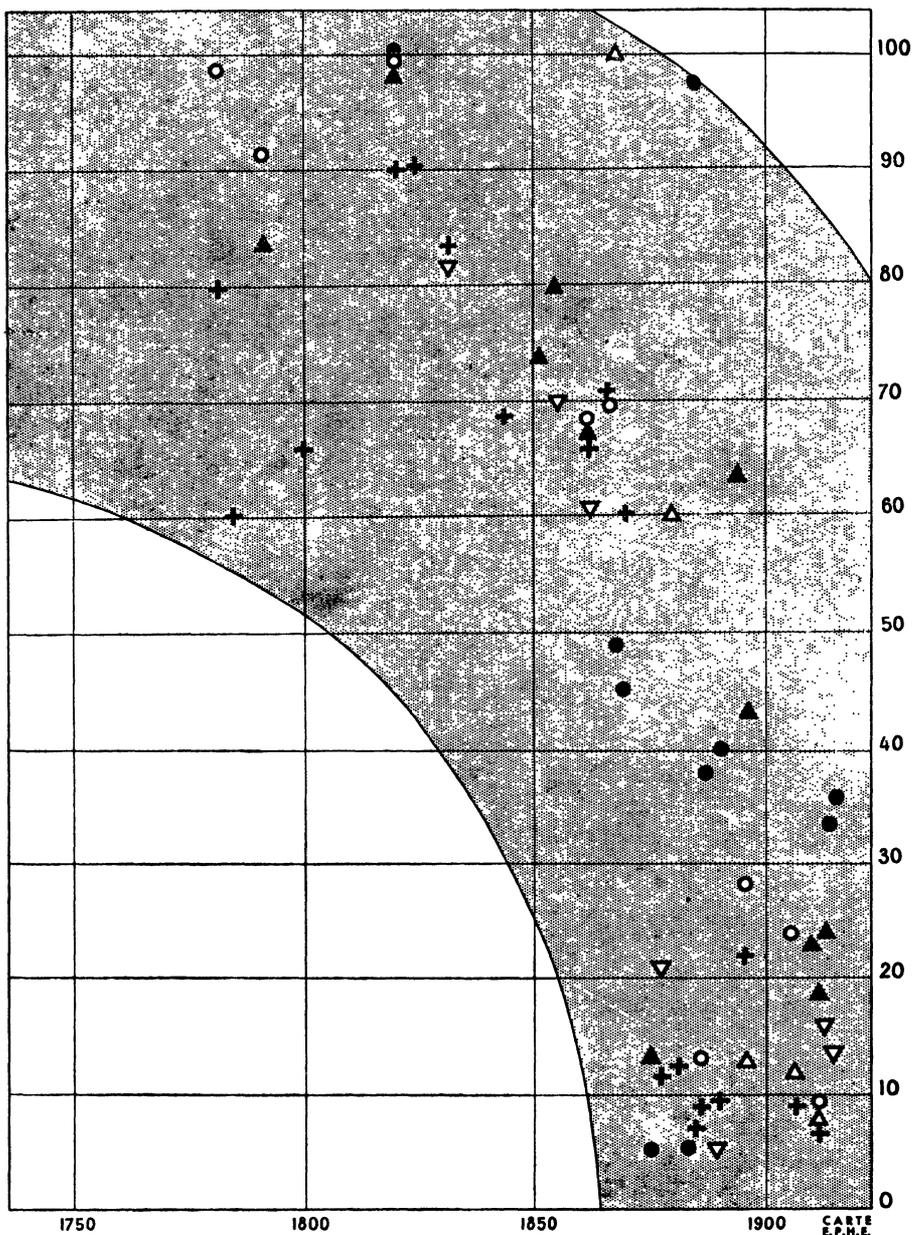
*"Oultre que ledit glacier appelé des Bois... va avançant de jour à autre, et mesme dès le mois d'Aoust de plus d'une mousquetade à l'encontre du dict territoire, et s'il vient à continuer quatre années en faisant de mesme il court fortune de faire périr entièrement lad. dismerie. Ayant mesme ouï dire qu'il y avait quelques malefices parmi les dictz glaciers, et que les communi- niers, les Rogattons 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 grandement 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*



Graphique 3 : La longue durée : les glaciers de Savoie

à gauche, évolution de chacun des glaciers ; à droite, évolution des glaciers,

Sources : Mougin, *op.cit.*, p. 14, 17, 36, 48, 56, 58.



Pour éviter d'embrouiller le graphique de droite, on n'y a retenu que les points caractéristiques des courbes individuelles de chaque glacier, données en détail à gauche.

Les temps sont donnés en abscisses ; en ordonnées, les positions des fronts glaciaires, celles-ci avaient été calculées par Mougín en distances horizontales, à partir de lignes conventionnelles situées en arrière de la pointe de chaque glacier, dans sa position de 1911, et à une distance variable de celle-ci.

En vue de rendre possible la comparaison entre les évolutions des divers glaciers, toutes ces distances ont été ramenées à une ligne imaginaire (point 0) située à 100 m en amont du minimum historique connu de chaque glacier, dans la période envisagée. L'indice 100 représente le maximum historique connu. La valeur de l'écart 0-100 est de 1600 m pour la mer de Glace, de 1700 m pour le Glacier des Bossons, 1340 m pour le glacier des sources de l'Arc. De 1800 m pour le glacier du Tour, 1400 m pour le glacier de Gébroulaz, 1150 m pour le glacier d'Argentière.

La période 1850-1860 sépare nettement 2 époques : marée haute avant, marée descendante ensuite (qui continuerait à descendre après 1911, si les séries étaient prolongées).

N.B. cf. graphique analogue, pour les glaciers d'Islande, dans Thorarinsson, 1943, article cité.

*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 sensementent que davoyne et quelque peu d'orge demeure la plupart des saisons soubz les neiges, si bien qu'ils nentirent de trois ans une prise entière, et encore le grain qu'ils cullient pourrit par apprès et ny a que quelques pauvres gens quy en mangent et pour semer il faut quordinairement ils en allent achpter daultre, et auroyent pris garde que les personnes y sont si mal nourries qu'ils sont noirs et affreux et ne semblent que languissants"...*

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. 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 cellui 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 destanç le dessus ont heu recours à Monseigneur de Genève, l'hors evesque d'Ebron, afin d'exorciser les dicts glaciers, lesquelz de despuis 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"*.

Cependant ce retrait n'a pas dû être aussi immédiat que paraissent le suggérer les textes chamoniards : en 1646, une débâcle lacustre signale la crue persistante du glacier de Miage ; en 1653, les riverains se rendent en procession près du glacier d'Aletsch, dont les progrès sèment la panique. 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".

Après l'épisode de 1664, dont on ne sait rien de plus, nous trouvons le dernier maximum connu du XVII<sup>e</sup> 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. En 1678-80, le glacier du Miage présente les symptômes de crue : barrages, ruptures alternés d'un lac temporaire. 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.

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

Voyons maintenant le graphique 4. Dans l'évolution des glaciers, depuis 1600, deux mouvements superposés mais non confondus, se laissent ana-



LABORATOIRE DE CARTOGRAPHIE DE L'ÉCOLE PRATIQUE DES HAUTES ÉTUDES

Graphique 4 : Les glaciers de Savoie

Cette carte a été réalisée à partir de 2 documents :

- Carte au 1 : 50 000 I.G.N. pour l'état actuel des glaciers (1949) ;
- Carte au 1 : 800 000 pour la situation approximative des glaciers après le maximum de 1850.

Carte tirée de J. Vallot :

Paris, Barrère, éd. 1922, atlas : pl. XXIV (Reproduction d'une carte de G.H. Dufour, "Topographische Karte der Schweiz, Martigny, 1861", levée et exécutée sur le terrain entre 1854 et 1861).

Sur cette carte, exécutée peu après le maximum de 1850, et alors qu'un léger retrait s'est déjà fait sentir, les glaciers du Mont-Blanc sont beaucoup plus gros que sur la carte de 1949. Ils ont à peu près les dimensions moyennes qu'ils ont conservées aux XVIIe et XVIIIe siècles, (cf. les glaciers des Bois et d'Argentières tous proches des villages du même nom : comparer avec 1949).

La courbe de niveau de 1400 mètres délimite la vallée. La courbe de 1800 m correspond à la limite supérieure de la végétation.

lyser : 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 XVIIe, XVIIIe XIXe 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 3). 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.

\* \*  
\*

Nous avons étudié brièvement deux types de documents : notre but était essentiellement méthodologique ; il visait simplement à suggérer qu'on peut, à partir de documents d'archives, quand ceux-ci forment série, restituer certaines séquences climatiques, soit pour les fluctuations courtes (vendanges), soit dans la longue durée et le trend séculaire (glaciers).

NOTE : Les textes et graphiques utilisés dans cette conférence sont tirés d'articles que l'auteur a publiés dans :

- Annales E.S.C. Janvier 1959 ("Histoire et Climat", Graphiques 1 et 2)

- Annales E.S.C. Mai-Juin 1960 ("Climat et récoltes", Graphique 3 et textes cités, p. 436-440).

L'auteur a publié d'autres articles sur le même sujet dans Revue historique Janvier 1961, et Annales, Juillet 1963 ; ainsi que dans Revue de Géographie Alpine Janvier 1963 (avec J. Corbel).

## DISCUSSION

En présentant M. Le Roy Ladurie, M. Remenieras, Président de séance se félicite de voir un historien de formation apporter son concours aux hydrologues en exploitant les anciennes chroniques, en vue de préciser les caractéristiques climatologiques moyennes ou exceptionnelles des siècles passés. La recherche de la "tendance" des climats dans le passé est d'ailleurs à l'ordre du jour ; une enquête est en cours par les soins de l'Economic Commission for Asia and the Far East (ECAFE - Nations Unies) aux fins de rechercher les concours que pourraient apporter à cette étude les techniques de "datage" par les végétaux et les pollens plus ou moins fossilisés, les radioisotopes, les variations des glaciers, etc...

Après l'exposé de M. Le Roy Ladurie, M. le Président remercie le conférencier de la fructueuse et agréable promenade dans le passé à laquelle il a convié un auditoire particulièrement attentif.

M. De Beauregard salue la présence d'un historien à la S.H.F. laquelle a déjà donné des preuves de son éclectisme ; il signale trois articles de M. Le Roy Ladurie datant de 1959, 1960 et 1961. Deux ont paru dans "ANNALES" et le troisième dans la "REVUE HISTORIQUE" ; dans ces articles totalisent 100 pages et une dizaine de graphiques, il est également question de la méthode dendroclimatologique des Américains et on note que, non pas dans l'ancien Monde, mais dans le nouveau Monde, on peut avoir une idée des débits des rivières depuis le 6ème siècle. Il y a là de quoi de faire rêver ceux qui veulent disposer de populations de débits nombreuses.

On peut se poser la question de savoir dans quelle mesure, d'après les travaux de M. Le Roy Ladurie ou de ceux qu'il signale dans son abondante bibliographie, on peut disposer, non seulement d'indications de tendance, mais également, le cas échéant, de chiffres qui permettraient une exploitation statistique classique des données climatologiques.

M. Rodier indique que l'étude des séries historiques conduit à un graphique de variations relatif à une grandeur précise ; par exemple, dans le cas de la date des vendanges, à un graphique relatif à la température moyenne des six mois de printemps et d'été.

Les grandeurs qui intéressent les hydrologues sont en premier lieu les débits moyens mensuels, les valeurs maximales annuelles des débits et leurs valeurs minimales annuelles. La série phénologique relative à la date des vendanges correspond à une grandeur en corrélation avec le débit minimum annuel. L'extension des glaciers peut donner les variations des modules en régime alpestre. Il serait intéressant de rechercher d'autres séries en liaison directe avec les trois grandeurs hydrologiques citées plus haut.

Par ailleurs, de telles études historiques sont longues et difficiles. Dans ces conditions, il serait recommandé, chaque fois qu'on se livre à une étude historique relative aux débits moyens annuels, de recueillir en même temps les données relatives aux valeurs maximales annuelles du débit, plus précisément les indications concernant les niveaux les plus élevés atteints par les rivières.

En qualité de géographe universitaire, M. Chartier se réjouit de l'intérêt qu'une compagnie aussi distinguée d'ingénieurs a trouvé dans la communication d'un Historien universitaire. Au reste, il n'en est nullement surpris : les Hydrauliciens et les Hydrologues forment, par essence, un milieu cultivé, sans doute parce que la science des Eaux naturelles est une science de conjonction : elle fait appel aux sciences expérimentales, aux sciences abstraites et aux sciences humaines. De ses recherches, l'auteur a donné deux exemples : il s'agit d'une synthèse qui possède une originalité certaine et qui repose sur un travail considérable d'analyse, ce qui en assure la solidité. Mais il en tire des conclusions méthodologiques prudentes. M. Chartier a remarqué, au cours de ses propres investigations sur les crues de la Seine, que le XVIIème siècle a été un siècle humide, ce qui apporterait une confirmation aux caractères thermiques souvent défavorables présentés par M. Le Roy Ladurie ; les inondations furent fréquemment mentionnées à Paris, notamment durant la seconde moitié du siècle qui connut la plus imposante crue de la Seine dont on ait des traces positives.

D'autre part, M. Chartier demande, si comme il l'a déjà lu, il est possible de penser que certains faits de civilisation importante, comme le déplacement du centre de civilisation de la Méditerranée européenne et septentrionale vers la Méditerranée orientale pouvait avoir subi l'influence de l'évolution climatique et du refroidissement.

M. Le Roy Ladurie dit qu'il est quelquefois sollicité par diverses demandes émanant de personnes qui aimeraient expliquer les grands phénomènes historiques par le climat, ou d'hydrologues qui aimeraient savoir jusqu'à quel point telle rivière a porté sa crue au XVIIème siècle.

Il est parfois possible de répondre à ces questions mais le sens même des recherches historiques ne mène pas directement à y répondre.

Il s'agit de faire des séries sérieuses et valables, là où c'est possible. En Europe Occidentale, il n'y a pas de séries hydrologiques très anciennes ; aux Etats-Unis, il y en a, (avec toutes sortes de précautions méthodologiques), en matière d'arbres. Il sera bon, en France, de faire des séries dendrologiques ; ce seront les biologistes qui les feront et non les historiens. Toutefois ces séries dendrologiques ne seront pas de bonnes séries hydrologiques ; car la pousse des arbres en France n'est pas la même que celles des pays arides, où la pluviosité détermine tout.

En ce qui concerne les glaciers, M. Le Roy Ladurie s'est gardé de présenter une interprétation ; il a simplement voulu montrer que le phénomène se produit, à l'échelle séculaire et interséculaire.

Il est impossible, du moins à un historien, de savoir comment vont se comporter les glaciers dans les vingt années à venir ; l'historien ne connaît que ce qui s'est passé.

D'autre part, il est certain, d'après des études faites par des physiciens et géologues, au carbone 14, qu'il y a eu au moins dans l'histoire une période de retrait glaciaire comparable à celle du XXème siècle et sans doute plus prononcée encore, aux environs du Xème ou XIème siècle où des forêts ont poussé sur des rochers ou des moraines actuellement découverts par les glaciers d'Aletsch et de Grindelwald.

En ce qui concerne l'action sur l'histoire, il faut, là aussi, manifester la même prudence. Un américain E. Huntington déduisait des migrations des Mongols en Asie Centrale les fluctuations barométriques et il déclarait ensuite que ces fluctuations du baromètre avaient déterminé les migrations des Mongols : c'est le type même du raisonnement circulaire et sans base véritable.

M. Ferry souligne que l'Ingénieur, lorsqu'il se penche sur le passé, ne le fait que pour estimer la probabilité de voir se reproduire dans le futur, disons dans les cent années à venir, un phénomène dépassant une valeur donnée (ou restant en deçà). C'est le cas lorsqu'il cherche à évaluer les risques correspondant soit à une grande crue, soit à un étiage exceptionnel.

La question essentielle qui se pose alors pour l'utilisation des données du passé en vue de l'avenir est la suivante ; les fluctuations observées dans le passé sont elles purement aléatoires et susceptibles de se reproduire, de manière analogue à l'avenir, auquel cas nous pouvons en tirer des enseignements pour nos décisions, ou bien traduisent-elles au contraire des variations systématiques évolutives, auquel cas nous ne pourrions les utiliser qu'en extrapolant cette évolution, ce qui serait bien hasardeux ?

Il est donc nécessaire, quand on parle de fluctuations, de distinguer ces deux notions de fluctuations aléatoires ou d'évolution.

En particulier, lorsqu'on étudie l'évolution des glaciers, on est souvent tenté d'interpréter leurs variations à grande période, comme indice d'une évolution systématique des données climatologiques. L'interprétation des variations glaciaires n'est pas aussi simple.

Les fluctuations des glaciers sont dues à des phénomènes cumulatifs pour lesquels la loi des grands nombres ne joue pas. La sommation des pertes et des

gains n'a d'autre limite que le fait que, lorsque le glacier avance, les changes de pertes s'accroissent et, au contraire, lorsqu'il recule ses chances de pertes diminuent, ce qui tend à limiter dans les deux sens, d'une part son recul, d'autre part son avance. Mais rien ne s'oppose, à priori, à ce que les oscillations de longue durée des glaciers ne soient dues aux fluctuations purement aléatoires de la température et des précipitations.

Quant à la fructification des végétaux, on se trouve devant un phénomène d'interprétation plus facile ; malheureusement, comme le disait M. Rodier, ce n'est pas une donnée qui intéresse l'hydrologue d'une manière tout à fait directe, ce n'en est qu'un des facteurs.

Par ailleurs, M. Ferry demande la raison pour laquelle les graphiques ont été donnés en moyenne mobile sur cinq ans. Il s'agit de phénomènes, en principe indépendants d'une année à l'autre, et les représenter par des moyennes mobiles sur cinq ans doit atténuer la liaison qu'il y a entre les deux données étudiées et non pas la mettre en évidence de manière plus nette.

M. Arlery se permet de répondre à cette question car le premier graphique provient d'un travail de son collègue Marcel Garnier. On cherchait, en réalité, à s'assurer de l'homogénéité des séries de température et on a eu l'idée d'utiliser la série des dates de vendanges, qui était moins suspecte. Mais comme des facteurs parasites risquaient de masquer, sur les données annuelles brutes, la bonne corrélation entre les dates des vendanges et les températures moyennes d'avril à septembre, on a pensé que l'adoucissement des fluctuations par des moyennes mobiles de cinq ans était acceptable. Le décalage des températures, s'il y en avait un, ne pouvait pas être déformé par cet adoucissement, mais aurait été plus facilement décelé en observant un changement d'écartement des deux courbes.

M. le Président demande si l'on n'a pas songé à utiliser le fait que le nombre de degrés-jours nécessaires à la réalisation d'un cycle végétatif est relativement constant pour une plante déterminée. Ainsi à Oslo comme à Alger il faut 2000 à 2300 degrés-jour pour le blé.

M. Arlery indique que les degrés-jours sont une notion très approximative.

Au niveau des grands phénomènes de civilisation nous sommes quant au climat dans le domaine de l'imagination ; les séries des vendanges ou des glaciers sont beaucoup plus modestes, mais aussi plus solidement fondées.

On risque donc de décevoir beaucoup, d'une part, les techniciens qui attendraient de ces études des informations précises sur le comportement à venir des rivières, d'autre part, ceux qui veulent en tirer des explications de l'histoire.

Peut-être des études de ce genre permettront-elles d'apporter à la longue, certaines réponses infiniment partielles à ces questions.

M. De Rouville rapproche les préoccupations des hydrologues, pour les crues, de celles qu'il a vécues au Comité d'Océanographie et d'Etudes des Cotes (C.O.E.C., Ministère de la Marine, Service Hydrographique) au sujet de l'accroissement de l'érosion des côtes au cours des dernières décennies par rapport à une période, égale et antérieure, d'une trentaine d'années.

On avait demandé à l'O.N.M. de confirmer cette impression des estivants et du "vieux pêcheur" sur la multiplication des coups de vent, facteurs d'érosions.

Mais ce service ne possédait aucune documentation assez ancienne sur la fréquence, la vitesse, la direction des vents de mer pour la Manche et l'Océan.

On ne pouvait que disséquer les renseignements sur la fréquence des périodes de pluie pour les périodes envisagées, celles-ci étant dans un certain rapport avec les facteurs directs d'érosion.

Ce dépouillement a confirmé cette impression plus superficielles des témoins, en accusant une majoration de l'ordre de 15 à 30 %, selon les lieux, des périodes défavorables à la conservation des plages, par rapport à une période à cheval sur les 19ème et 20ème siècles.

On ne peut qu'indiquer ce genre de rapprochement, moins précis peut-être encore que les dates des vendanges ; et il faudrait faire entrer notamment l'effet du léger relèvement du niveau de mers corrélatifs de la fonte des glaces de l'arctique.

M. Rodier estime qu'aucune série historique ne sera suffisante à elle seule pour donner un résultat précis et d'une sûreté absolue. Mais ce qui compte, c'est la concordance des résultats de plusieurs séries relatives à des phénomènes totalement différents.

M. Arlery signale le travail très intéressant fait par J. Sanson sur les pluies à Paris d'après les sorties de la châsse de Ste Geneviève. Ce travail vaut certainement les corrélations phénologiques.

M. Le Roy Ladurie n'est pas entièrement d'accord, car la châsse de Ste Geneviève n'est sortie que cinq ou six fois au XVIème siècle. Mais ce désaccord ne met pas en cause le très grand intérêt des travaux de J. Sanson.

M. De Beauregard indique qu'à L'E.D.F., certaines personnes ont des inquiétudes au sujet de l'instabilité fondamentale du climat, en particulier pour le remplissage des barrages-réservoirs. Les études des climatologues peuvent les rassurer sur ce point. Ce serait, de notre part, une grande témérité de penser que nous sommes contemporains d'un changement de tendance général.

M. le Président remercie à nouveau M. Le Roy Ladurie et lui confirme l'intérêt que les hydrologues portent aux travaux tels que ceux qu'il a présentés. Il espère le revoir bientôt à la tribune de la S.H.F. toujours ouverte aux exposés originaux.

Peut-être serait-il utile de préciser, à la lumière de la discussion qui précède, les points sur lesquels devraient plus spécialement porter les recherches. Il importe de déceler dans les séries historiques d'observations deux éléments très différents :

- 1/ les fluctuations aléatoires d'un paramètre climatologique.
- 2/ sa "tendance" globale sur une période aussi longue que possible.

Il semble bien que c'est dans l'étude de l'évolution de la "tendance" - impossible à déceler sur les échantillons de durée trop courte (30, 40, 50 ans) dont dispose actuellement l'hydrologue - que les travaux des Historiens pourraient être plus fructueux.

En outre, l'hydrologue serait particulièrement intéressé par des données concrètes permettant d'estimer telle valeur exceptionnelle d'une pluie ou d'un débit ; ainsi on a parfois noté dans le passé que le niveau d'une crue lors d'une grande inondation avait atteint la nième marche de l'escalier de la cathédrale de la ville riveraine. Ce renseignement permettra peut être à l'hydrologue d'estimer le débit de la crue exceptionnelle ainsi relatée.