

Classification des régimes pluviométriques annuels de la Belgique à partir de l'analyse harmonique

par Hélène LAGIEWKA

INTRODUCTION

Le but de l'analyse harmonique est la mise en évidence des composantes périodiques ou cycliques d'un phénomène. Des courbes complexes telles que celles des régimes annuels des précipitations peuvent être remplacées par une somme de sinusoïdes ; dans le cas étudié, deux sinusoïdes suffiront à représenter le phénomène.

Les données utilisées sont les normales mensuelles établies par C.L. Dupriez et R. Sneyers pour les 361 stations du réseau pluviométrique belge [3] (1).

I. — LA MÉTHODE

A. — CAS SIMPLE : MIDDELKERKE

Le procédé [8] utilisé sera illustré par deux exemples. Le premier est celui de Middelkerke (Fig. 1 : a). Ce régime présente un maximum et un minimum bien marqués. Les valeurs extrêmes de ce régime sont égales à 42 mm en avril et à 69 mm en octobre ; elles s'écartent de la moyenne, égale à 54,58 mm, de respectivement 12,58 mm et 14,42 mm.

L'histogramme du régime est lissé et la valeur de la moyenne y est portée (Fig. 1 : b) ; la courbe obtenue ressemble à une sinusoïde dont :

- le niveau de référence serait égal à la moyenne ;
- l'amplitude serait en première approximation égale à la demi-différence entre les valeurs du maximum et du minimum de précipitations ;
- l'angle de phase permettrait de déterminer la position du maximum.

(1) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie *in fine*.

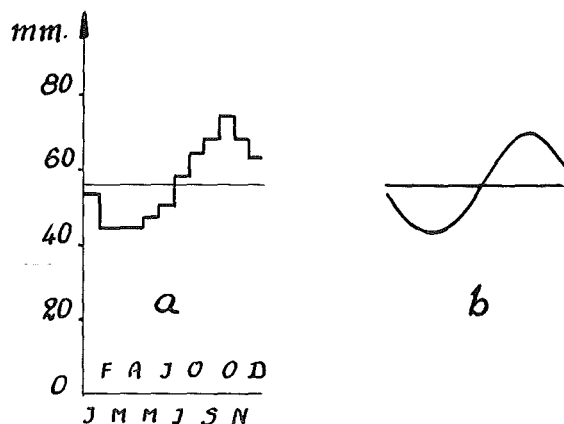


FIG. 1. — Diagramme des pluies mensuelles à Middelkerke.

Sous sa forme générale, l'équation de cette courbe est :

$$\hat{R}_t = \bar{X} + A \sin \left(t \frac{360^\circ}{N} + \phi \right) \quad (1)$$

\hat{R}_t = précipitations estimées du mois t

\bar{m} = moyenne mensuelle

A = amplitude

t = 1, ..., N

N = nombre de divisions dans la période étudiée

ϕ = angle de phase

Si les paramètres sont remplacés par leur valeur spécifique pour Middelkerke, l'équation (1) devient :

$$\hat{R}_t = 54,58 + 13,639 \sin (t 30^\circ + 168^\circ) \quad (2)$$

L'équation de l'harmonique est constituée par le second terme de (2). L'équation (2) permet de calculer les valeurs mensuelles des précipitations à Middelkerke (tabl. I). Le plus grand écart entre les valeurs observées (R) et les valeurs (\hat{R}) est égal à 2,38 mm, ce qui représente une erreur de 5,4 %. Les estimations sont donc très satisfaisantes.

La part expliquée (P.EXP) par l'harmonique est calculée en effectuant le rapport des variations expliquées par la première harmonique (H_1) et des variations totales par rapport à la moyenne (\bar{X}) (2) [4] :

$$P.EXP = \frac{VAR H_1}{VAR \bar{X}} = \frac{1116.30}{1136.92} = 98,19 \%$$

(2) Variations données par la somme du carré des écarts : $SCE = \sum (X - \bar{X})^2$.

TABLEAU I. — Valeurs réelles et valeurs calculées des précipitations à Middelkerke.

	\hat{R}_t	R_t	$\Delta (R_t - \hat{R}_t)$
Janvier	50,29	51	0,71
Février	44,38	42	2,38
Mars	41,22	43	1,78
Avril	41,63	42	0,37
Mai	45,5	46	0,5
Juin	51,8	50	1,8
Juillet	58,9	59	0,1
Août	64,8	66	1,2
Septembre	67,9	67	0,9
Octobre	67,5	69	1,5
Novembre	63,6	62	1,6
Décembre	57,3	58	0,7

$$\hat{R}_t = \bar{X} + H_1$$

R_t = précipitations mensuelles réelles.

Cette harmonique suffit donc à expliquer le régime des pluies à Middelkerke. Celui-ci est caractérisé par une variation annuelle des précipitations, les valeurs extrêmes sont supérieures ou inférieures à la moyenne d'une valeur voisine de 13,6 mm et le maximum se présente à la fin du mois de septembre. La position du maximum peut être calculée d'après la formule : $90^\circ - \phi_1 = 90^\circ - 168^\circ = -78^\circ$. Le nombre de degrés résultant peut être assimilé au nombre de jours qui sépare l'époque du maximum et le 15 décembre. Alors qu'en réalité le maximum se produit en octobre, l'analyse harmonique le positionne à la fin de septembre ; l'approximation est cependant suffisante.

B. — CAS COMPLEXE : RACHAMPS

Mais dans le cas d'un régime à variation semi-annuelle, il est nécessaire d'ajouter une seconde harmonique à l'équation (1). Celle-ci devient :

$$R = \bar{X} + A_1 \sin \left(t \frac{360^\circ}{N} + \phi_1 \right) + A_2 \sin \left(2t \frac{360^\circ}{N} + \phi_2 \right) \quad (3)$$

Cette seconde harmonique permet de représenter les phénomènes qui présentent deux maximums sur une période, mais ces deux maximums ne sont pas nécessairement d'égale importance ; à la limite le maximum secondaire n'existe pas, la seconde harmonique ne contribue qu'à l'amélioration de l'ajustement de la courbe.

Le cas de Rachamps illustre bien la nécessité de recourir à deux harmoniques (fig. 2). Le progrès réalisé lorsque la seconde harmonique est ajoutée à la première est considérable (tabl. II). La considération de la première harmonique aboutissait à une erreur de 8,1 mm ; elle est réduite à 3,45 mm si les deux harmoniques sont prises en compte.

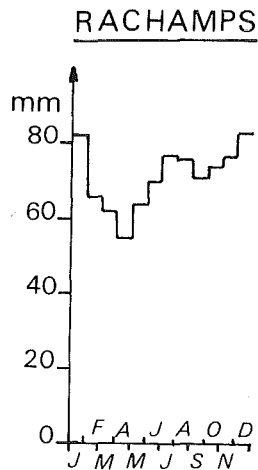


FIG. 2. — Diagramme des pluies mensuelles à Rachamps.

TABLEAU II. — Valeurs réelles et valeurs calculées des précipitations à Rachamps.

	\hat{R}_{t1}	R_t	$(R_t - \hat{R}_{t1})$	\hat{R}_t	$(R_t - \hat{R}_t)$
Janvier	79,2	81	8,1	79,1	1,9
Février	68,74	66	2,74	69,45	3,45
Mars	65,33	62	3,33	59,8	2,2
Avril	63,56	57	6,56	57,33	0,33
Mai	63,93	64	0,07	63,22	0,78
Juin	66,32	70	3,28	71,84	1,84
Juillet	70,1	77	6,9	76,33	0,67
Août	74,25	76	1,75	74,96	1,04
Septembre	76,67	71	5,67	71,15	0,15
Octobre	79,43	74	5,43	73,2	0,8
Novembre	79,07	77	2,07	78,36	1,36
Décembre	76,67	83	3,33	82,19	0,71

\hat{R}_{t1} = précipitations mensuelles estimées à partir de la première harmonique.

R_t = précipitations mensuelles vraies.

\hat{R}_t = précipitations mensuelles estimées à l'aide des deux premières harmoniques.

Ajouter la troisième harmonique améliorerait encore les résultats, mais dans le cas de Rachamps une part expliquée de 95,5 % est suffisante :

$$P.EXP_{1+2} = \frac{(388,8 + 279)/12}{699/12} = 95,5 \%$$

La validité de l'ajustement des courbes estimées est évaluée par la méthode des moindres carrés (ANOVA) sur laquelle a été appliqué le test de Snedecor (avec la distribution de Fischer) ([2], pp. 118-119).

C. — LA CARTOGRAPHIE

Les amplitudes et angles de phase des deux premières harmoniques ont été calculés pour les 361 stations du réseau pluviométrique belge. Le procédé cartographique utilisé tient compte de ces deux paramètres. Chaque station du réseau est représentée par un vecteur dont la longueur est égale à l'amplitude et dont l'orientation est fonction de l'angle de phase. La part expliquée par l'harmonique considérée est indiquée par le type de figuré utilisé pour le remplissage du vecteur. La part expliquée par la première harmonique varie ici entre 25 et 100 %. Cet intervalle a été divisé en 3 classes de 25 %.

D. — SIGNIFICATION DES HARMONIQUES

Lorsque la première harmonique explique plus de 90 % de la variance totale, le régime de la station est exactement représenté par le vecteur de la première harmonique. Comme nous l'avons déjà vu dans un premier exemple, la position du maximum est donnée par l'angle du vecteur. L'amplitude représente approximativement la demi-différence entre le maximum et le minimum ; plus le régime est contrasté, plus cette demi-différence est grande. Lorsque la part expliquée par la première harmonique diminue, l'information apportée par la seconde doit être prise en considération de plus en plus attentivement. Si les angles de phases sont égaux ou diffèrent de 180°, alors la position du maximum de la première harmonique est conservée et ce dernier est renforcé. Si par contre, les angles de phase diffèrent de 90°, les maximums définis par la seconde harmonique se produisent 3 mois avant et après le maximum de la première harmonique ; de plus, ce dernier voit son importance diminuée, puisqu'à ce moment de l'année, les valeurs de la seconde harmonique sont négatives. Plus la part expliquée par la seconde harmonique est grande et plus son angle de phase diffère de celui de H_1 , plus il faut en tenir compte dans la position du (ou des) maximum(s). Quand la seconde harmonique explique plus de 50 % de la variance, le régime des pluies a deux maximums. Si l'angle de phase de la première harmoni-

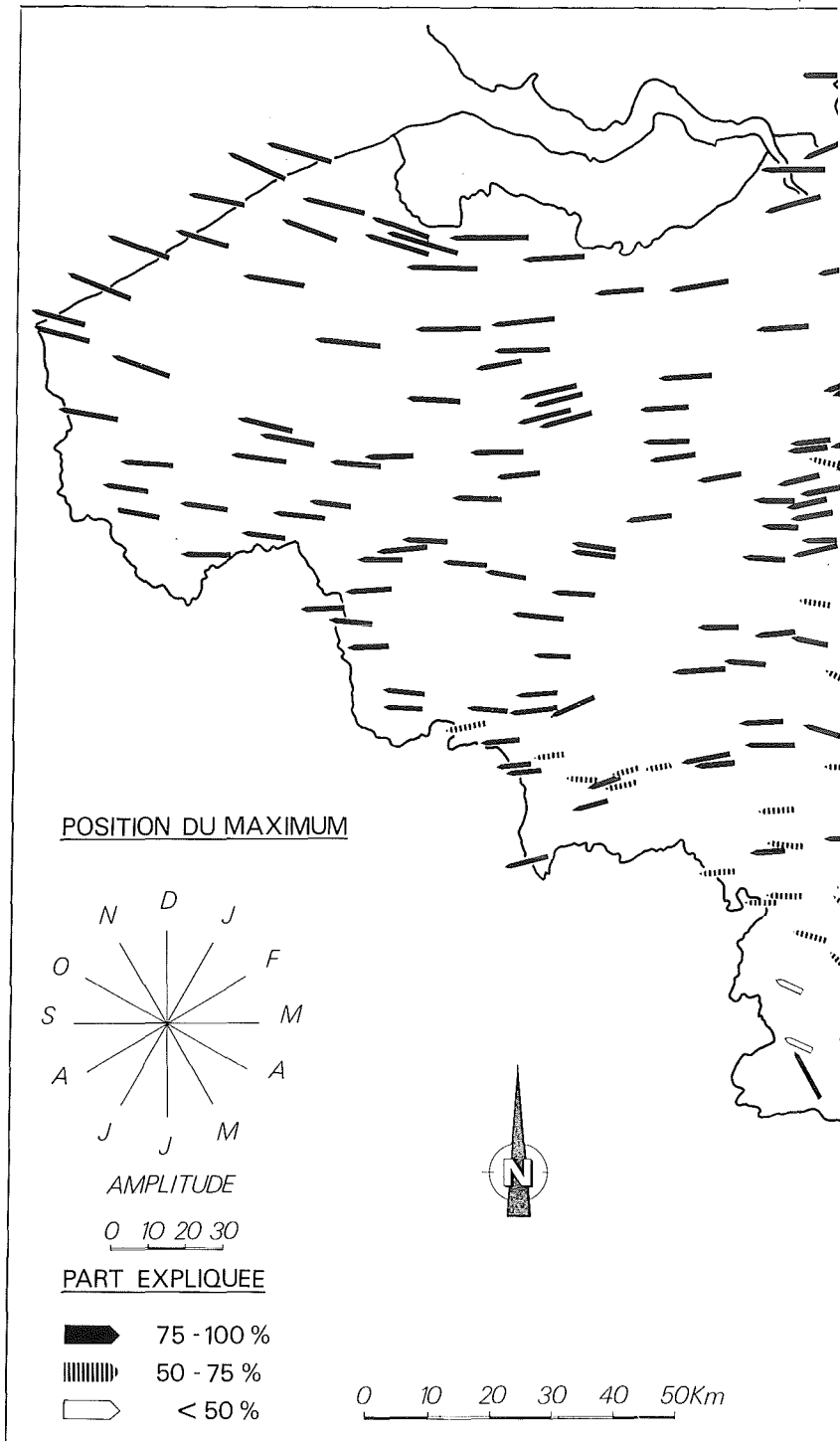
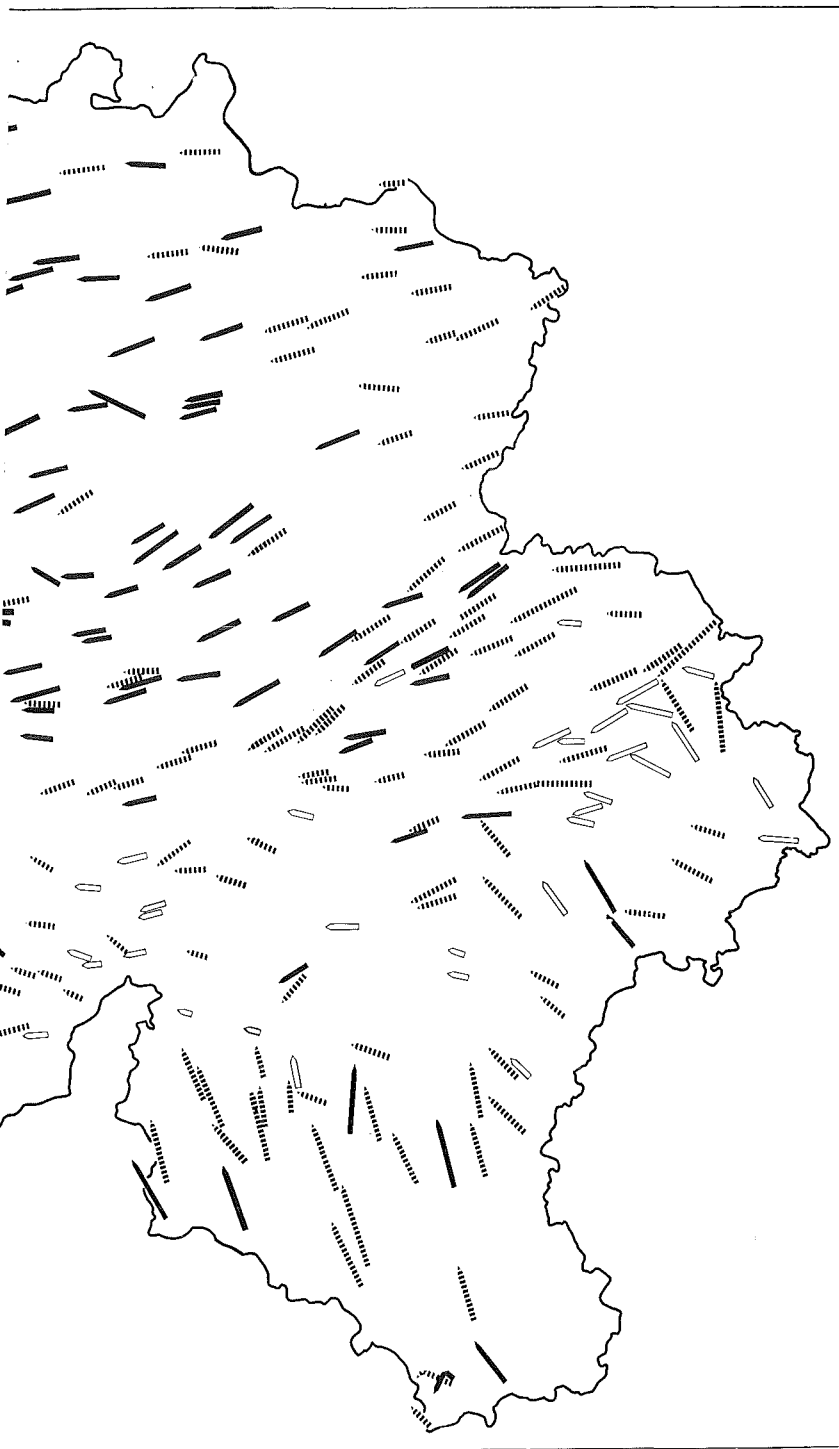


FIG. 3. — Carte de la première



harmonique (légende : voir p. 90).

que (ϕ_1) est égal à ϕ_2 ou à $\phi_2 + 180^\circ$, alors H_1 renforce un des maximums de la deuxième harmonique (H_2) qui devient le maximum principal.

II. — EXPLOITATION

A. — LA PREMIÈRE HARMONIQUE (fig 3)

L'examen de la carte de la première harmonique permet de tirer de nombreuses conclusions quant à la variation spatiale de la position du ou des maximums dans le régime annuel des précipitations.

La première harmonique est dominante sur tout le territoire, sauf dans le triangle Hautes Fagnes-Bastogne-Chimay où elle n'explique souvent que moins de 50 %. De cette remarque, il découle que les régimes pluviométriques sont généralement simples, c'est-à-dire avec un seul maximum ; les régimes à deux maximums bien démarqués sont limités au triangle susmentionné.

A la côte, avec une part expliquée supérieure à 90 %, le régime est indiscutablement caractérisé par un seul maximum. Le maximum des précipitations a lieu en octobre, le minimum en février ou mars. Ce régime est qualifié d'*océanique* (Boezinge, fig. 4 : a).

En se déplaçant vers l'est, l'angle de phase augmente ; cela signifie que le maximum des pluies se produit de plus en plus tôt dans l'année, en juillet et en août (Schaffen, fig. 4 : b) indiquant ainsi une tendance *continentale*, mais la persistance du minimum de printemps est la preuve que l'influence océanique subsiste. Malgré une diminution de la part expliquée par la première harmonique, il est permis de considérer qu'elle suffit à représenter le phénomène à elle seule puisque la part expliquée reste supérieure à 70 %. Le rôle de la seconde harmonique est de contribuer à un meilleur ajustement de la courbe estimée.

En pénétrant à l'intérieur des terres, selon un axe dirigé vers l'est-sud-est qui s'arrête aux points hauts de la Hesbaye, les angles de phase

(Légende de la fig. 3).

L'orientation du vecteur associé à chaque station du réseau pluviométrique belge indique la position du maximum des précipitations annuelles. La longueur de ce même vecteur donne une mesure de l'amplitude de leurs variations. Si la première harmonique explique plus de 75 % de la variance, elle suffit à schématiser le régime annuel ; si elle explique moins de 75 %, la seconde harmonique apporte une amélioration à la schématisation. Lorsque la première harmonique explique moins de 50 %, il existe deux maximums annuels qui sont alors donnés par la seconde harmonique.

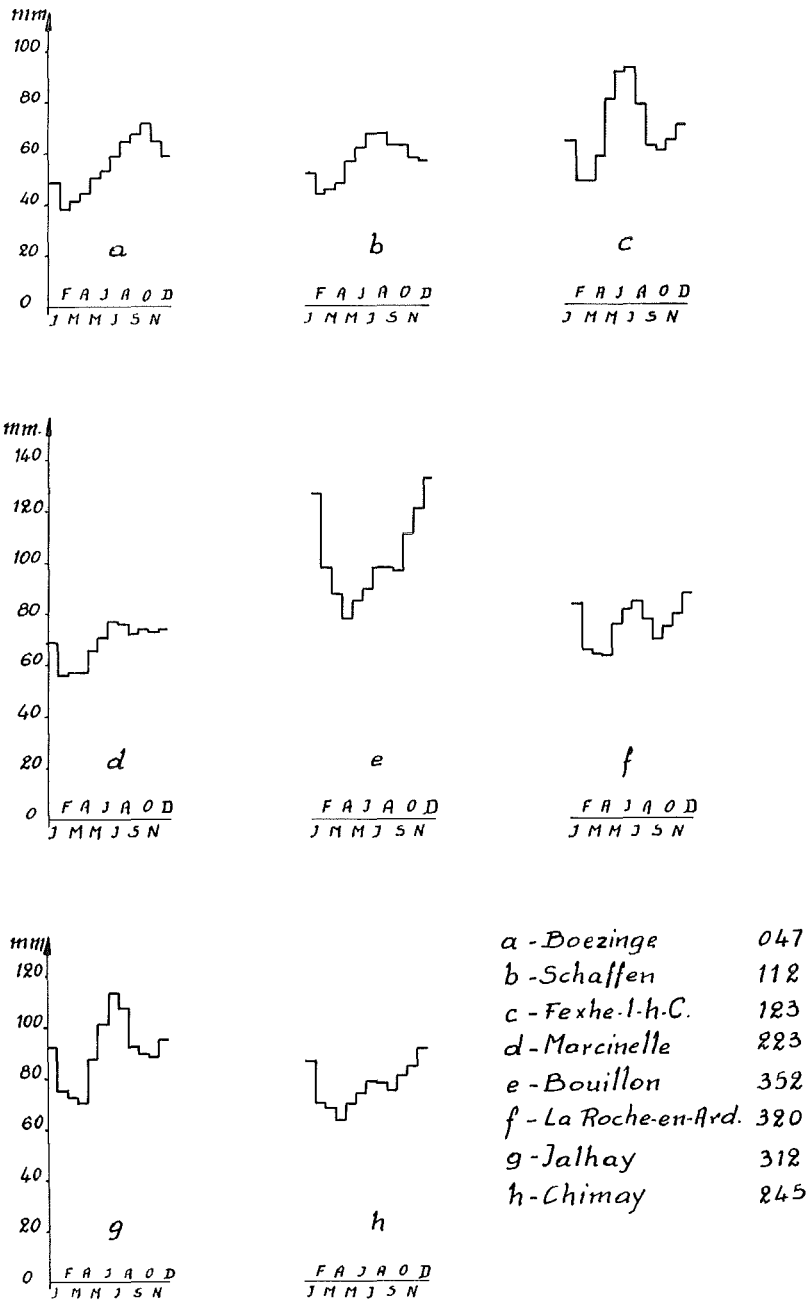


FIG. 4. — Diagramme des pluies mensuelles dans différentes stations de Belgique.

sont de plus en plus grands. Cela signifie que la tendance à la continentalité s'accroît, elle se traduit par un maximum d'été. Comme l'amplitude de l'harmonique est grande, ce maximum se démarque largement. Le minimum de février existe toujours.

De la côte vers le Haut Pays Hennuyer, la variation de l'angle de phase est moindre ; par contre, la part expliquée par la première harmonique diminue : nous nous avançons donc vers une région où les influences océanique et continentale interfèrent plus, le minimum de printemps est toujours présent (Marcinelle, fig. 4 : d).

Au sud de la crête de Bastogne, l'angle de phase diminue de valeur, cette fois. C'est un franc maximum d'hiver qui apparaît. Ce fait est dû au relief et à l'exposition du versant méridional de l'Ardenne et il est d'autant mieux marqué que le relief est plus élevé (Bouillon, fig. 4 : e). Le régime redevient nettement océanique ([5], pp. 297-310). Ce phénomène apparaîtra aussi sur la crête des Hautes Fagnes.

Le sillon Sambre-et-Meuse est caractérisé par un maximum d'été, ce dernier se produisant légèrement plus tard dans la vallée de la Sambre. Le sillon marque une discontinuité entre le nord et le sud du pays. Dans la zone comprise entre ces deux vallées et la crête de Bastogne, la première harmonique présente une part expliquée très faible et indique un maximum de fin d'été ou d'automne (comme à la côte), sauf dans la vallée de la Meuse de Dinant où il se produit en été comme le long de la Meuse entre Namur et Liège. L'ensemble de cette région constitue une zone de transition entre les stations à caractère plus continental du nord et celles de type océanique du sud.

B. — LA SECONDE HARMONIQUE

La répartition géographique de la part expliquée par la deuxième harmonique est inverse de celle de la première harmonique. Cela est dû au fait que la somme des deux premières harmoniques est presque une constante (dans 85 % des cas, $H_1 + H_2 > 95\%$) et que les harmoniques d'ordre supérieur ont dans ce cas peu d'importance. Cette complémentarité entre H_1 et H_2 justifie l'absence d'une carte de la seconde harmonique.

La part expliquée par la seconde harmonique est inférieure à 3 % à la côte, elle augmente régulièrement jusqu'aux Hautes Fagnes où elle atteint 60 à 70 %. La valeur de 75 % est atteinte une seule fois à La Roche-en-Ardenne (fig. 4 : f).

Le sud du sillon Sambre-et-Meuse est caractérisé par une seconde harmonique de l'ordre de 30 à 40 %. L'augmentation de la part expliquée par H_2 correspond généralement à l'existence de deux maximums annuels. Ceux-ci ont deux origines :

- le maximum d'hiver existe à cause de la présence des reliefs ; nous avons vu que ceux-ci rendaient un caractère océanique au climat ;
- le maximum d'été est justifié par l'éloignement de la côte ; l'influence continentale augmente avec la distance.

Une seconde harmonique importante traduit la coexistence d'une influence océanique et d'une autre, continentale. Plus ces influences sont importantes, plus l'amplitude de H_2 est grande. Dans ces conditions, les régimes ont un caractère mixte plus accentué. L'existence de la seconde harmonique n'implique pas que le régime pluviométrique possède deux maximums, mais simplement que la courbe ne peut être décrite à l'aide de la seule première harmonique ([6], p. 160).

Pour que le second maximum existe, il faut que le rapport A_2/A_1 soit supérieur à 0,7 (fig. 5, Zoutleeuw : 0,54 ; Botrange : 0,7 ; Eupen : 0,96). L'examen de quelques diagrammes ombriques a permis de fixer ce niveau comme limite. Ce niveau est arbitraire et n'a pas de réelle signification mathématique.

Comme nous l'avons déjà signalé, l'interprétation de la seconde harmonique est surtout intéressante lorsqu'elle est associée à la première.

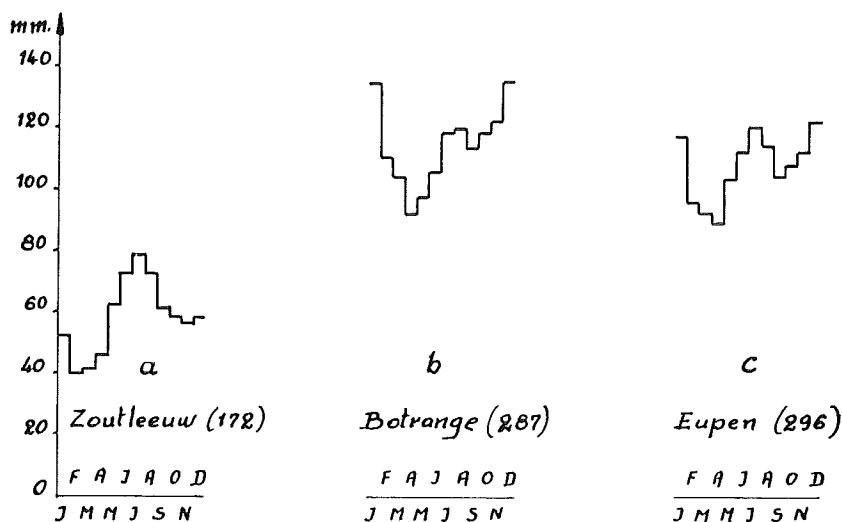


FIG. 5. — Détermination empirique du seuil du rapport $\frac{A_2}{A_1}$.

Le fait important est de savoir si les deux angles de phase sont en conjonction ou en quadrature. Lorsque les angles φ_1 et φ_2 sont différents et que H_2 est prédominante (Bouillon, fig. 4 : e), la courbe qui figure le régime est asymétrique, le minimum de printemps étant maintenu. Ceci s'applique à toute la zone au sud de Bastogne ; le climat y est de type océanique en raison de la présence des reliefs et de l'exposition des versants.

Dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, les deux harmoniques sont généralement en quadrature de phase ; le maximum principal est décalé par rapport à la position donnée par H_1 et le minimum est atténué (Marcinelle, fig. 4 : d).

La région la plus hétérogène est bien sûr le massif ardennais au nord de Bastogne. Dans toute cette zone, les angles de phase de la seconde harmonique ont les valeurs les plus basses et au contraire les amplitudes sont les plus grandes du pays. De plus, en raison de la faible différence de phase entre les deux harmoniques, les maximums se produisent ici rigoureusement en janvier et en juillet. Les stations les plus élevées du pays ont systématiquement une part expliquée de la seconde harmonique supérieure à 50 % et sont donc caractérisées par un régime à deux maximums (Baraque Michel, Eupen). En outre, les stations de vallée présentent une tendance continentale comme dans la vallée mosane ; le maximum d'été devient prépondérant (Jalhay, fig. 4 : g).

C. — LA TROISIÈME HARMONIQUE

Dans la région comprise entre le sillon Sambre-et-Meuse et la crête de Bastogne, la part expliquée par les deux premières harmoniques est la plus faible. L'allure de la courbe figurant le régime devient très complexe et il est nécessaire de faire appel à des harmoniques de période inférieure à une demi-année. Mais comme nous l'avons dit au sujet de la seconde harmonique, l'existence d'une harmonique d'un certain ordre n'implique pas que le nombre de maximums soit égal à cet ordre.

A Chimay (fig. 4 : h), les deux premières harmoniques n'expliquent que 79,62 % ; il reste donc 20 % à expliquer par les harmoniques d'ordre supérieur, mais le diagramme de Chimay ne montre ni 3 et encore moins 4 maximums. La troisième harmonique améliore seulement l'ajustement de la courbe.

III. — DIVISIONS CLIMATIQUES

Malgré la faible superficie de la Belgique, la variété des régimes pluviométriques est très grande : presque tous les régimes de l'Europe

occidentale y sont représentés. Une telle diversité incite à l'établissement de divisions climatiques. Celles-ci sont établies à partir de la carte de la première harmonique et sont principalement basées sur la position du ou des maximums (fig. 6).

La position du minimum de précipitations sera peu commentée et n'interviendra que peu dans la justification des divisions climatiques, car celui-ci se produit toujours au printemps. Dans 54,8 % des cas, c'est en février ; en mars pour 7,3 % des cas et en avril pour les 38,9 % restants. Le nord du sillon Sambre-et-Meuse est caractérisé par un minimum en février, tandis qu'au sud c'est en avril que celui-ci se présente. Le mois de février n'est dans ce dernier cas que légèrement supérieur aux valeurs obtenues en avril. Par contre, la cote udométrique diminue brusquement de janvier à février. On peut donc parler d'une période de minimum centrée sur mars dans la région au sud du sillon Sambre-et-Meuse.

La position des maximums est beaucoup plus variable ; c'est donc cet élément qui servira principalement à établir la division. Schématiquement, le maximum principal se produit en automne à la côte, en été dans la partie centrale du pays et en hiver dans le sud.

1. *La côte.* — Cette région est caractérisée par les pluies les plus faibles (inférieures à 700 mm) et par un franc maximum d'automne (Middelkerke). Le maximum est presque supérieur au double de la valeur du minimum ; le régime est donc bien différencié. Le maximum d'automne est dû à la persistance de la forte capacité hygrométrique de l'air liée à la température maximum de l'eau à cette époque et à la reprise de l'activité cyclonique. Au fur et à mesure que l'on s'écarte de la côte, la position du maximum se déplace très graduellement vers l'été.

2. *La Flandre intérieure.* — Les précipitations sont ici de l'ordre de 750 mm. Le régime y est toujours à tendance océanique, mais le maximum se produit de plus en plus tôt dans l'année et s'étale sur la fin de l'été et le début de l'automne (Moen). Cet étalement se traduit notamment par une diminution sensible de l'amplitude de la première harmonique surtout vers le sud-sud-est.

(Légende de la fig. 6).

Les diagrammes des pluies mensuelles ont été associées aux régions distinguées (I : Middelkerke; II : Moen; III : Obourg; IV : a. Schaffen, b. Houthalen; V : Fexhe-le-Haut-Clocher; VI : Chimay; VII : a. Petergensfeld, b. La-Roche-en-Ardenne; VIII : Ebly). Le fond de la présente carte s'inspire des données de la figure 3 avec des simplifications en ce qui concerne la part expliquée de la première harmonique : deux classes ont été retenues, de 0 à 50 % (flèches blanches) et plus de 50 % (flèches noires).

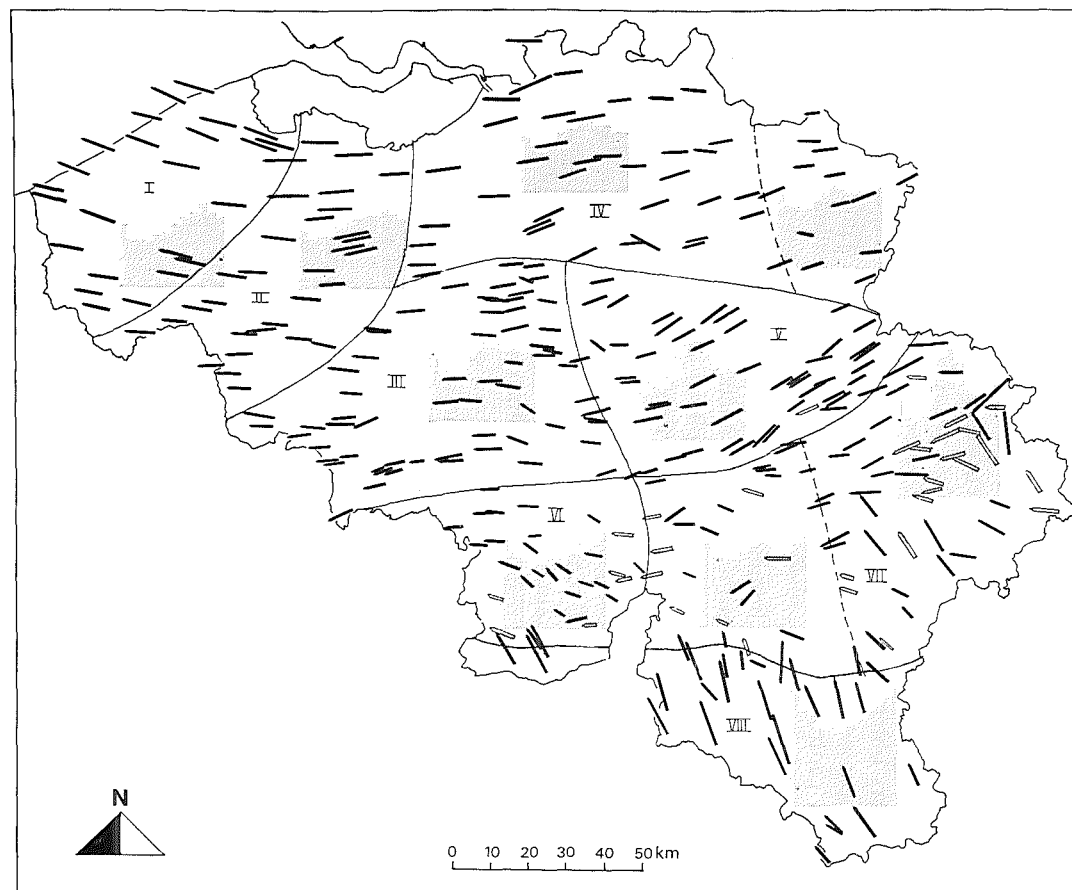


FIG. 6. — Divisions climatiques de la Belgique basées sur la position des maximums de précipitations annuelles.

3. *Le Hainaut.* — Dans cette zone, le maximum continue son mouvement rétrograde et l'amplitude des harmoniques est assez faible (Obourg). Cette zone comporte des dépressions, notamment celles des vallées de la Sambre et de la Haine. Cette position particulière accentue le caractère continental et le maximum se produit en été. La seconde harmonique acquiert une certaine importance mais elle est en quadrature de phase avec la première, ce qui entraîne un plus grand aplatissement des diagrammes ombriques. Malgré une pluviosité de l'ordre de 850 mm, l'amplitude annuelle diminue par rapport à la côte.

4. *La Campine.* — Elle accuse une légère diminution des précipitations annuelles en son centre ; les maximums se produisent en août-septembre. La tendance continentale est présente, mais le minimum de printemps confère une note océanique. L'éloignement progressif de la côte justifie le caractère continental, qui n'est plus que faiblement contrebalancé par l'influence océanique (Schaffen). L'est de cette région peut être considéré comme une sous-région, car l'amplitude de la première harmonique décroît au profit de la seconde. Cela signifie que le régime est moins différencié et que l'influence océanique augmente légèrement à la faveur de l'élévation du relief due à la présence du plateau de Campine (Houthalen).

5. *La vallée de la Meuse et la Hesbaye.* — Les totaux annuels augmentent régulièrement vers le sud. Toutefois, les centres urbains de la vallée mosane constituent des îlots moins pluvieux. La tendance continentale devient prédominante (Fexhe-le-Haut-Clocher). Ceci en raison de l'éloignement de la côte auquel s'ajoute dans certains cas, l'encaissement dans une vallée. Les points culminants de la Hesbaye se situent sur le rebord méridional du plateau et ils présentent une tendance océanique, comme le montre l'angle de phase de la première harmonique.

6. *Le plateau condruzien à l'ouest de la Meuse de Dinant.* — Les totaux annuels augmentent régulièrement vers le sud et passent de 800 à 950 mm. La première harmonique est de faible amplitude ; elle indique un maximum d'automne qui réapparaît à la faveur de l'augmentation d'altitude. La seconde harmonique est en quadrature de phase avec la première ; l'écart entre la valeur du minimum et du maximum diminue, alors que les totaux sont supérieurs à ceux de la côte. Les deux maximums sont communs à presque toutes les stations, mais le plus important est celui d'hiver sur le plateau (Chimay). Dans les vallées (Marcinelle), celui d'été lui est parfois un peu supérieur. Cette région largement soumise aux dépressions cycloniques d'ouest en supporte la conséquence et voit sa pluviosité hivernale augmenter [1]. Par contre, son éloignement de la côte favorise les orages d'été.

7. *L'Est de la Meuse de Dinant.* — Les totaux annuels augmentent avec l'altitude et atteignent la valeur maximum de 1400 mm. Cette région est la plus hétérogène. Dans le nord-est de l'Ardenne, les deux maximums existent pour presque toutes les stations. Sur la bordure nord des Hautes Fagnes, c'est le maximum d'été qui prédomine (Petergensfeld), tandis qu'au sud c'est celui d'hiver. Dans les vallées, le maximum d'hiver tend à disparaître. Le premier maximum est dû aux orages d'été, tandis que le second est lié à la présence de reliefs qui rendent au climat son caractère océanique, car ils placent cette région en position d'obstacle par rapport aux dépressions d'ouest. Les zones d'orages se trouvent dans cette zone au début de l'été et elles se déplacent pour arriver à la côte au mois d'août [9]. La région condruzienne est caractérisée par des harmoniques de faible amplitude et dont l'angle de phase varie en fonction du site de la station : en vallée, c'est bien sûr par une tonalité continentale qu'est caractérisé le régime ; sur le plateau, le maximum se produit en janvier. Dans cette zone, le rapport des amplitudes des deux harmoniques est souvent voisin de 1, le second maximum existe donc bien. A La-Roche-en-Ardenne, les deux influences sont presque à égalité : les deux minimums et les deux maximums se présentent à des niveaux identiques. Toute cette région vérifie l'antinomie entre abondance des précipitations et netteté du régime.

8. *Le sud de la Belgique.* — Les précipitations annuelles diminuent en même temps que l'altitude : de 1 200 mm. sur le versant méridional de l'Ardenne, elles n'atteignent plus que 900 mm dans le sud de la Gaume. La limite entre cette région et le reste de la Haute-Belgique est ici particulièrement nette. Ailleurs, les influences continentale et océanique coexistent tandis que dans cette région, malgré son plus grand éloignement de la côte, le climat est typiquement océanique (Ebly).

IV. — CONCLUSIONS

L'analyse harmonique permet de caractériser les régimes pluviométriques annuels à l'aide d'une somme de sinusoides. De cette façon, les douze valeurs mensuelles se trouvent résumées dans un nombre restreint de paramètres. En Belgique, deux sinusoides (harmoniques) suffisent à fixer le nombre de maximums, leur position et le caractère contrasté du régime. La Belgique, malgré une superficie restreinte, présente une grande diversité de régimes pluviométriques qui peuvent être répertoriés comme suit :

1. *Les régimes simples* sont de type océanique ; ils sont représentés au nord du pays (avec un maximum d'automne) et au sud de la

crête de Bastogne (avec un maximum d'hiver). Des régimes simples de type continental ne se rencontrent pas dans le pays. Toutefois, des régimes continentaux avec un maximum d'été et un léger maximum d'hiver caractérisent la Campine occidentale et la Hesbaye.

Pour les régimes à un seul maximum, la première harmonique suffit à représenter le cycle annuel des précipitations.

2. *Les régimes mixtes.* — Dans ce cas, les deux saisons extrêmes, à savoir l'été et l'hiver, occupent la première place au point de vue de la quantité de précipitations reçues. Le meilleur exemple est fourni par la station de La-Roche-en-Ardenne. Ce caractère de mixité parfaite se dégrade lorsqu'on s'éloigne de cette ville. Un des maximums devient alors prédominant. Dans les vallées de Haute-Belgique et en Hesbaye, la tendance à la continentalité est plus accentuée et c'est donc en été que la pluviosité est la plus importante. Dans les sites exposés de la Haute-Belgique, au contraire, c'est le maximum d'hiver qui est prédominant.

Ces types de régime sont caractérisés par une seconde harmonique très importante. L'amplitude de cette dernière sera largement supérieure à la première pour le cas de La-Roche-en-Ardenne. Si un des deux maximums devient prédominant, c'est l'angle de phase de la première harmonique qui fixera le mois du maximum principal.

3. *Les régimes peu contrastés.* — Leur originalité réside dans le fait que tous les mois de l'année sont également pluvieux. Ce type de régime se réalise dans les régions qui subissent des influences opposées et dégradées. Opposées, puisque l'hiver et l'été reçoivent une même quantité de précipitations, et dégradés, car aucune saison ne se distingue. Ce type de régime est fréquent dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et apparaît aussi dans le Hainaut.

Une première harmonique de faible amplitude, des angles de phase en quadrature sont les principales caractéristiques de ce régime peu différencié.

La cartographie des paramètres fournis par l'analyse harmonique a non seulement permis une analyse spatiale aisée, mais a aussi conduit à une subdivision régionale du territoire quant aux régions pluviométriques.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- [1] BATTIAU M. — *Quelques remarques sur les précipitations dans les Ardennes franco-belges*, dans *Hommes et Terres du Nord*, 1, 1970, pp. 41-54.
- [2] DAGNELIE P. — *Théorie et méthodes statistiques*. Vol. 2. *Les méthodes de l'inférence statistique*. Gembloux, 1970, 457 p.

- [3] DUPRIEZ C.L. et SNEYERS R. — *Les normales du réseau pluviométrique belge*. Institut royal météorologique, *Publications*, série A, n° 101, 1978, 32 p.
 - [4] CHATFIELD C. — *The analysis of time series : theory and practice*. Chapman and Hall, London, 1975, 263 p.
 - [5] GODARD A. — *Contribution à l'étude du climat lorrain*, dans *Revue géographique de Lyon*, 1951, pp. 292-310.
 - [6] HORN L.H. and BRYSON R.A. — *Harmonic analysis of the annual march of precipitation over the United States*, dans *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 50, 1960, pp. 157-171.
 - [7] SCHWARTZ B.E. and BOSART L.F. — *The diurnal variability of Florida rainfall*, dans *Monthly Weather Review*, Vol. 107, n° 11, 1979, pp. 1535-1545.
 - [8] SCOTT C.M. and SHULMAN D. — *An areal and temporal analysis of precipitation in the northeastern United States*, dans *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 18, n° 15, 1979, pp. 627-633.
 - [9] SNEYERS R. — *La fréquence des orages en Belgique*. Institut royal météorologique, *Publications*, série A, n° 22, 1961, 34 p.
-