

# Cycles de température de Fribourg 1910 - 1946

Autor(en): **Lambossy, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles =  
Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg**

Band (Jahr): **39 (1947-1949)**

PDF erstellt am: **18.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-308258>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

### Bibliographie.

- ALVARADO A.M., *Catalytic dehydration of Ethanol by Alumina at various Temperatures*. Journ. of the Americ. Chem. Soc. 1928 L I, p. 790.
- HAROLD S. DAVIS, *The relative Rates of Bromination of the Olefins*. Journ. of the Americ. chem. Soc. 1928 L II, p. 2769.
- IPATIEW, *Über pyrogenetische Reaktionen organischer Substanzen*. Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 1901 vol. 34 I p. 596; III p. 3579; 1902, vol. 35 I, p. 1047; 1903, vol. 36 II, pp. 1996, 2003, 2044.
- KESTING, *Die Gewinnung von Äthylen für die Darstellung von Äthylenbromid aus Äthylalkohol nach dem Kontaktverfahren*. Zeitschr. für angewandte Chemie 1925. vol. 38, p. 362.
- MOSER LUDWIG und FRANZ LINDINGER, *Die Reindarstellung von Äthylen*. Monatshefte für Chemie 1923, vol. 44, p. 141.
- NICLOUX M., Thèse, Paris, 1900 et *C. R. Soc. Biol.* 1896, XLVIII, Annales méd. lég. 1936, XVI, 113.
- SENDERENS, *C. R.* 146/1213 (cit. dans Beilstein).
- WIDMARK E.M.P., *Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung*. Biochem. Zeitschr. 1922, CXXXI, 473. Diss. Berlin, 1932. Urban & Schwarzenbach, Berlin 1932.
- 

## Cycles de température de Fribourg 1910-1946

par P. LAMBOSSY.

Depuis l'année 1910, A. Gockel a noté journallement la température de Fribourg à son observatoire du Gambach, ainsi que d'autres éléments météorologiques. Dès 1927, M<sup>me</sup> Gockel, après la mort de son mari, a continué ce travail. Ces observations sont régulièrement transmises chaque année, dans leur détail, au Bureau central météorologique de Zurich, qui se charge de former les moyennes mensuelles et les publie dans son *Annuaire*. On pourra les consulter plus facilement dans les volumes du *Bulletin de la Société fribourgeoise des Sciences naturelles*.

Il y a un intérêt évident à étudier cet ensemble d'observations qui s'étend sur une durée de 37 ans ; il doit pouvoir nous apprendre

quelque chose. J'ai entrepris quelques recherches concernant la *température* et je me propose de les exposer brièvement.

Les sujets d'étude de cette catégorie ne manquent pas; on possède une foule de données météorologiques amassées depuis un siècle, et le domaine à défricher est immense. Jean Lugeon, dans un discours tenu à Altdorf en 1923<sup>1</sup> ne cache pas son pessimisme dans le succès de cette étude quand il dit: « La statistique nous enseigne que *plusieurs siècles* sont nécessaires pour défricher ces domaines de la science de corrélation, car l'ensemble des phénomènes météorologiques est réglé par des cycles qui s'emboîtent les uns dans les autres et dont les périodes sont indéfinies, malgré le premier siècle d'observations que nous possédons ».

Sans aucun doute, Lugeon exagère beaucoup la situation. Mais je déduis de son affirmation que peu de travail est fait, comparé à celui qui reste à faire, que ces études sont difficiles et réservent au chercheur bien des déboires.

Les statistiques sont nombreuses, croit-on; et pourtant elles sont souvent déficientes. Ainsi, j'aurais voulu étendre l'étude de la température dès l'année 1904. Mais de 1904 à 1909, les observations ont été faites à Pérolles (Technicum); ces données ne sont donc pas comparables à celles du Gambach et j'ai dû les exclure. Il fait plus froid à Pérolles; la différence de température entre les deux stations est évaluée par Gockel à 0,5 degré.

L'élaboration des données exige du *discernement* et ne peut consister dans l'application brutale de formules toutes préparées. Quant aux résultats, il est prudent de les énoncer avec une certaine réserve; chacun sera à même de juger, après cet exposé, sur quel degré de certitude on peut compter.

Le Tableau I donne la série des moyennes annuelles des températures de Fribourg s'échelonnant de 1910 à 1946. La Fig. 1 qui traduit graphiquement ce tableau porte 37 points qu'on a l'habitude de relier deux à deux par des lignes droites, sans qu'on veuille prétendre par là que d'une année à la suivante le phénomène suive une allure linéaire. Seuls les points font foi. Les températures se meuvent entre les extrêmes 7° et 9° autour de la moyenne 8°.

---

<sup>1</sup> Réunion de la S.H.S.N. — Actes p. 223.

TABLEAU I

*Températures de Fribourg (moyennes annuelles).*

Années	Degrés	Années	Degrés	Années	Degrés
1910	7,75	1922	7,47	1934	8,75
1911	8,77	1923	8,44	1935	8,04
1912	7,53	1924	7,51	1936	8,24
1913	8,18	1925	7,84	1937	8,52
1914	7,63	1926	8,44	1938	8,24
1915	7,66	1927	8,07	1939	7,76
1916	8,00	1928	8,84	1940	7,25
1917	7,07	1929	7,72	1941	7,47
1918	8,11	1930	8,64	1942	7,93
1919	7,57	1931	7,47	1943	9,11
1920	8,70	1932	7,68	1944	8,06
1921	8,92	1933	7,60	1945	8,93
				1946	8,56

Chaque point représente la moyenne de 365 températures journalières, et chacune de ces dernières est elle-même la moyenne de trois observations faites à 7 h. 30, 13 h. 30, 21 h. 30.

A Zurich, on forme la moyenne pondérée suivante :

$$\frac{7 \text{ h. } 30 + 13 \text{ h. } 30 + 2 \cdot 21 \text{ h. } 30}{4}$$

Cette manière d'établir la température moyenne d'un jour est plus exacte ; elle donne un résultat inférieur de 0,1 degré environ à celui de la première.

*Que cherchons-nous ?* Une régularité, une loi qui aura tout d'abord une signification purement descriptive et qu'il faudra discuter ensuite pour savoir si elle correspond à quelque chose de réel.

En premier lieu, la série peut avoir une tendance générale ascendante ou descendante. On figure cette tendance graphiquement par une ligne moyenne droite ou légèrement courbée : le *trend*. Les points observés s'écartent du trend, et ces écarts positifs ou négatifs sont à dégager pour la suite de l'étude.

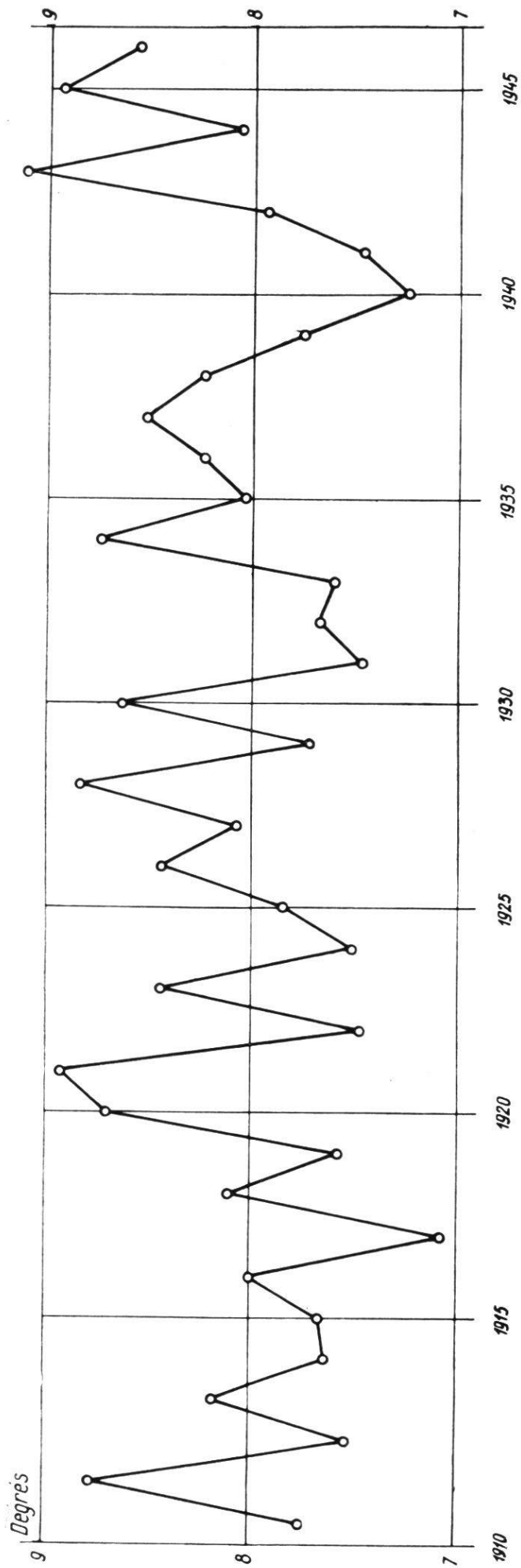


Fig. 1. Températures de Fribourg 1910-1946  
(moyennes annuelles)

En second lieu, la série peut contenir certains *mouvements périodiques* qu'il est du plus haut intérêt d'expliciter, car, si un phénomène se reproduit à intervalles constants, il y a des chances pour qu'il se reproduise à l'avenir et pour que nous soyons sur la piste qui nous conduise au phénomène premier, cause de cette périodicité.

En faisant le bilan, on obtiendra un résidu de l'ordre de 50% qui apparemment n'obéit à aucune régularité. Il n'est pas entièrement dû au hasard; on le regardera comme provisoirement inexpliqué.

\* \* \*

Que faire de cette courbe toute en creux et en bosses ? L'idée qui vient naturellement à l'esprit est de combler les vallées en décapitant les montagnes, comme on égalise un terrain qui doit servir de place de jeu en y passant le rouleau.

On se sert à cet effet du procédé des *moyennes mobiles* et je tiens à en expliquer la pratique avant d'en donner la justification.

Le Tableau II servira de modèle. On a formé à partir de la série donnée: 18, 5, 7,... une première fois les *triades* (moyennes mobiles de 3 termes), une seconde fois les *dyades* (moyennes mobiles de 2 termes).

TABLEAU II

*Moyennes mobiles (modèle).*

Abcisses	Série donnée	Triades		Abcisses	Série donnée	Dyades
0	18			0	18	
1	5	10		1	5	11,5
2	7	3		2	7	6
3	—3	1		3	—3	2
4	—1			4	—1	—2
...	...	...		...	...	...

La première triade 10 est destinée à remplacer le terme 5 de la série donnée; elle s'obtient en formant la moyenne suivante:

$$\frac{18 + 5 + 7}{3} = 10$$

De même la triade 3 remplacera le terme 7 et s'obtient comme suit :

$$\frac{5 + 7 - 3}{3} = 3$$

Ainsi de suite. On remarquera que le terme 18 qui est le premier de la série n'a pas de triade qui lui corresponde ; de même le dernier. La série des triades est donc de deux termes plus courte que la série donnée.

Pour former une dyade, on prend la moyenne de deux termes consécutifs de la série donnée. Ainsi,

$$\frac{18 + 5}{2} = 11,5$$

On attribuera à cette dyade l'abscisse 0,5 moyenne des abscisses des termes 18 et 5.

On peut former des moyennes mobiles d'un plus grand nombre de termes ; on voit sans peine comment il faut opérer.

On forme, d'après ces principes, les triades de la série des températures, donnée par le Tableau I ou la Fig. 1. Avec ces nombres on pourrait construire un nouveau graphique, celui des *Triades I*, et l'on apercevrait aussitôt un progrès : les irrégularités ont notablement diminué.

Le procédé peut être appliqué à nouveau aux Triades I et donne les *Triades II*. On s'arrêtera dans ces opérations successives dès que les points du graphique permettront de construire une courbe convenable et continue. Il suffit généralement d'aller jusqu'aux Triades IV.

La Fig. 2 montre le graphique des *Triades IV*. Mais avant de passer à l'étude de cette courbe, il nous faut examiner de plus près la signification du procédé des moyennes mobiles.

L'opération basée sur les moyennes mobiles est une véritable *transformation*, analogue à celle que l'on utilise en mathématiques, mais ayant cette particularité qu'elle n'est pas continue puisqu'elle concerne un ensemble discret de nombres. Cette transformation est *linéaire*.

Voyons l'effet d'une telle transformation sur une courbe de forme géométrique connue.

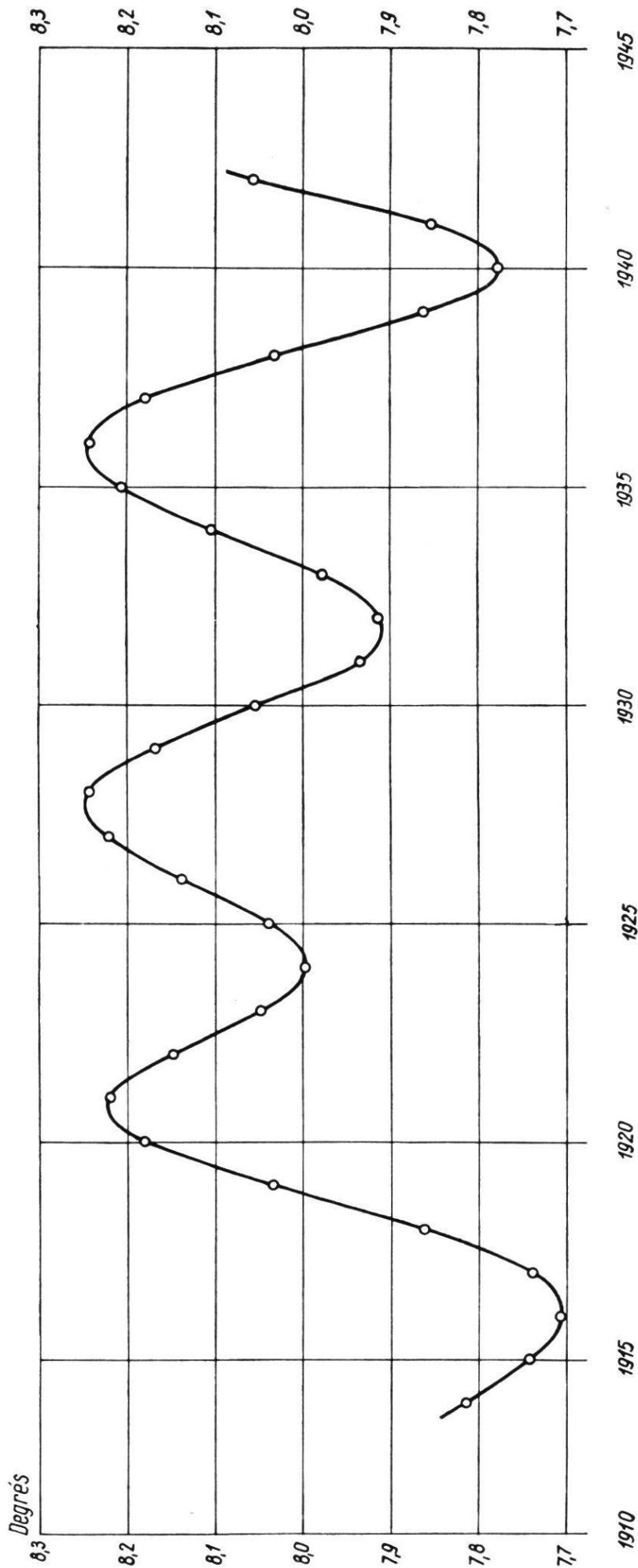


Fig. 2. Températures de Fribourg 1910-1946 — Triades IV.



Une moyenne mobile de 3 termes, donc une triade, remplace 3 points par leur centre de gravité.

Si donc les points sont en ligne droite, le nouveau point se retrouve sur la droite: Une transformation par triades transforme une droite en elle-même.

Si les points donnés sont sur une parabole, la transformation par triades donnera une parabole égale obtenue de la première par un déplacement dans le sens de l'axe.

Si les points donnés sont sur une sinusoïde, la transformation par triades donnera une nouvelle sinusoïde en phase avec la première mais d'amplitude plus petite, dépendant de la distance angulaire  $\omega$  de deux ordonnées consécutives. La diminution d'amplitude est d'autant plus accentuée que  $\omega$  est plus grand, c'est-à-dire que la période  $T$  est plus courte. D'une manière générale, si 1 est l'amplitude de la sinusoïde donnée, l'amplitude  $\frac{1}{M}$  de la sinusoïde après transformation est donnée par la formule

$$\frac{1}{M} = \frac{\sin n \frac{\omega}{2}}{n \sin \frac{\omega}{2}}, \quad \omega = \frac{360^\circ}{T}$$

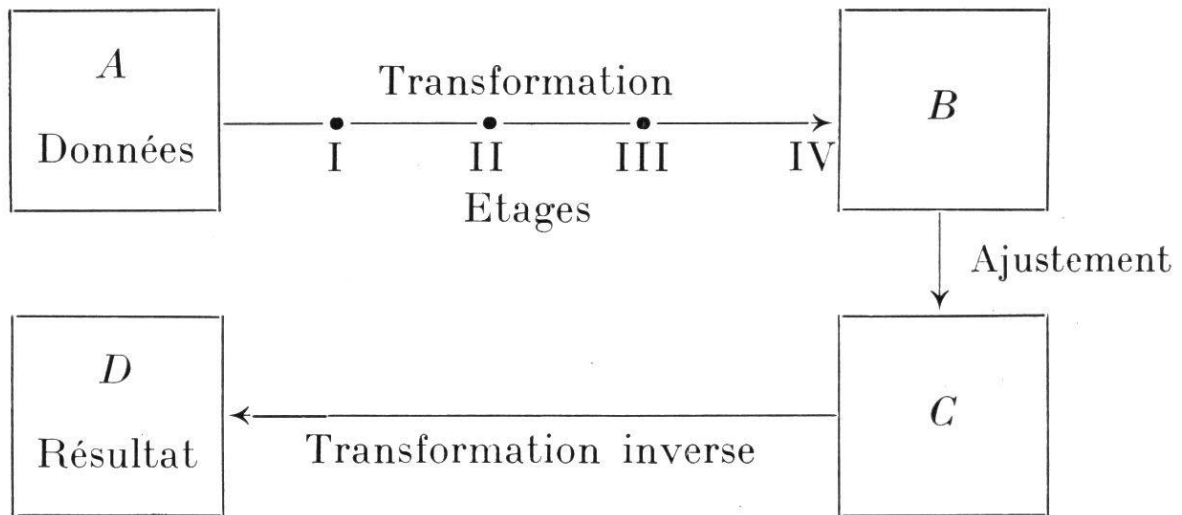
$n = 3$  pour les triades,  $n = 2$  pour les dyades, etc.

Il en résulte que, si une courbe périodique contient, outre un terme fondamental  $\sin x$ , des harmoniques  $\sin 2x$ ,  $\sin 3x$ , ..., la courbe transformée ne sera plus semblable à la courbe primitive et se rapprochera d'une sinusoïde pure, les harmoniques étant de plus en plus étouffés à mesure que leur rang est plus élevé.

\* \* \*

On est libre de faire toutes les transformations qu'on veut; la seule condition qu'elles doivent remplir est de faciliter ou de rendre possible la résolution d'un problème.

Sur la figure schématique suivante j'ai représenté par  $A$  les données. Sur ces données nous effectuons une transformation à plusieurs étages, ce qui nous conduit en  $B$ . Cette situation  $B$  est représentée dans notre problème par la courbe régulière de la Fig. 2.



Sur cette courbe, nous faisons un ajustement, c'est-à-dire nous essayons de trouver l'équation de la meilleure courbe qui passe parmi ces points. Cette courbe  $C$  bien définie mathématiquement remplacera  $B$ . Finalement il ne reste plus qu'à opérer la transformation inverse ce qui nous conduira en  $D$ , au résultat final. Ce résultat dégage par lui-même une *loi* contenue dans les données, mais que nous ne pouvions sans travail déduire des données brutes.

\* \* \*

Pour rechercher les mouvements périodiques simples ou sinusoïdaux contenus dans la courbe des Triades IV (Fig. 2) — et, cela fait, le problème sera virtuellement résolu — il semblerait qu'on pût utiliser l'*analyse harmonique* basée sur le développement d'une fonction périodique en série de Fourier.

Cette méthode, avec toutes ses variantes, ne peut être utilisée dans notre problème et cela pour beaucoup de raisons. Le fait que l'axe de la courbe n'est pas connu est une difficulté surmontable, mais deux circonstances principales nous obligent à abandonner l'analyse harmonique.

Premièrement la courbe n'est pas périodique, car, selon toute probabilité, elle contient deux ou plusieurs ondes sinusoïdales dont les périodes,  $T_1, T_2, ..$  ne sont pas dans un rapport simple.

Secondement, eût-on une courbe périodique, mais complexe, sa période serait inconnue, et l'analyse harmonique exige la connaissance de cette période.

C'est pourquoi nous résoudrons le problème d'une autre manière, par *approximations successives*. Cette méthode a cet avantage de porter en elle-même sa vérification.

Un examen attentif de la courbe de la Fig. 2 montre l'existence d'un mouvement sinusoïdal d'une période de 8 ans environ. Sachant cela nous ferons disparaître cette onde par des moyennes mobiles de 8 termes effectuées sur les Triades IV. Cette onde sera en effet étouffée par cette opération, car, de même que la somme de 3 courants triphasés est nulle, de même la somme des sinus de  $n$  angles croissant en progression arithmétique de raison  $\frac{360^\circ}{n}$  est nulle. Si l'onde n'avait pas une période rigoureusement égale à 8 ans, elle serait toutefois considérablement affaiblie.

Le graphique montrant le résultat de cette opération est donné par la Fig. 3a.

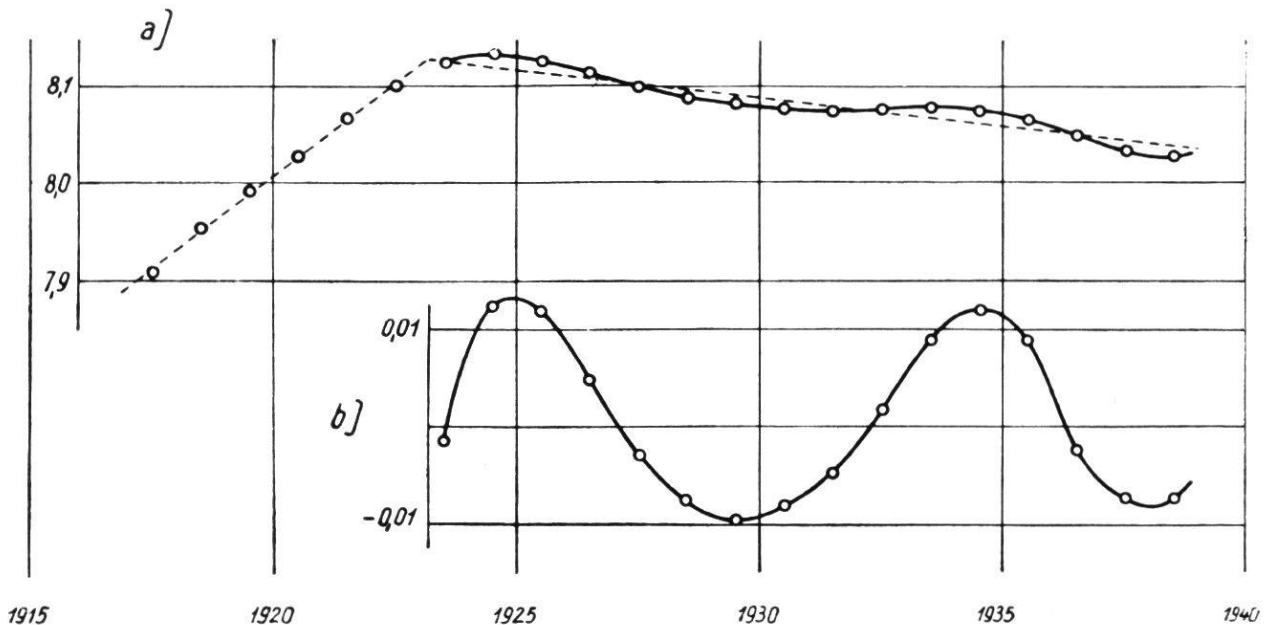


Fig. 3.

Nous apprenons déjà quelques caractères de la série étudiée des températures.

Premièrement, de 1910 à 1923, la tendance générale est linéaire ascendante et de 1923 à 1946, cette tendance est linéaire descendante. Autour de l'année 1923 il se produit un changement de régime, une discontinuité dans le mouvement.

Secondement, dans la partie descendante se manifeste un mouvement périodique qui n'apparaissait pas dans la partie précédente. Si on isole cette onde de son trend et si on la représente graphiquement à part, on obtient la courbe à peu près sinusoïdale de la Fig. 3b. Cette onde n'a pas une amplitude aussi petite qu'on

pourrait le croire. La transformation l'a diminuée, et si on voulait la reporter dans le plan des Triades IV, il faudrait multiplier son

amplitude par le facteur  $\frac{8 \sin \frac{\omega}{2}}{\sin 8 \frac{\omega}{2}}$  dont la valeur est environ 8.

Il faut maintenant dégager de la courbe Fig. 3b l'onde sinusoïdale fondamentale qu'elle contient. Je n'entrerai pas dans le détail de cette étude; elle ne peut se faire avec beaucoup de précision, car cette onde a été écourtée par les moyennes mobiles de 8 termes. J'ai déterminé sa période, son amplitude et sa phase, et j'ai trouvé une période d'environ 9 ans. Ces résultats constituent une *première approximation de l'onde de 9 ans*.

Reprenons maintenant la courbe des Triades IV (Fig. 2) et récapitulons ce que nous connaissons.

Nous connaissons d'abord le trend pour chacune des deux parties séparées par l'année 1923. On supposera que les équations de ces droites, qu'on peut relever sur la Fig. 3a, ont été écrites.

Nous connaissons en outre, pour la seconde partie, une onde de 9 ans. On supposera qu'on a écrit son équation; c'est l'équation de la sinusoïde trouvée dans la courbe de la Fig. 3b, son amplitude étant multipliée par 8.

Retranchons maintenant de la courbe des Triades IV, le trend et l'onde de 9 ans. Que restera-t-il ?

Il doit rester l'onde de 8 ans, si toutefois cette onde existe réellement. Un graphique, non reproduit ici, montre en effet une sinusoïde très suffisamment régulière, dont on peut sans difficulté déterminer la période, l'amplitude et la phase. En particulier, sa période est exactement 8 ans. *L'onde de 8 ans est ainsi connue en première approximation*. Cette approximation s'est révélée suffisante.

Il est nécessaire d'obtenir pour l'onde de 9 ans, sommairement connue, une deuxième approximation. On opère semblablement, en reprenant la courbe des Triades IV et en retranchant le trend et l'onde de 8 ans, toutes choses bien connues.

Un graphique, également non reproduit ici, montre qu'il faut attribuer à cette onde une période de 8,85 ans, donc un peu infé-

rieure à celle trouvée en première approximation. *L'onde de 8,85 ans est connue en deuxième approximation.*

Nous sommes en mesure maintenant d'écrire *l'équation de la courbe* qui est ajustée sur la courbe des Triades IV de la Fig. 2.  $t$  désigne la partie annuelle millésime; par exemple, pour 1925 on a  $t = 25$ .

Pour 1914-1923:

$$y = 7,2442 + 0,0382 t + 0,187 \sin \frac{2\pi}{8} (t - 26,4)$$

Pour 1923-1942:

$$y = 8,2599 - 0,005737t + 0,187 \sin \frac{2\pi}{8} (t - 26,4) + 0,0938 \sin \frac{2\pi}{8,85} (t - 31,85)$$

La courbe calculée par ces formules coïncide très bien avec la courbe des Triades IV. Sur 29 points, 11 se trouvent un peu en dehors.

Il ne reste plus qu'à effectuer la *transformation inverse* dont j'ai parlé au début afin de passer de l'étage IV à la base. On y arrive simplement en multipliant par  $M_1^4$  et  $M_2^4$  respectivement les amplitudes des sinusoïdes, ces facteurs de réduction étant les suivants:

$$\text{Onde 8 ans: } M_1^4 = \left( \frac{3 \sin \frac{\omega}{2}}{\sin 3 \frac{\omega}{2}} \right)^4 = 2,384 \quad \left( \omega = \frac{360^\circ}{8} \right)$$

$$\text{Onde 8,85 ans: } M_2^4 = \left( \frac{3 \sin \frac{\omega}{2}}{\sin 3 \frac{\omega}{2}} \right)^4 = 2,018 \quad \left( \omega = \frac{360^\circ}{8,85} \right)$$

Il faut la 4<sup>e</sup> puissance parce que nous avons fait 4 fois de suite l'opération des triades.

*Les équations de base* sont donc celles-mêmes que nous avons écrites sauf que les amplitudes 0,187 et 0,0938 doivent être remplacées respectivement par

$$0,4459 \text{ et } 0,1893$$

Le résultat final de toute cette étude est donné par la courbe calculée d'après les équations de base. On peut voir cette courbe



sur la fig. 4 où l'on a également reproduit les températures données, c'est-à-dire le graphique même de la Fig. 1 afin de permettre une comparaison.

Si la courbe ne passe pas par les points donnés, cela tient premièrement aux mouvements cycliques existants autres que ceux que nous avons trouvés, secondement à des causes irrégulières dont on ne peut donner aucune explication.

Qu'il doive exister d'autres mouvements cycliques, cela ne fait pour moi aucun doute. En analysant les résidus, j'en ai constaté un ou deux de courte période, mais ils sont trop peu réguliers pour que je les mentionne ici.

Maintenant, réfléchissant sur les mouvements cycliques dont nous venons de déterminer les constantes caractéristiques, on peut se demander : *quelle confiance* peut-on avoir en ces résultats ?

Il est malaisé de chiffrer le degré de certitude qu'on demande. On peut dire, en gros, qu'il est proportionnel à l'importance des mouvements constatés.

Mais il est une chose qui nous dicte de la prudence et nous oblige à une certaine réserve. On peut employer diverses méthodes ou, pour mieux dire, diverses transformations. Il est à prévoir que, à cause des irrégularités non expliquées, lesquelles sont considérables, un traitement différent donnera des résultats un peu différents. Cette remarque est d'ailleurs générale et s'applique à tous les problèmes où les erreurs des données sont importantes. En définitive, les résultats trouvés attendent confirmation.

Une étude de ce genre doit pouvoir nous autoriser à faire des *prévisions* à longue échéance. En examinant les ondes de 8 ans et de 8,85 ans, nous constatons que vers 1925 elles sont en opposition de phase ; elles seront en concordance vers 1950. *Vers 1948 nous aurons un minimum de température très marqué et vers 1952 un maximum très prononcé.*

Je suis un peu déçu de ces conclusions, car l'année chaude de 1947 ne semble pas présager une année suivante très froide. Il est à remarquer cependant que ces prévisions n'indiquent qu'un mouvement général et ne peuvent concerner une année particulière. Ainsi la courbe des températures présente un maximum en 1944 ; or, cette année particulière a été moyenne.

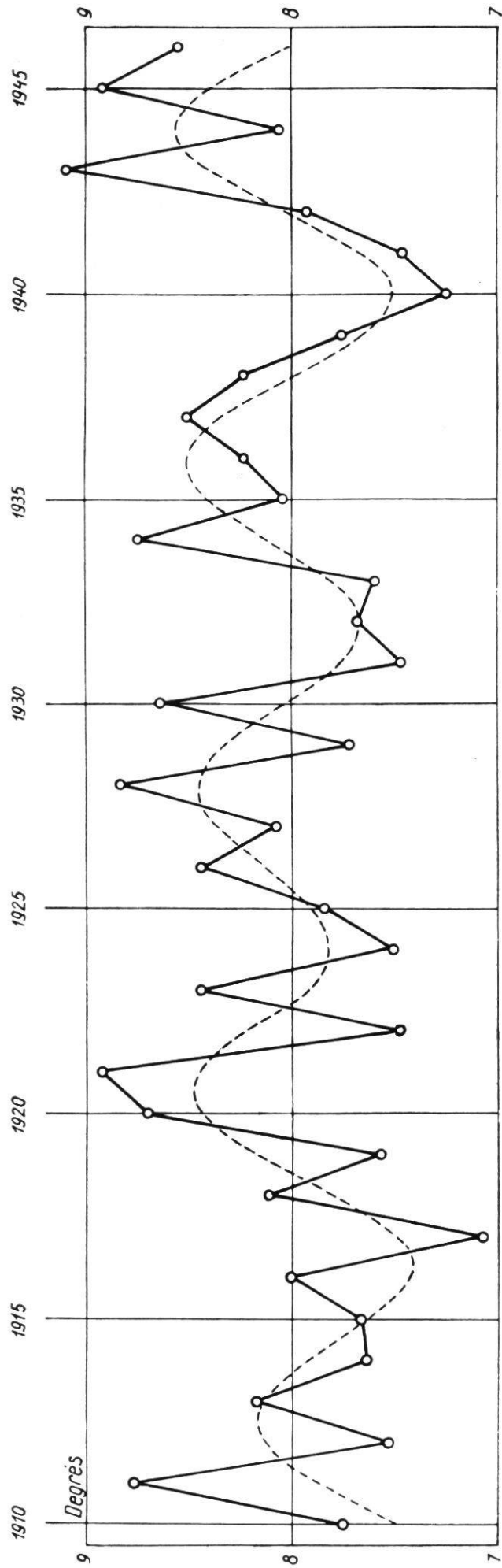


Fig. 4. Températures de Fribourg 1910-1946.

Résultats de l'analyse périodique.

Une dernière question qui se présente à l'esprit est la suivante : *Pourquoi* ces cycles de 8 ans et 8,85 ans ? Quelle est la cause de ces phénomènes périodiques ?

Je suis aussi embarrassé que tout le monde pour répondre à cette question. On ne connaît pas la raison première de ces cycles et d'autres qu'on a constatés dans les divers éléments météorologiques.

Cette cause est-elle de nature géographique ? est-elle à chercher dans le soleil ?

On connaît bien dans le soleil un phénomène périodique à longue période : les taches solaires, qui causent une diminution de la radiation présentant un maximum d'intensité tous les 11 ans. On devrait donc observer une élévation de température sur la terre chaque fois qu'un minimum de taches solaires a lieu. Je puis avancer que, dans les températures que j'ai étudiées, un tel cycle, s'il existe, est tout à fait négligeable.

Ce n'est qu'en multipliant des analyses périodiques, telles que celle qui vient d'être faite, qu'on pourra un jour découvrir la cause physique de ces cycles.

---

## **Essais et espoirs d'une médecine sociale et ses raisons d'être psycho-physiologiques**

par C. MORARD.

Qu'est-ce qu'une médecine sociale ?

Comment la définir ?

Ce n'est pas facile ; et ce n'est pas à cela que nous allons nous arrêter. La médecine sociale n'est pas une abstraction. Elle n'est pas le résultat d'une conception philosophique ; elle se fait. On en fait tous les jours — comme M. Jourdain faisait de la prose —, sans le savoir. Elle vit, plus ou moins bien, sur une terre peuplée d'hommes vivants, en contact étroit avec des contingences locales, avec des réalités individuelles et collectives, avec des besoins, avec des exigences, avec des contradictions, avec des idéologies.