

182

92



EXTRAIT DES ANNALES
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

T. XXXIV, p. 162. Séance du 7 Juin 1905.

ESSAI DE COMPARAISON

ENTRE

Les Pluies et les Niveaux de certaines Nappes aquifères

du Nord de la France

PAR

J. GOSSELET

LILLE
IMPRIMERIE LIÉGEOIS-SIX
244, RUE LÉON GAMBETTA

—
1905

EXTRAIT DU RÈGLEMENT

ARTICLE 1^{er}. — La Société géologique du Nord a pour objet principal l'étude de la Géologie de la région du Nord.

ART. 3. — La Société forme une Bibliothèque composée de Livres qui traitent de la géologie ou de sciences se rapportant à la géologie, elle reçoit les communications scientifiques que ses Membres veulent bien lui faire. Elle s'interdit absolument toute discussion ou dissertation politique, économique, philosophique ou religieuse.

ART. 4. — La Bibliothèque est à la disposition de tous les Membres titulaires de la Société, qui seuls peuvent recevoir les livres en prêt.

ART. 8. — Pour devenir Membre titulaire ou correspondant, les candidats doivent adresser au bureau une demande écrite appuyée par deux Membres titulaires.

ART. 10. — Tout nouveau Membre titulaire ou correspondant devra un droit d'entrée de 5 fr.

ART. 11. — La cotisation annuelle des Membres titulaires et correspondants est fixée à 10 fr. ; elle est exigible dès le commencement de l'année.

ART. 12. — Les Sociétés savantes, les Bibliothèques, les établissements d'instruction peuvent, en remplissant les obligations imposées aux Membres, recevoir au même prix que ceux-ci, les divers ouvrages annoncés plus loin.

Tarif des Tirages à Part

Les Tirages à part sont faits sur le même papier que celui des ANNALES après avis du Secrétariat, et sont payés couverture et brochage compris, aux prix suivants :

EXEMPLAIRES .	25	50	75	100	150	200	250
1 Feuille. . . .	4.50	5.50	7.50	8.50	10.50	12.50	15 »
Demi-Feuille	3 »	4 »	5 »	6 »	7 »	8 »	9 »
Trois-quarts.	4 »	5 »	6 »	7 »	9 »	10.50	12.50
Un-quart. . . .	2.50	3.50	4.25	4.50	5.50	6 »	7 »
Un-huitième.	2 »	2.50	3 »	3.50	4 »	4.50	5 »
Carton de 4 pages, sans titre ni couverture, le cent (minimum).						fr. 3	»
Titre d'entrée spécial (en plus)							1 »
Explication de planches le cent							1 »
Tirage à part, planche fossiles, 1 ^{re} 4 ^e							6 »
» » » 1 ^{re} 8 ^e							4 »
Montage des planches sur onglets							1 »

Prière de vouloir bien indiquer, SUR LES ÉPREUVES, le nombre de TIRAGES À PART, qu'on désire.

00182

BMC 63

Monsieur
 Chef
 MUSEE COMMERCIAL
 Honnête homme de l'industrie
 M. Stever
 M. Prefecture

EXTRAIT DES ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD
 T. XXXIV, p. 162. Séance du 7 Juin 1905.
 Lille, 1905



Essai de Comparaison entre les
Pluies et les Niveaux de certaines Nappes aquifères
du Nord de la France

par **J. Gosselet**

Planches VI, VII, VIII, IX

Dans un travail précédent j'ai cherché à reconnaître la position des nappes aquifères de la craie. Aujourd'hui j'essayerai d'examiner l'influence des pluies sur les sources et sur certaines nappes aquifères du Nord.

D'une manière générale on sait que les années sèches font tarir les sources et baisser le niveau des puits, mais on n'a pas encore analysé, dans la région du Nord au moins, les circonstances de ces variations.

Ce ne serait cependant pas très difficile. Nous avons presque partout un service météorologique parfaitement

N° Bib 3896701-166130

organisé. La mesure de l'eau qui tombe se fait avec une rigueur presque mathématique. On a donc du côté météorologique toutes les données souhaitables.

Nous trouvons dans les tableaux que les météorologistes publient (1) ou qu'ils veuillent bien nous communiquer (2) non seulement la quantité totale de pluie, mais aussi l'indication des époques où elle tombe, ce qui a une grande importance pour la question de l'alimentation des nappes aquifères.

On sait depuis longtemps que les pluies de l'été n'ont qu'une faible influence sur l'alimentation des sources. Ce sont généralement des pluies d'orage, abondantes en certains points, mais localisées. Une grande partie de cette eau coule à la rivière ; une autre partie, plus importante encore est rejetée dans l'atmosphère. Non seulement il faut tenir compte sous ce dernier rapport de l'eau qui se vaporise directement, que boit le soleil, selon l'expression vulgaire, mais de celle, plus abondante encore, que les feuilles rejettent dans l'atmosphère par leur transpiration.

Dernièrement, dans un travail qui a fait une grande sensation dans le monde scientifique, M. Houiller (3) a insisté sur l'importance de l'évaporation par les feuilles. Il attribue la diminution de débit des sources constatée depuis quelques années au perfectionnement de l'exploitation agricole, qui, par la suppression des jachères et par l'ameublissement de la terre à une grande profondeur,

(1) COMMISSION MÉTÉOROLOGIQUE DU NORD : *Observations pluviométriques et thermométriques* ; Notes de M. B.-G. DAMIEN. — *Observations météorologiques faites à Lille de 1757 à 1888*, recueillies par M. SCHMELTZ.

(2) Je dois à M. Pigache, commis principal des Ponts et Chaussées, les renseignements sur la pluie tombée à Lille en 1903 et en 1904. M. Gosselin, Directeur du Musée de Douai a bien voulu me communiquer les observations météorologiques qu'il poursuit à Douai d'après plusieurs années.

(3) HOULLIER : *La cause réelle de l'appauvrissement des sources dans les régions de plaines*. Bull. des séances de la Soc. Nation. d'Agric. de France, févr. 1905.

a augmenté d'une manière importante l'évaporation due à la transpiration végétale.

Il est très possible que le progrès agricole ait causé la diminution des sources, quand on compare l'état actuel avec ce qui se passait il y a un siècle ; mais il n'en est plus de même, quand on se préoccupe de la sécheresse qui sévit depuis plusieurs années. Il y a beau temps que la jachère n'existe plus dans le Nord ; la culture de la betterave, cette plante que l'on accuse volontiers d'avoir une transpiration active, est moins importante qu'elle n'était il y a dix ans. Il faut donc chercher autre part la cause de la diminution des sources.

A mon avis elle est due à des causes essentiellement météorologiques.

Quand on veut apprécier l'influence de la pluie sur le niveau des nappes aquifères, il faut donc distinguer les conditions dans lesquelles tombe la pluie.

Pendant toute la saison hybernale, l'eau pénètre facilement dans le sol, puisque la grande partie des champs, est labourée ; l'évaporation directe est faible, la transpiration végétale est nulle. C'est donc essentiellement la période hybernale qui doit alimenter les sources.

Il faut entendre par période hybernale le moment qui s'étend de la chute des feuilles à la poussée des feuilles nouvelles, c'est-à-dire, dans nos climats, cinq longs mois : novembre, décembre, janvier, février et mars.

On peut dire qu'à part quelques inondations produites par les pluies extraordinaires ou par la fonte des neiges, à part un léger drainage, toute l'eau qui tombe pendant la période hybernale pénètre dans le sol.

La période vernale ou de printemps est signalée par la pousse des feuilles. Celles-ci exigent une absorption d'eau considérable, d'abord pour la formation du tissu végétal, puis pour la transpiration. A cette époque, la

température du sol s'élève et détermine une vaporisation directe. On peut cependant penser qu'un printemps pluvieux contribue dans une faible mesure à alimenter les sources. On rangera dans le printemps les mois d'avril, de mai et de juin, le premier tenant encore de l'hiver, le dernier se rapprochant de l'été, ils se compensent presque l'un l'autre.

Les pluies estivales ne paraissent pas avoir une influence sérieuse sur les sources. L'évaporation est active, la transpiration végétale puissante ; le sol ne laisse pas pénétrer la pluie. Celle-ci est, en général, le produit d'orages ; elle peut être considérable, plus considérable même proportionnellement qu'en hiver, mais elle s'écoule à la rivière ou retourne immédiatement dans l'atmosphère.

Est-ce néanmoins qu'un été pluvieux n'a aucune action sur le niveau des sources ? Il ne faut rien exagérer. Dans beaucoup de sources de nos pays de plaine, les eaux de ruissellement superficiel ou presque superficiel viennent se joindre aux eaux profondes, soit dans la source, soit aux bords de la source. Un orage a donc pour effet d'exhausser momentanément le niveau de certaines sources.

De plus si l'été est pluvieux, le ciel est souvent couvert et l'évaporation est moindre. Par conséquent quelque faible reste des pluies d'été peut traverser les couches superficielles et arriver à la nappe aquifère.

Dans nos climats, l'été ne dure généralement que deux mois : juillet et août.

Les pluies d'automne, en limitant l'automne aux mois de septembre et d'octobre, ne sont pas beaucoup plus utiles que celles de l'été et pour les mêmes motifs. Cependant l'évaporation diminue, la végétation disparaît peu à peu, les labours enlevant la croûte dure de la surface rendent la terre plus perméable. Néanmoins les grandes

pluies équinoxiales vont presque entièrement à la rivière. Cependant les automnes pluvieux avancent la fin de l'étiage et font remonter le niveau de l'eau.

Dans les diagrammes pluviométriques qui sont joints à ce travail (planches VI, VII, VIII et IX), les pluies ne sont pas classées par saisons astronomiques, mais par saisons agricoles, telles que je viens de les caractériser.

Après avoir dressé ces diagrammes pour les pluies tombées à Lille depuis 1870, j'ai été très étonné de voir surgir un fait météorologique, auquel j'étais loin de m'attendre.

Dans toutes les années qui s'étendent de 1870 à 1885, les pluies hybernales sont très variables ; une année elles sont abondantes, l'année suivante elles sont faibles.

A partir de 1885 la ligne diagrammatique des pluies hybernales ne décrit plus que des oscillations très faibles. Tous les hivers sont à peu près également humides.

De plus le total des pluies tombées pendant les hivers de 1886 à 1904 est notablement inférieur au total des pluies des hivers de 1870 à 1885. Ainsi la moyenne des pluies hybernales de 1870 à 1885 est de 330 m. m. par année, tandis que pour la période de 1886 à 1904, elle n'est que de 260 m. m.

Si ce fait se vérifie pour d'autres stations météorologiques, on y trouvera une explication très simple de la diminution du niveau des sources depuis 20 ans.

La mesure de l'influence produite par la pluie sur les nappes aquifères exige non seulement la connaissance de la pluie tombée et des circonstances de sa chute, mais encore l'observation quotidienne, soit du débit des sources, soit de la hauteur des nappes, ces deux mesures étant en fonction l'une de l'autre.

Or ces mesures n'ont jamais été prises dans le Nord.

On a pu mesurer le débit des sources à des moments donnés, en calculer la réserve d'eau dont on peut disposer, les modifications dans le débit qui se sont produites entre deux époques déterminées. On n'a pas encore installé, à ma connaissance, des expériences scientifiques pour suivre d'une manière continue pendant plusieurs années les variations quotidiennes du niveau d'une nappe.

Mais à l'occasion de l'alimentation en eau des villes de Lille, Roubaix et Tourcoing on a pris des mesures qui, sans être d'une grande rigueur, sont cependant suffisantes pour apprécier approximativement l'influence des pluies sur certaines nappes aquifères.

La mairie de Lille et l'administration des Ponts et Chaussées pour les villes de Roubaix-Tourcoing ont bien voulu me communiquer ces renseignements ; je les prie d'agréer tous mes remerciements. En publiant les réflexions que leur étude m'a inspirées, mon unique ambition est d'appeler l'attention sur ce sujet et d'engager à organiser des expériences plus précises pour prévoir l'abaissement des nappes aquifères.

J'ajouterai que l'étude des variations d'une nappe aquifère peut être faite très facilement par les particuliers. Il suffit de mesurer tous les jours avec soin le niveau de l'eau d'un puits, de construire des diagrammes de ces niveaux et de les comparer aux diagrammes fournis par les indications d'un pluviomètre.

Dans les diagrammes qui accompagnent ces pages (Planches VI à IX), j'ai cherché à éviter les angles très aigus qui gênent la vue par des lignes trop rapprochées. Pour cela j'ai employé des ordonnées qui fussent dans un rapport convenable avec les abscises.

J'ai aussi évité les nombres trop complexes, convaincu qu'on saisit mieux l'ensemble des faits, quand on les apprécie par des nombres simples et peu élevés. Pour

cela j'ai négligé les dernières décimales et j'ai pris comme base du niveau des ordonnées pour les hauteurs de la nappe une base légèrement inférieure à la moyenne. Il en est résulté l'inconvénient d'avoir quelques nombres affectés du signe négatif. Mais cet inconvénient est faible. J'ajouterai que cette manière de construire les diagrammes des niveaux des nappes aquifères a pour résultat de faire ressortir les abaissements de la nappe.

Les nappes qui alimentent d'une part la prise d'eau de la ville de Lille, d'autre part celle des villes Roubaix-Tourcoing sont dans des conditions très différentes. On verra que les conclusions que l'on peut tirer de l'une ne s'appliquent nullement à l'autre. La première est une nappe superficielle à faible bassin d'alimentation, qui se trouve rapidement touchée par les modifications météorologiques. La seconde est profonde, ascendante, à bassin d'alimentation étendu, et par conséquent beaucoup moins impressionnable.

Pour comparer le niveau des nappes aquifères pendant les diverses années, j'ai cru inutile de tracer des diagrammes de ce niveau à toutes les saisons. Le seul important est celui de l'étiage. La durée de l'étiage c'est-à-dire des basses eaux varie non seulement avec les époques de pluie, mais aussi avec la nature de la nappe aquifère. Quand celle-ci est superficielle, les pluies d'automne amènent rapidement la fin de l'étiage, mais si le réservoir est plus profond et plus étendu, l'étiage dure jusqu'en décembre, quelquefois même jusqu'en janvier. Certaines conditions peuvent le faire se prolonger plus longtemps encore.

La durée de l'étiage est donc locale ; elle n'est pas la même pour la nappe d'Emmerin et pour celle d'Anchin.

1^o NAPPE D'EMMERIN

Lorsque l'on a construit la prise d'eau d'Emmerin pour alimenter la ville de Lille, on a capté plusieurs sources situées dans deux vallons affluents de la Deûle, l'un se dirigeant de Bargue vers l'ouest en passant entre Emmerin et Ancoisne, l'autre dit vallon d'Houplin, se dirigeant de Seclin à Ancoisne. On a recueilli les eaux de ces sources dans un réservoir situé près d'Emmerin. Elles s'y écoulent naturellement sous le simple effet de la gravité. Il en résulte que la hauteur de l'eau dans la conduite d'amenée est en fonction du débit des sources.

Mais toutes les sources ne sont pas captées ; il y en a beaucoup qui affleurent dans le fond des vallons ou même dans le canal de Seclin. La nappe a donc une quantité d'exutoires par où l'eau s'échapperait si quelque obstacle s'opposait à l'écoulement des sources captées.

On a mesuré le niveau de la conduite d'Emmerin depuis 1870. On a donc une période de plus de 35 ans d'observations.

Malheureusement on ne possède que très peu de documents sur les eaux d'Emmerin. En dehors de ce qui a été publié par M. Masquelez, on ne trouve dans les Archives de la ville que des renseignements sur les parties mécaniques et financières ; mais il n'y a rien sur la marche scientifique de l'exploitation, sauf le tableau des niveaux mensuels de la nappe alimentaire depuis l'année 1870. C'est ce tableau qui a servi de base au présent travail. Le niveau de l'eau de la nappe y est donnée en centimètres par rapport à l'altitude 0. du nivellement Bourdaloue. Pour simplifier les chiffres je donne dans les diagrammes des planches VI, VII, VIII, le même niveau en décimètres au-dessus de la côte 16.

Il y a lieu de remarquer que ces mesures ont été prises

par les mécaniciens de l'usine dans des conditions assez défectueuses.

De plus, le niveau de la conduite d'amenée est à la côte 46,40, ce qui fait que lorsque la nappe est inférieure à cette côte, il ne peut plus couler d'eau dans le réservoir. Il en résulte que toutes les indications de niveau inférieur que l'on trouve dans le Tableau ont été calculées par des considérations qui me sont inconnues.

Il y a encore une autre particularité de l'alimentation d'Emmerin qui doit fausser la mesure du niveau de la nappe en temps de sécheresse.

Les sources du vallon d'Houplin qui contribuent pour une part importante à fournir de l'eau à Emmerin sont situées près du canal de Seclin. Elles sont en relation souterraine avec les sources qui se trouvent dans le canal. En temps ordinaires, ces sources du canal déterminent un courant qui va de Seclin vers la Deûle. Mais lorsque la nappe des sources vient à baisser fortement, il se produit un courant en sens contraire de la Deûle vers Seclin. L'eau de la Deûle peut alors pénétrer dans la nappe des sources et la maintenir à une hauteur artificielle.

D'autre part, lorsque l'eau s'élève dans la conduite d'amenée d'Emmerin au-dessus de la côte 49, on ferme la vanne qui amène l'eau de certaines sources. Les mesures ne sont donc plus complètement comparables à ce qu'elles sont ordinairement.

A partir de 1901, j'ai pu me procurer un contrôle des mesures prises à l'usine d'Emmerin. Ces nouvelles mesures m'ont été fournies par M. Bourel, Conducteur des Ponts et Chaussées, chargé du dessèchement de la Deûle. Elles ont été prises à la source Billaut à peu près une fois par semaine. Elles doivent donner une côte de 20 centimètres supérieure à celle du niveau de l'aqueduc d'amenée, en supposant que la source Billaut fournisse en tout

temps la même quantité relative d'eau. Grâce à ces mesures de la source Billaut, on peut corriger quelques écarts inexplicables du Tableau officiel (1).

En 1898, les travaux entrepris par M. Moreau autour du réservoir sont venus apporter un trouble qui a malheureusement coïncidé avec la période de grande sécheresse. Par suite de ces diverses causes, il y a quelques années dont les résultats doivent être abandonnés.

Il y a encore d'autres singularités qu'il m'est impossible d'expliquer, je dois me borner à les signaler.

Je tiens du reste à rappeler que je ne considère les chiffres suivants que comme des approximations et non comme le résultat d'expériences scientifiques.

La nappe qui alimente les sources d'Emmerin est contenue dans la craie fendillée, où elle arrive après avoir filtré à travers plusieurs mètres de limon. Ces eaux devraient donc présenter toutes les garanties de pureté, si elles ne se mélangaient, aux points d'émergence, avec les eaux sauvages amenées par le ruissellement, soit à la surface du sol, soit à une faible profondeur, à travers la terre végétale meuble.

Le niveau des sources d'Emmerin varie donc par l'effet de deux causes.

1° Le débit augmente lors de l'arrivée des eaux sauvages qui suit de près la chute de la pluie. En général ces eaux ont peu d'influence. En été la pluie est évaporée rapidement soit directement, soit par l'intermédiaire de la végétation. En hiver, la terre ameublie par le labour retient l'eau et favorise sa descente dans les couches inférieures. Restent les pluies d'automne qui sont souvent abondantes et qui tombent sur un sol dur, peu perméable,

(1) Dans la planche VIII, les mesures prises à la source Billaut sont marquées par une ligne finement ponctuée.

dépourvu de végétation. Le ruissellement est alors considérable. Il peut avoir une certaine influence sur le niveau des sources et malheureusement aussi sur leur pollution. Ce sont les pluies d'automne qui déterminent la fin de l'étiage.

Par conséquent, la période d'étiage comprendra pour les sources d'Emmerin les mois de juillet, août, septembre et octobre. Toutefois, dans les années de sécheresse, l'étiage se prolonge pendant les mois de novembre et de décembre.

2^o Les oscillations de la nappe aquifère d'Emmerin sont principalement produites par les pluies d'hiver qui tombent sur un sol meublé, dépourvu de végétation et à une époque où l'évaporation est faible. Il suffit de jeter les yeux sur les deux diagrammes (Pl. VIII) montrant l'un la quotité des pluies hivernales, l'autre la moyenne des niveaux d'étiage pour constater les concordances de leurs oscillations.

L'année 1870 fut d'une pluviosité moyenne et marquée par les pluies de l'été et de l'automne, tandis que l'hiver avait été sec. Sous cette influence le niveau de la nappe d'Emmerin fut assez bas, l'étiage eut lieu en août ; les pluies d'été et d'automne firent remonter de suite le niveau par l'arrivée des eaux sauvages. Les grandes pluies d'octobre sont marquées par une élévation rapide de la nappe.

L'année 1871 ne fut guère plus pluvieuse ; mais les pluies tombèrent en avril et en juin. Le niveau de la nappe se maintint assez élevé ; l'étiage fut presque insignifiant.

En 1872 l'hiver fut sec et bien que l'année 1872 soit une des plus pluvieuses de la série le niveau moyen des sources à l'étiage fut un peu moindre que l'année précédente.

Sous l'influence des eaux sauvages amenées par des pluies diluviennes d'octobre et surtout de novembre le niveau des sources remonta pendant les deux derniers mois.

L'année 1873 fut très sèche (592^{mm}). La nappe baissa lentement depuis janvier jusqu'à décembre. Les pluies d'automne, très ordinaires du reste, ne la relevèrent pas. Elle eut été plus basse encore, si elle ne s'était ressentie de l'afflux d'eau du mois de novembre précédent.

L'année 1874 fut presque aussi sèche, surtout pendant les premiers mois. La nappe subit un abaissement considérable, bien que la quantité annuelle d'eau tombée soit presque égale à celle de l'année précédente. C'est évidemment le résultat de la grande sécheresse de l'hiver ; mais l'irrégularité des niveaux à la fin de l'année et l'incertitude de toutes les évaluations au-dessous de la côte 16, font que l'on ne doit pas tenir compte des résultats de cette année.

En 1875 la pluviosité est médiocre. Le niveau des sources se relève, bien qu'il se sente encore la sécheresse des années précédentes. Il reste bas tout l'été, malgré les pluies qui tombent alors et qui certes amenaient des eaux sauvages dans les sources.

On doit supposer que les travaux du dessèchement, ont contribué momentanément à l'abaissement de la nappe.

C'est en 1875 que l'on capta les sources du vallon d'Houplin et que l'on dessécha les marais de la vallée de la Deûle. Quelle fut l'influence de ces deux circonstances sur le niveau du réservoir, rien ne permet de l'apprécier.

Alors la pluviosité est plus forte, le niveau se relève à sa hauteur normale. L'étiage, assez peu sensible du reste, a lieu pendant les mois d'août, septembre et octobre.

En 1876 commence une période pluvieuse qui s'étend

jusqu'en 1885. Naturellement le niveau de source reste élevé; mais il est encore influencé par la distribution des pluies pendant l'année.

Sous l'influence des pluies de l'hiver 1876-77 la nappe remonte; elle atteint son maximum en mars 1877; puis elle redescend et se maintient presque au même niveau qu'en 1876. Si ce niveau est légèrement plus élevé qu'en 1876, c'est que le printemps a été moins sec.

En 1878 l'hiver est sec, le niveau moyen ne s'élève pas beaucoup; il est plus bas qu'en 1877 pendant toute la première partie de l'année; mais les pluies abondantes de l'été et de l'automne le font remonter dès la fin d'août par suite de l'abondance des eaux sauvages.

En 1879 la pluie est abondante pendant toute l'année; il n'y a pas pour ainsi dire d'étiage. En juin, on constate un abaissement d'une très courte durée, qui est probablement accidentel, car rien dans les pluies ne permet de l'expliquer.

Bien que l'année 1880 soit aussi pluvieuse que la précédente, l'hiver est sec; le niveau moyen des sources s'abaisse; mais les pluies de septembre et d'octobre arrêtent promptement l'étiage.

L'année 1881 n'est pas beaucoup plus pluvieuse, mais cette fois c'est l'hiver qui est pluvieux; aussi le niveau moyen des sources est plus élevé. L'étiage est presque nul.

En 1882, il se passe encore un phénomène qui paraît singulier au premier abord. C'est le grand écart entre la quantité de pluie tombée et le niveau des sources qui est le plus bas de toute la période pluvieuse. On doit l'attribuer à ce que l'hiver a été sec. La nappe s'abaisse progressivement jusqu'en août et même jusqu'en septembre. Les pluies abondantes de juin et de juillet n'ont pas arrêté la baisse, d'abord parce que ce furent des pluies d'orage (le 11 juillet, il tomba 44 millimètres d'eau)

et ensuite en raison de la végétation. Au contraire en octobre la pluie tombant plus régulièrement sur un sol nu éleva rapidement le niveau de la nappe. La pluie persistant en novembre et décembre ce niveau monta très haut et très rapidement.

En 1883 les pluies d'hiver sont abondantes ; le niveau se maintient élevé ; néanmoins il y a un étiage très marqué. C'est que si les derniers mois de 1882 avaient fourni beaucoup d'eau les premiers mois de 1883 avaient été secs, ils ont fait sentir leur influence en déterminant une baisse dès le mois de juin ; les pluies d'été qui arrivaient en pleine végétation n'ont pas arrêté la baisse. Mais septembre, octobre, novembre qui ont été très pluvieux ont vu remonter le niveau.

L'année 1884 est presque la reproduction de 1883 avec un peu moins d'eau ; de plus novembre est très sec de sorte que l'étiage se prolonge jusqu'en décembre.

L'année 1885 ressemble aux deux précédentes, sauf que les pluies abondantes de septembre et d'octobre réduisent beaucoup la durée de l'étiage.

L'année 1886 est plus uniformément humide ; la nappe reste à peu près au même niveau ; toutefois, au milieu de l'étiage, en septembre, il y a eu un relèvement dont la cause doit être tout à fait accidentelle et probablement extérieure.

1887 amena l'année la plus sèche de la série. Le printemps avait été sec, l'été a été très sec, mais l'hiver avait été relativement moins sec, aussi la baisse des sources n'a pas été en rapport avec la sécheresse de l'année (1). Les pluies de septembre arrêtaient la baisse de la nappe.

Avec 1887 commence une période sèche qui se continua jusqu'en 1904, sauf une petite interruption de 1894 et 1895.

(1) Il y a lieu de rappeler, à propos de cette année, que les chiffres inférieurs à la cote 16 sont très douteux.

Néanmoins le niveau des sources se maintient longtemps constant, parce que les pluies d'hiver, bien que peu abondantes, furent elles-mêmes constantes. Dans toute cette période, le seul hiver vraiment sec est celui de 1898 ; mais aussi aucun n'était humide, aucun ne fournissait une quantité d'eau suffisante pour faire remonter fortement la nappe.

Toujours pour la même raison, constance de la pluviosité en hiver, l'abaissement de la nappe en étiage est peu sensible.

En 1888, les grandes pluies de juillet ne modifient pas le niveau des sources, mais peut-être sont-elles cause de l'absence presque absolue d'étiage.

En 1889, l'été ayant été plus sec, la baisse de l'étiage a été plus marquée. En novembre il s'est produit dans le niveau du réservoir une baisse accidentelle dont le motif m'est inconnu.

L'année 1890 est plutôt pluvieuse ; les pluies d'août déterminent une très légère élévation de la nappe pendant la saison d'étiage.

En 1891 il y eut peu de pluie, mais une pluie continue ; le niveau moyen fut élevé et la baisse estivale peu sensible ; par suite de la sécheresse de l'automne, elle se prolongea jusqu'en décembre.

En 1892, année d'une pluviosité moyenne, le niveau d'étiage se relève dès octobre sous l'influence des pluies d'automne.

L'année 1893 est peu pluvieuse ; la sécheresse des mois de mars et d'avril abaisse le niveau moyen de l'étiage.

L'année 1894 fut la plus pluvieuse de la série, mais les premiers mois furent secs, le niveau hybernal des sources fut bas, et le niveau d'étiage moins élevé que ne porterait à le croire l'extrême pluviosité de l'année. Du reste l'étiage fut peu sensible et court. Les pluies d'été et d'automne

déterminèrent un relèvement de la nappe à partir de septembre.

En 1895 il tomba encore une quantité d'eau supérieure à la quantité moyenne, néanmoins en raison de la sécheresse de l'hiver, le niveau de la nappe qui était très élevé au commencement de l'année baissa progressivement jusqu'en octobre avec un très léger arrêt sous l'influence des pluies d'été.

L'année 1896 fut sèche dans sa première moitié, aussi le niveau des sources fut bas. Le minimum fut en septembre, les fortes pluies équinoxiales ayant fait immédiatement remonter le niveau.

En 1897 il y eut moins de pluie, mais elle fut plus continue; aussi le niveau remonta. L'étiage fut peu sensible.

Avec 1898 commence la série des basses eaux. La pluie fut peu abondante; elle tomba dans les premiers mois de l'été au moment de l'exubérance de la végétation, de sorte qu'elle eut peu d'influence sur le niveau. Si l'on s'en tient aux renseignements administratifs, le niveau reste le même depuis août jusqu'à décembre, presque aussi élevé que l'étiage des années précédentes. Or, à cette époque, le manque d'eau commençait déjà à sévir dans tout le Nord de la France. Évidemment, l'eau de la Deule refluant vers le canal de Seclin maintenait le niveau des sources.

Il s'était de plus passé quelque chose de tout à fait anormal au commencement de l'année. Le niveau du réservoir qui était en moyenne à 2 m. 20 en décembre 1897 tomba à 1 m. en janvier 1898. Il n'y a pas d'exemple que le niveau baisse de décembre en janvier. Mais c'est alors que Moreau commença ses travaux autour du réservoir. Tantôt il en prenait l'eau, tantôt il lui en fournissait. Il faut abandonner complètement toutes les observations faites sur le niveau des sources en 1898.

Il en est de même par 1899. Cette année la pluviosité bien que supérieure à celle de 1898 fut encore au-dessous de la moyenne. Le niveau du réservoir d'Emmerin resta presque constant. Alors les sources du vallon d'Emmerin ne fournissaient plus d'eau. Celles du vallon d'Houplin arrivaient seules dans le réservoir et elles étaient probablement alimentées par le canal de la Deûle.

L'année 1900 fut un peu plus pluvieuse. Les pluies d'hiver (janvier et février) déterminèrent une élévation du niveau des sources, mais les mois suivants ayant été secs, le niveau retomba. Il fallut encore alimenter le réservoir avec de l'eau étrangère.

Ainsi les résultats de ces trois années 1898, 1899, 1900 doivent être complètement éliminés.

En 1901 nouvelle sécheresse. Cette fois le niveau des sources qui s'était relevé sous l'influence des pluies d'hiver (décembre et janvier) s'enfonce par suite de la sécheresse générale jusqu'en décembre et même jusqu'en janvier 1902. Il ne semble plus qu'il y ait pénétration d'eau étrangère dans le réservoir, où cette pénétration était insuffisante pour en maintenir le niveau.

Toutefois c'est pendant cette année que M. Moreau a creusé son puits de Guermanez et ces travaux ont pu apporter quelque trouble au niveau des sources. C'est probablement à eux qu'il faut attribuer la grande baisse signalée pendant les derniers mois de 1901 et les premiers de 1902. Il y a lieu, pour cette période, de substituer les mesures de Billaut à celles de l'Usine d'Emmerin (Pl. VIII).

L'année 1902 est encore sèche. La nappe reste basse. Les chiffres relevés à l'Usine d'Emmerin paraissent entachés d'erreur pour le commencement et la fin de l'année ; il est préférable, pour cette année encore, de se servir de ceux de Billaut.

L'année 1903 est pluvieuse, néanmoins le niveau de

remonte pas beaucoup, ce qui est dû très probablement à la grande sécheresse des années précédentes. La pluie tombant pendant toute l'année, l'étiage est à peine marqué. Ajoutons que les grandes pluies d'octobre en ont limité la durée.

Les différences constatées cette année entre les observations de l'Usine et celles de Billaut paraissent tenir à ce que cette dernière source est fortement influencée par les eaux pluviales.

L'année 1904 a été très sèche ; si le niveau reste relativement élevé, pendant la première moitié de l'année c'est que l'hiver avait été humide.

Les principales conclusions que l'on peut tirer de ces comparaisons entre la quantité d'eau tombée et le niveau de la nappe d'Emmerin sont les suivantes :

1° La nappe d'Emmerin présente des variations régulières annuelles en raison des saisons (Etiage) et des années ;

2° L'amplitude de ces variations est assez considérable, puisqu'elle est de près de 4 mètres et même de 5 mètres si l'on devait tenir compte des mesures prises en 1874 ;

3° Le niveau de l'étiage dépend de la quantité de pluie tombée pendant l'hiver précédent ;

4° La durée de l'étiage peut être abrégée par les pluies de l'automne.

En comparant le diagramme des niveaux moyens d'étiage des sources d'Emmerin (diagr. 18) avec le diagramme des chutes en hiver (diagr. 19), on trouve que les années où le niveau est élevé (1879, 1881, 1883, 1888) correspondent à des hivers pluvieux. Il y a exception pour les hauts niveaux de 1870 et 1872. Mais alors la consommation était encore faible ; la nappe n'avait pas perdu toutes ses réserves, enfin les pluies du printemps

avaient en partie compensé la sécheresse de l'hiver.

Mais aux maximums de pluies hybernales ne correspondent pas nécessairement des niveaux élevés. C'est ce qui a lieu en particulier pour les années 1873 et 1877.

Dans le cas de 1873, la plus haute pluviosité de l'hiver est due aux pluies abondantes et orageuses du mois de novembre 1872. Le 11 novembre, il tomba à Lille 31^{mm} d'eau, sur un terrain devenu ruisselant par les pluies précédentes. Toute cette eau alla immédiatement à la rivière.

Pour l'année 1877, il m'est impossible de deviner pourquoi les pluies hybernales ont eu si peu d'action.

On voit aussi que dans la période qui court depuis 1886 où les pluies d'hiver sont moyennes et d'une quantité presque constante, les niveaux n'ont que faiblement oscillé, sauf pour les années 1898, 1899 et 1900 où les sécheresses de l'été et de l'automne sont venues s'ajouter à celles de l'hiver.

2° NAPPE D'ANCHIN

La nappe aquifère qui alimente les villes de Roubaix-Tourcoing est très différente de celle qui fournit de l'eau à Lille. Elle est profonde et artésienne. On la prend dans la vallée de la Scarpe, à Anchin près de Pecquencourt à l'est de Douai, à la profondeur de 30 mètres.

Pour l'obtenir on a dû traverser les dépôts récents de la vallée de la Scarpe, puis le tertiaire landénien : sable, tuffeau et argile.

Je dois à M. Nourtier ingénieur des eaux de Roubaix-Tourcoing la coupe géologique moyenne des 9 sondages faits à Anchin.

Altitude		Epaisseur
19 ^m	Limon des marais	1 ^m
18	Tourbe	2

16	Sable vert argileux	5 ^m
11	Tuffeau	7
4	Argile de Louvil	6
— 2	Tuffeau	3
-- 7	Craie blanche	39
— 46	Craie grise	3
— 49	Craie à silex	

L'eau se trouve dans la craie et particulièrement dans de la craie fragmentaire qui occupe une épaisseur de 3 à 5 mètres à la surface du terrain crétacique. Elle y est maintenue par l'argile landénienne, qui constitue le toit de la nappe aquifère.

Dans la coupe citée plus haut l'argile ne surmonte pas directement la craie, mais le tuffeau qui est entre l'argile et la craie est en bancs cohérents, probablement assez argileux. Il contient peu ou point d'eau. Pour obtenir de l'eau il faut atteindre la craie.

La partie supérieure de la craie est, à Anchin, comme presque partout, fragmentaire, soit à l'état de craie fendillée, soit à l'état de craie congloméroïde, j'ai défini ces deux états qui diffèrent surtout par leur origine (1). Tous deux nous offrent des amas de fragments de craie de grosseur variable, mais tandis que la craie fendillée s'est produit sous l'influence des phénomènes météorologiques. lors de l'émergence de la roche, la craie congloméroïde est le résultat d'une dissolution partielle profonde.

La détermination des causes qui ont produit la fragmentation de la craie est souvent bien difficile. Pratiquement, elle est presque inutile. Il suffit de constater que tous les terrains tertiaires de la vallée de la Scarpe, la surface de la craie est fragmentaire ; qu'elle fournit par conséquent une couche très perméable, où l'eau circule avec la plus grande facilité.

(1) *Ann. Soc. Géol. Nord*, XXXIII, p. 140.

Sous cette craie fragmentaire très aquifère, on rencontre une craie plus solide moins aquifère. Elle est traversée de fissures dans lesquelles l'eau circule encore, mais moins facilement que dans la craie fragmentaire. Bien que d'une manière absolue il n'y ait qu'une seule nappe d'eau dans la craie, qu'il y ait jonction et communication de l'eau de la craie fragmentaire avec l'eau de la craie fissurée, on peut en pratique considérer deux nappes distinctes.

Dans la nappe de la craie fragmentaire, l'eau est très abondante et circule facilement dans tous les sens ; comme le ferait de l'eau contenue dans des sables grossiers. Dans la craie fissurée au contraire l'eau ne se trouve que dans des fissures et ne peut se propager que suivant leurs directions ; elle a donc un cours plus lent sinueux et très irrégulier.

En réalité la craie fissurée constitue pour la craie fragmentaire un fond qui n'est pas complètement étanche. Comme l'eau de toute la masse de la craie du bassin de la Scarpe est animée d'un mouvement ascensionnel, la craie fissurée inférieure alimente en partie la nappe supérieure de craie fragmentaire.

Sur les plateaux du Cambrésis et de l'Artois la craie fragmentaire est peu développée, parce que la craie congloméroïde ne s'est formée que dans le voisinage des vallées et que la craie fendillée qui avait pris naissance pendant les périodes d'émersion a été enlevée presque partout par le ruissellement quaternaire.

Mais si la craie fragmentaire des plateaux est en général peu épaisse, la craie qui est en dessous est presque toujours traversée de fentes ou fissures irrégulières, dont le nombre diminue peu à peu avec la profondeur, de sorte que l'eau qui tombe sur les plateaux descend en partie vers les vallées en suivant les nombreux détours des

fissures. De plus dans les vallons voisins des vallées, il existe très souvent de la craie congloméroïde, qui constitue un étui autour du vallon, et qui communique avec la craie fragmentaire de la vallée.

L'eau de la nappe aquifère d'Anchin est donc alimentée par les pluies qui tombent sur les plateaux de l'Artois et du Cambrésis et sur la plaine d'Ostrevant. Les limites du bassin d'alimentation sont presque impossible à déterminer. On peut prendre pour telles : au S., la limite du bassin hydrographique superficiel entre la vallée de la Scarpe et celle de la Sensée et à l'O., une ligne allant de Vitry à Hénin-Liétard. Mais toute l'eau qui tombe sur cette région ne va pas à la nappe souterraine d'Anchin. Une partie, dont l'importance ne peut pas être déterminée, s'écoule par une foule de petites sources dans la Scarpe et dans ce que l'on appelle la Haute-Deûle.

Quant à la nappe souterraine d'Anchin, nous savons par les forages qu'elle s'étend à l'ouest jusqu'à Horchain et Vandignies, au nord au moins jusqu'à Bouvignies et Brillon. Elle va même probablement beaucoup plus loin vers l'aval et l'amont de la vallée de la Scarpe. Ce doit être la même nappe que celle qui a fourni tant d'eau lors du creusement de la fosse n° 4 de l'Escarpelle.

La nappe d'Anchin n'a pas d'autre exutoire naturel que les vallées de la Scarpe et de l'Escaut ; mais on y a établi un grand nombre de puits artésiens. Les populations y trouvent un moyen commode de se procurer de l'eau. Dans beaucoup de villages il y a des fontaines (on désigne les forages sous ce nom) qui coulent d'une manière constante. Bien des particuliers en possèdent. Dans la cour de plusieurs fermes, il y a une fontaine sur laquelle il suffit d'ajouter des tuyaux pour que l'eau se rende dans les étables. Nombreuses aussi sont les usines aux environs de Marchiennes, où l'on n'a qu'un robinet à ouvrir pour

avoir l'eau nécessaire. Il y a tel petit cabaret, à Ecaillon par exemple, qui possède dans son jardin un jet d'eau qui ferait honneur à un parc princier.

Malheureusement beaucoup de ces forages ont été établis avec des tubes de bois qui ont pourri, de telle sorte que l'eau de la craie au lieu de couler au dehors se rend dans les sables tertiaires, où elle se perd ; si l'on n'y prend garde la nappe de la craie communiquera si largement avec la nappe supérieure des sables landeniens, qu'elle cessera d'être ascendante.

Déjà elle a beaucoup baissé. Le fait a été parfaitement constaté. On peut l'attribuer non seulement à la destruction des anciens tubages, mais à la multiplication des fontaines publiques et particulières, peut être aux prises d'eaux des villes de Roubaix-Tourcoing, etc. Enfin il faut tenir compte de la sécheresse qui depuis quelques années a sévi sur tout le Nord de la France, et dont on a vu précédemment les effets dans l'étude de la nappe d'Emmerin.

Aujourd'hui que le niveau est remonté, on voit d'une manière permanente, couler spontanément et sans effort des pompes que l'on avait dû établir pour aller chercher en profondeur l'eau qui n'arrivait plus au sol.

Les variations du niveau de la nappe d'Anchin seraient très intéressantes, malheureusement on ne possède d'observations suivies que depuis 1890, époque où ont commencé les pompages d'Anchin pour les villes de Roubaix-Tourcoing.

Ces mesures ont été prises d'une manière régulière à la fontaine du terre-plein de l'écluse de Marchiennes. Il y a sur le terre-plein un petit réservoir alimenté par un forage. L'eau du réservoir indique le niveau ascendant de la nappe profonde. Il a été relevé *tous les jours* par l'éclusier depuis 1896.

En 1903, il s'est trouvé bouché. On a néanmoins calculé quelle devait y être la hauteur de l'eau à l'aide de la fontaine S^{te} Eusébie, qui fonctionne dans un faubourg de Marchiennes. Les mesures n'y ont peut être pas eu toute la précision désirable ; mais telles qu'elles sont, elles donnent des résultats concordants. A partir de la fin de 1903, on est parvenu à déboucher le tube de la fontaine de l'écluse. En 1904, il fonctionnait encore. Quand on vidait le réservoir, l'eau y reprenait son niveau au bout de 4 à 5 minutes. La communication avec la nappe est peut être lente, difficile ; mais enfin elle existe.

Si elle ne permet pas d'apprécier avec une parfaite sécurité les oscillations rapides du niveau de la nappe, elle n'en reflète pas moins les modifications lentes produites sous l'influence des saisons. Ce sont les seules dont il doive être question ici (Pl. IX).

On peut supposer avec droit que la multiplicité des puisages, surtout ceux des villes de Roubaix-Tourcoing, détermine l'abaissement du niveau de la nappe. Mais ces prises étant presque constantes n'ont tout au plus comme résultat que de diminuer l'amplitude des variations saisonnières. On pourra en tenir compte dans les conclusions.

Pour simplifier les chiffres, j'ai exprimé les altitudes en centimètres au-dessus de 18 mètres, d'après l'altitude du lieu. J'ai pris comme terme de comparaison météorologique la quantité de pluie tombée à Douai. Elle est assez différente de celle qui est relevée à Lille. Il est bien regrettable qu'un météorologiste ne cherche pas à examiner les causes des différences de pluie qui tombe sur deux villes aussi voisines, situées dans un pays aussi plat, aussi peu boisé.

L'étiage n'est pas le même à Anchin qu'à Emmerin. A Anchin, le niveau le plus bas est généralement en



novembre, et le niveau de décembre fait encore partie de l'étiage.

C'est de juin 1896 que datent les observations faites à la fontaine de l'écluse de Marchiennes. Cette date coïncide, comme il a été dit, avec l'ouverture de la prise d'eau des villes Roubaix-Tourcoing.

Est-ce par suite de ce puisage, est-ce par un effet d'étiage, est-ce dû à l'incertitude des mesures qui accompagne presque toujours la mise en train des expériences, toujours est-il que de juin à juillet 1896, on constate un abaissement de niveau exceptionnel. Mais ce qu'il y a de plus singulier encore, c'est que ce niveau, après être resté bas pendant trois mois, remonte brusquement en octobre et redevient en novembre plus haut qu'il n'était en juin.

Les niveaux 67 pour juin et 21 pour août ne sont pas exceptionnels, mais ce qu'il y a d'incompréhensible c'est la remontée brusque en octobre et novembre, car les diagrammes des années suivantes prouvent qu'il n'y a jamais de remontée en octobre et que le niveau de novembre fait toujours partie de l'étiage.

Il faut donc négliger cette année 1896 au point de vue du mouvement régulier du niveau de la nappe.

L'année 1897 fut plutôt sèche à Douai, le niveau d'étiage à Marchiennes fut tout aussi élevé qu'en 1896, bien que l'on tira à Anchin 4 millions de mètres cubes dans l'année. Ce niveau est le même qu'en 1896.

L'année 1898 fut également sèche; l'hiver même fut très sec; néanmoins le niveau d'étiage se maintient aussi élevé qu'en 1897. Ainsi les sécheresses accusées à Douai en 1897 et 1898 ne se firent pas sentir ces mêmes années dans la nappe d'Anchin.

En 1899, la sécheresse se maintint et pour l'année entière et pour la période hybernale. Cette fois le niveau moyen d'étiage baissa d'une manière qui, sur le dia-

gramme (Pl. IX), paraît considérable, mais n'est en réalité que de 30 centimètres. Comme le tirage des villes fut moindre que les années précédentes, on doit attribuer toute la baisse à la sécheresse.

L'année 1900 fut pluvieuse à Douai comme à Lille, principalement en hiver. Le niveau de Marchiennes remonta, mais faiblement, quoique la prise d'Anchin eût encore diminué.

L'année 1901 est sèche, sauf l'hiver; le niveau de Marchiennes continue à remonter sans toutefois atteindre ce qu'il était en 1898.

L'année 1902 fut un peu moins sèche, mais l'hiver le fut davantage. Le niveau d'étiage de Marchiennes se maintint le même, très légèrement plus haut.

En 1903, les mesures prises à Marchiennes sont un peu douteuses en raison de l'obstruction du forage de l'écluse, néanmoins elles paraissent assez probables. Le niveau est intermédiaire entre ceux de 1902 et de 1904: il est encore en hausse. L'humidité totale de l'année avait augmenté, mais celle de la période hybernale avait baissé.

En 1904, l'année est plus sèche, mais l'hiver l'est moins, le niveau d'étiage continue à remonter.

On constate par les diagrammes que les variations du niveau de la nappe d'Anchin sont très faibles comparativement aux variations de la nappe d'Emmerin. Tandis que celles-ci atteignent plusieurs mètres, celles d'Anchin ne dépassent guère 75 centimètres, quand on se borne à tenir compte des moyennes mensuelles, et les variations journalières que l'on a pu reconnaître ne sont pas de plus d'un mètre.

La nappe profonde d'Anchin présente comme la nappe superficielle d'Emmerin une dépression annuelle correspondant à l'étiage, mais ce niveau d'étiage n'est plus sous l'influence directe des pluies de l'hiver pré-

cèdent comme à Emmerin. Il existe une réserve importante qui peut parer pendant quelque temps à une disette d'alimentation.

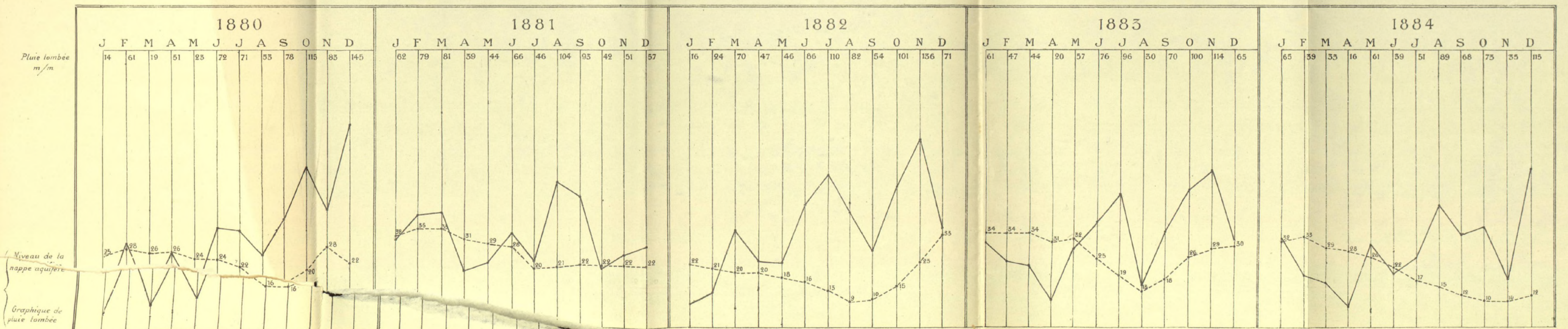
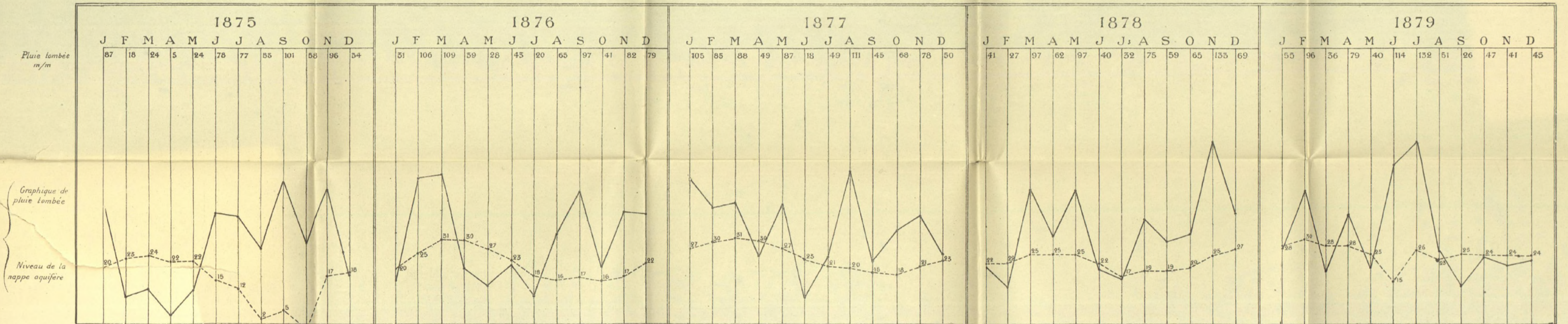
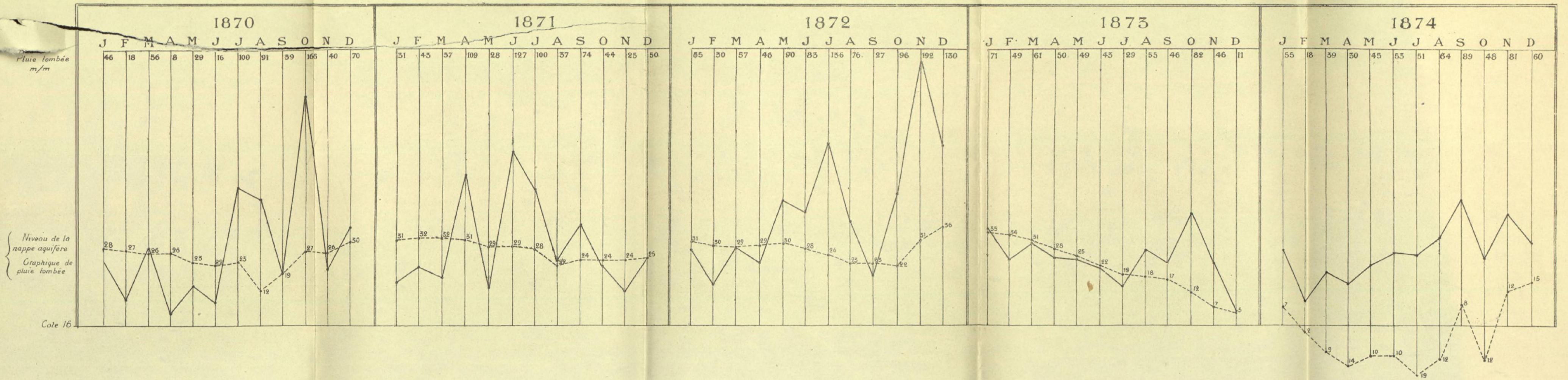
Quand la sécheresse se prolonge pendant plusieurs années, le niveau de l'étiage s'abaisse et il ne reprend que lentement sa hauteur.

Toutes ces conclusions sont basées sur les mesures prises à l'écluse de Marchiennes. S'il était reconnu que pour une cause ou pour une autre, ces mesures soient entachées d'erreur, il est évident que les conclusions seraient douteuses et que les observations seraient à recommencer.

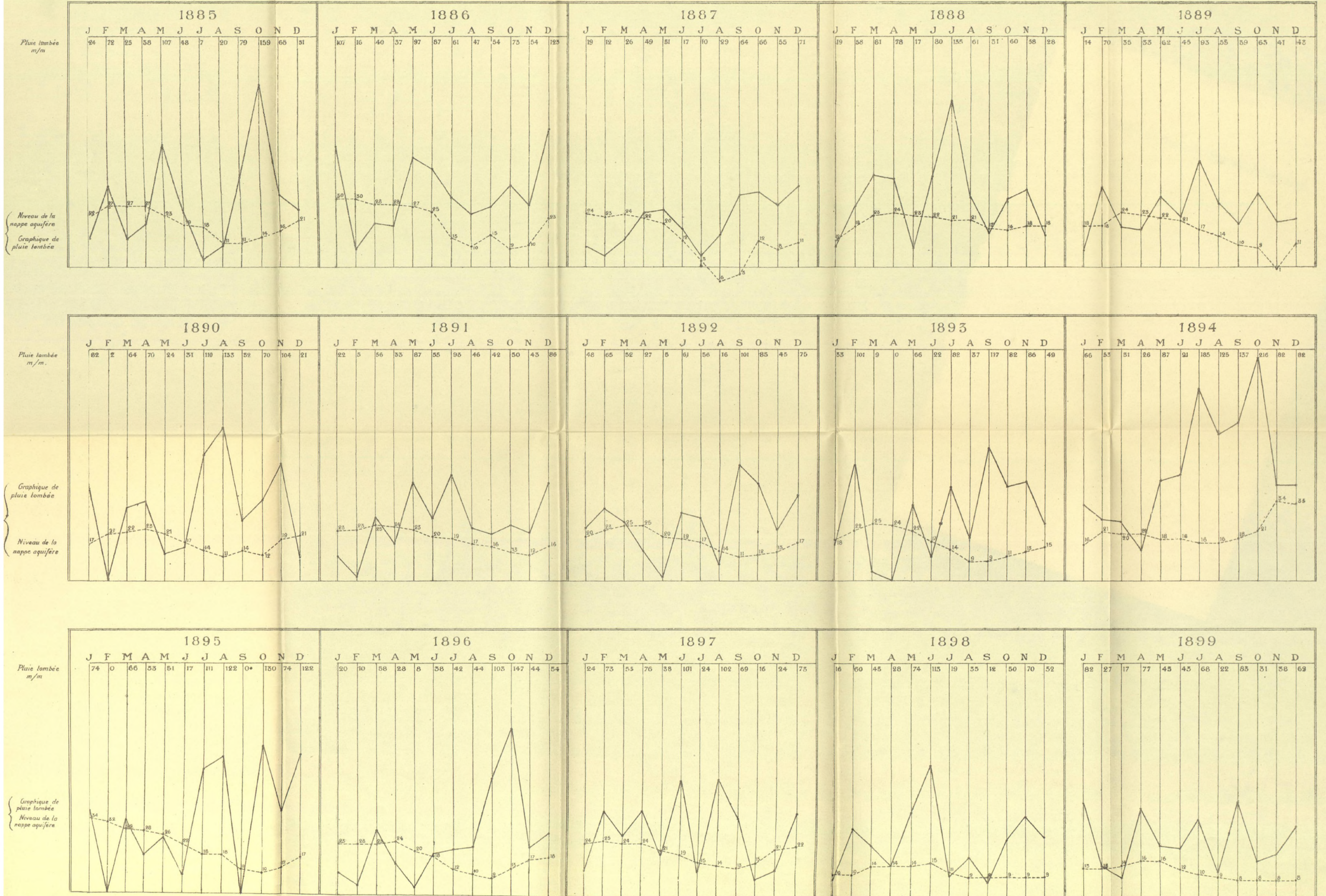
Je ne me dissimule pas l'insuffisance des documents que j'ai recueillis tant pour Anchin que pour Emmerin. Je ne crois pas qu'ils permettent d'établir dès à présent des règles fixes, même dans les deux cas auxquels ils s'appliquent. Il serait vivement à désirer que les expériences fussent continuées et puissent même présenter un degré de certitude plus grand dans les mesures.

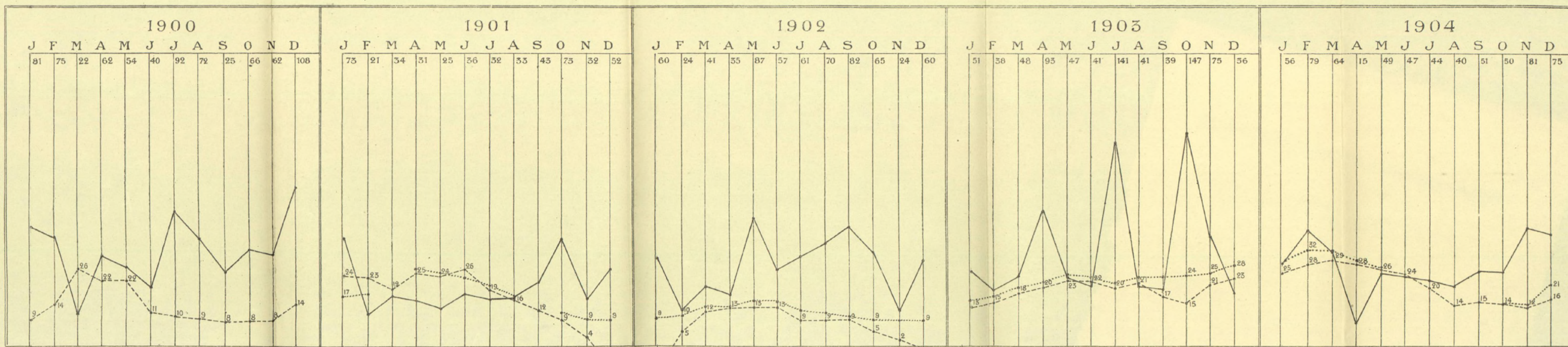
Je fais des vœux sincères pour que cet aperçu trop incomplet suscite des études suivies de savants plus compétents que moi en météorologie et en hydraulique, qui aient aussi plus de temps et de jeunesse à pouvoir consacrer à ces intéressantes questions.

On arriverait peut-être par une discussion sérieuse et comparative des observations pluviométriques, par une mesure *scientifique* des niveaux des nappes aquifères, à pouvoir prévoir les sécheresses. Dans bien des cas, quand on prévoit les maux, on peut les atténuer.

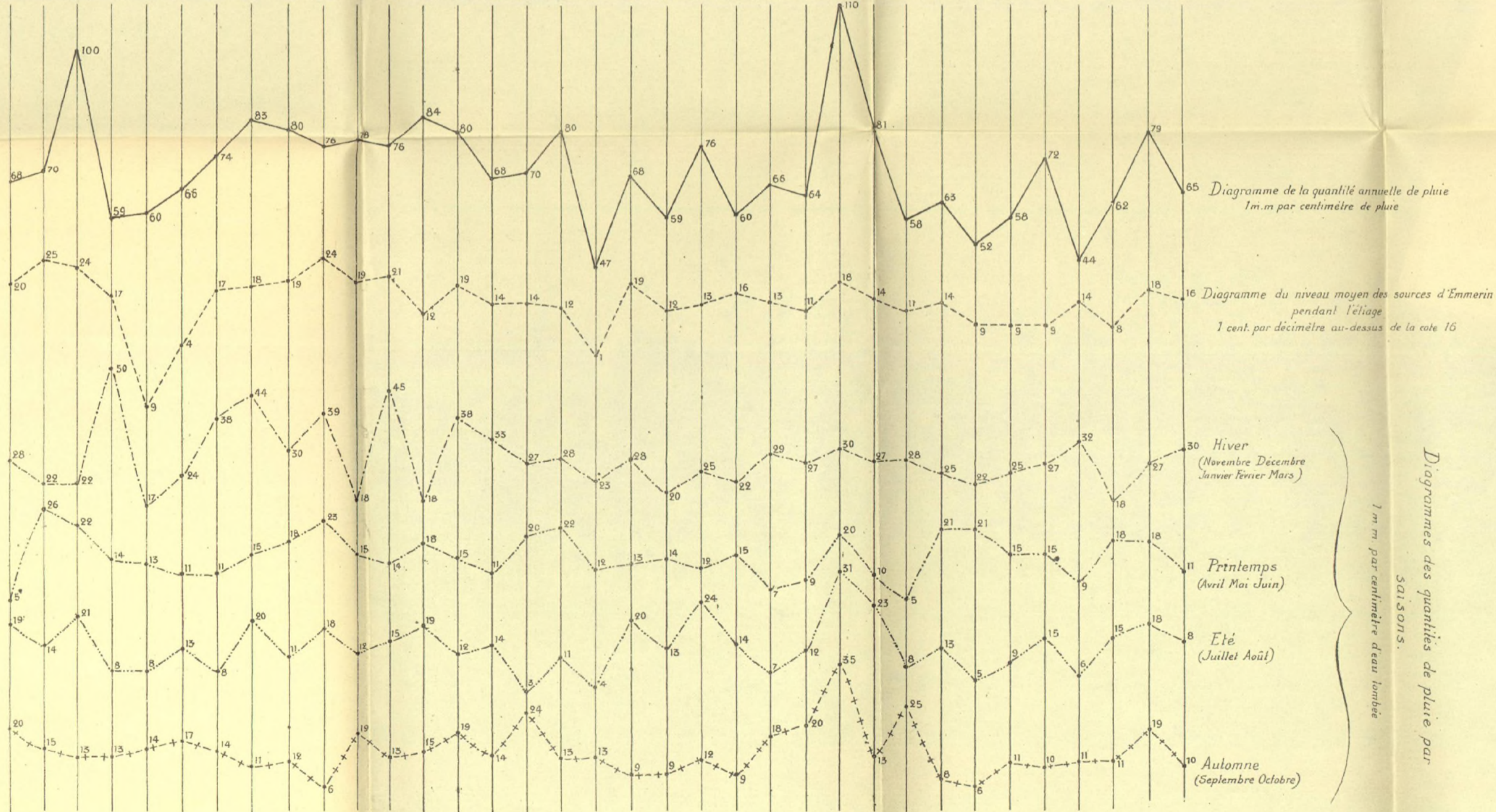


Dans ces Diagrammes : Le niveau de la nappe aquifère est tracé à raison de 1 millimètre par décimètre au dessus de la cote 16. Le graphique des pluies a raison de 1/2 milli. par millimètre d'eau tombée.

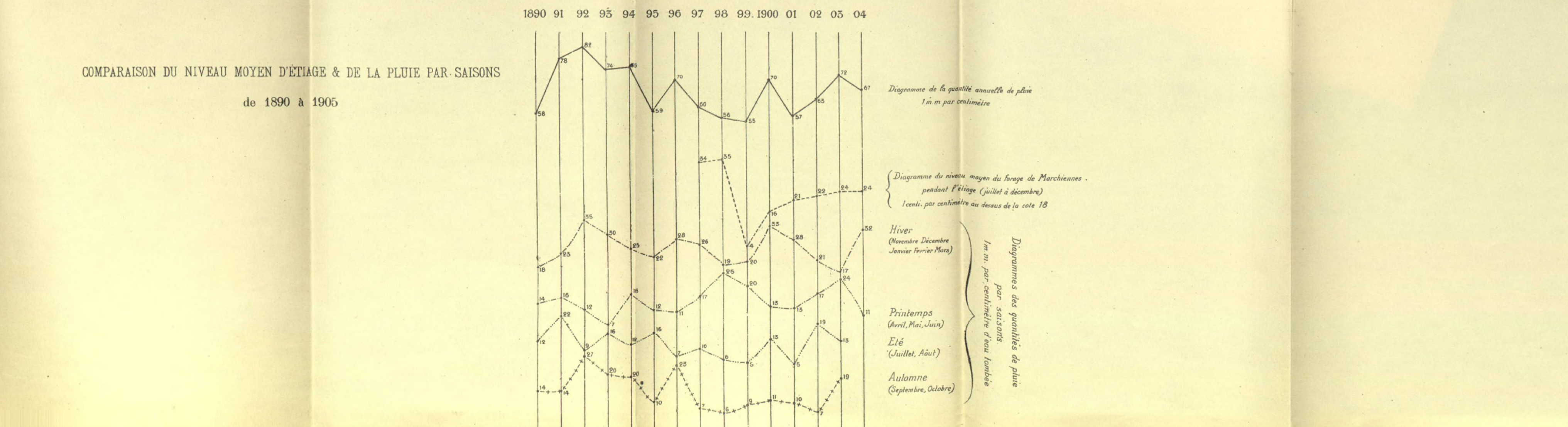
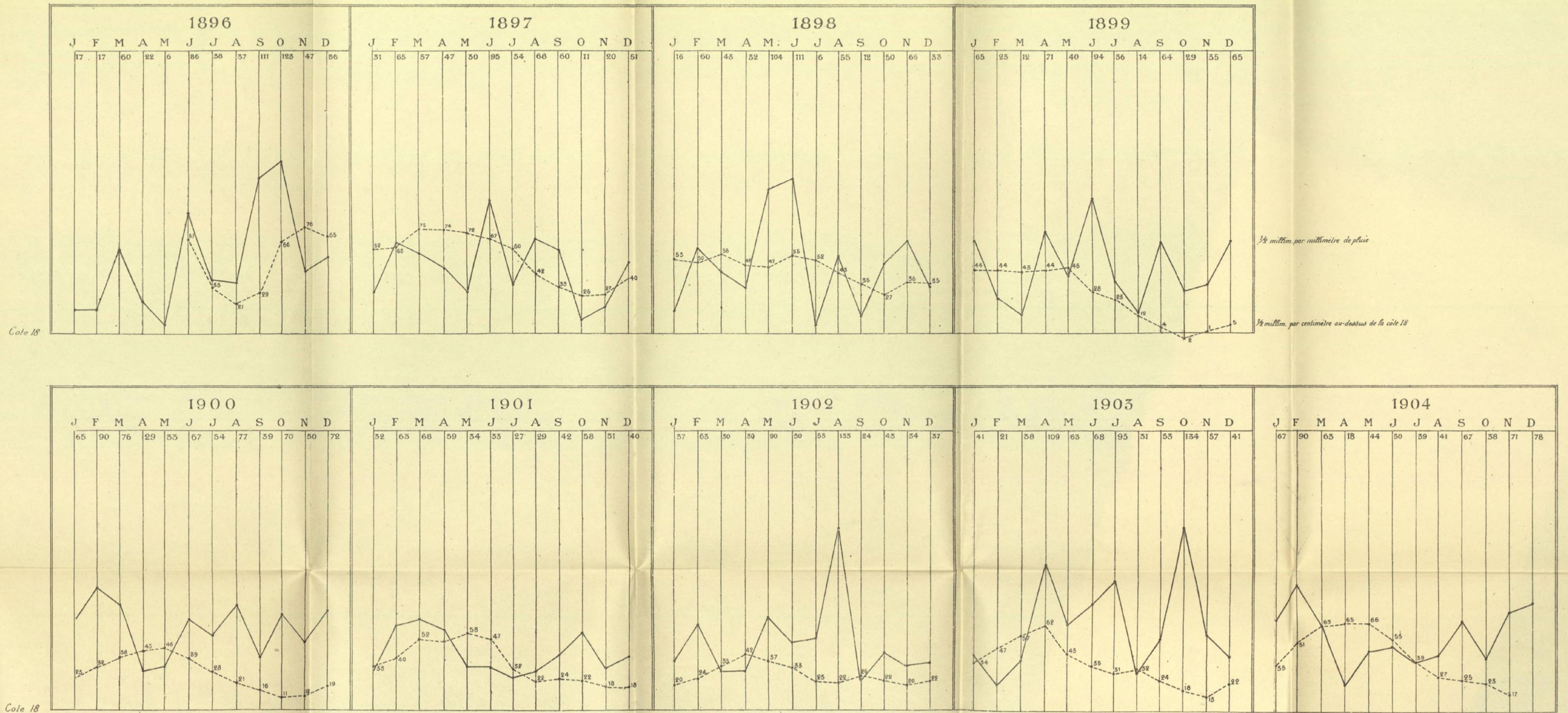




1870 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 1900 01 02 03 04



COMPARAISON DU NIVEAU MOYEN D'ÉTIAGE ET DE LA PLUIE PAR SAISONS de 1870 à 1904



PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DU NORD

Pour l'achat des publications s'adresser à *l'Agent de la Société* (Institut de Géologie, rue Brûle-Maison, 159), à Lille.

ANNALES	Pour les membres (1).	Pour le public.
Tomes. IV à XXVII chacun	6 fr. »	10 fr.
— I, II, III et IX (ne se vendent plus séparément).		
1 ^{re} Décade	50 »	100 »
2 ^{es} Décade	45 »	90 »
Table générale des deux premières Décades	2 »	

MÉMOIRES		
Tome I		10 »
MÉMOIRE N° 1. <i>Recherches sur le terrain crétacé de l'Angleterre et de l'Irlande</i> , par M. CH. BARROIS	5 »	
MÉMOIRE N° 2. <i>Géologie de la partie sud-est de la Pensylvanie</i> , par M. PERSIFOR FRASER	4 »	
MÉMOIRE N° 3. <i>Mémoire sur la flore houillère des Asturies</i> , par M. ZEILLER, Ingénieur au corps des Mines	1 »	
Tome II. — <i>Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice</i> , par M. CH. BARROIS.	20 »	
Tome III. — <i>Feuilles du calcaire d'Erbray</i> , par M. CH. BARROIS.	10	
Tome IV. — MÉMOIRE N° 1. <i>Étude sur les variations du Spirifer Verneuilii</i> , par M. J. GOSSELET.	3 »	
MÉMOIRE N° 2. <i>Contribution à l'Étude micrographique des terrains sédimentaires</i> , par M. L. CAYEUX (589 p., 10 pl.)	7 50	

(1) Pour obtenir la réduction, les Membres doivent s'adresser directement au Trésorier. Les prix sont augmentés des frais d'envoi pour le volumes qui ne sont pas pris directement au dépôt.

(Suite des Publications de la Société géologique)

ESQUISSE GÉOLOGIQUE DU NORD DE LA FRANCE

par M. GOSSELET

	Pour les Membres FR.	Pour la Public FR.
Fascicule I. Terrains primaires (ne se vend plus séparé).	6 »	12 »
Fascicule II. Terrains secondaires	6 »	10 »
Fascicule III. Terrains tertiaires	6 »	8 »
Fascicule IV. Terrains quaternaires	2 »	3 »

Géologie élémentaire du Département du Nord, par M. GOSSELET	0 75	
---	------	--

DESCRIPTIONS GÉOLOGIQUES CANTONALES

Département du Nord :

Arr ^s d'Avesnes.	FR.	FR.
Canton d'Avesnes-Nord, par M. L. CAYEUX	0 50	1 »
— de Berlaimont, par M. GOSSELET	0 50	1 »
— de Trélon, par M. GRONNIER	1 »	2 »
Arr ^s de Cambrai, sauf le canton de Solesmes, par M. GOSSELET	1,50	3 »

Département de l'Aisne :

Canton de La Capelle, par M. GOSSELET	0 50	
— du Nouvion, par M. GOSSELET	0 50	

Leçons sur les Nappes aquifères par M. GOSSELET	1 »	2 »
Leçons sur les Gîtes de Phosphates de chaux	0 50	1 »

TABLE GÉNÉRALE DES ANNALES & DES MÉMOIRES

de la Société Géologique du Nord

Comprenant en outre l'indication des Mémoires, Notes et Articles géologiques publiés dans les *Mémoires de la Société des Sciences de Lille* et dans le *Bulletin scientifique, historique et littéraire du Nord de la France*.

	Pour les Membres FR.
1 ^{re} Table, 1 ^{re} et 2 ^{me} Décades	2 »
2 ^{me} Table, 3 ^{me} Décade	1 »

L'Imprimeur-Gérant de la Société Géologique du Nord, Liégeois-Six, à Lille.