

**PROPOSITION POUR UN ALGORITHME
MESURANT LES VARIATIONS DES DONNEES A ORIGINE
CONTROLEE : LE COEFFICIENT DE PULSATION
(e.g. thermologie dunaire)**

J.M. Palierne

Professeur à l'Université de Nantes

RESUME : Les données des séries chronologiques (ou autres variables non aléatoires) montrent d'importantes fluctuations de leurs valeurs successives. Pour calculer ces fluctuations, le Coefficient de Variation est inadéquat. L'auteur propose de lui substituer un Coefficient de pulsation, pris sur la Tendence.

ABSTRACT : Data of time series (or another nonrandom variables) show large fluctuations between successive values. To calculate the fluctuations, the Coefficient of Variation is inadequate. The author sets up a Coefficient of Pulsation taken out the trend.

Mots-clés : Fluctuations - Tendence - Variables non aléatoires.

Key words : Fluctuations - Trends - Nonrandom variables.

I. POSITION DU PROBLEME

Le milieu littoral dunaire est l'un des domaines où les contrastes biologiques sont les plus typés, et cela pour de faibles (voir de très faibles) unités de distance ou de durée. La lutte anti-érosive, fondée sur la mise en végétation (par engazonnement ou boisement, sinon par afforestation¹ requiert une connaissance fine des aptitudes biogéographiques. Parmi celles-ci, la composante thermo-hydrique est essentielle car elle conditionne nombre de processus biotiques, l'évolution pédogénétique entre autres. De ce point de vue, on peut se demander si l'échec de telle plantation ne tient pas, pour une part, à l'ignorance où l'on est d'estimer certains paramètres-descripteurs comme l'ampleur comparée des variations thermiques par exemple. En effet, s'il est aisé d'apprécier et d'exprimer les fluctuations en situation de variable aléatoire - grâce au **coefficient de variation** ($C.V. = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100$) -, en matière de variation sur le temps (chronique) il en va tout autrement ; le C.V. est ici complètement inopérant puisqu'il ne tient aucun compte de l'ordre de succession des données, lequel est déterminant en la matière.

En vue d'appréhender les variations sur le temps, nous avons donc imaginé un **coefficient de pulsation (C.P.)** qui sera défini comme exprimant "les variations des données rapportées à leur ordre de succession", et qui s'écrira :

$$C.P. = \frac{\partial}{\Delta T} \times 100$$

où ∂ est un écart-type pris sur les valeurs corrigées de la chronique, et ΔT l'amplitude de la tendance de celle-ci (ou produit du coefficient angulaire par l'effectif restreint $v = N-1$).

Ce coefficient n'ayant, sauf erreur, jamais été proposé, on en donnera ici les modalités du calcul qui satisfait aux propriétés des algorithmes, dont la généralité, car il est applicable à toute variable pour laquelle il existe un "trend".²

II. CHOIX DES GRANDEURS D'ENTREE ET OBJECTIF VISE

Afin d'expliciter le calcul, on utilisera deux chroniques de températures maximales hebdomadaires relevées au printemps (1982), dans un sol dunaire (forêt d'Olonne) - à 10 cm de profondeur - d'une part, sous futaie décidue à exposition sud-est (Erablière à Robinier, X), et, d'autre part, sous futaie sempervirente à exposition nord-est (Pinaie maritime sur chênes verts frutescents, Y). On suivra au tableau 1 et à la figure 1, le traitement des grandeurs d'entrée.

Pour étalonner C.P. on se référera au paramètre classique du C.V. qui établit immédiatement la problématique lorsqu'on le compare à ce que montrent les courbes de la figure 1, de manière intuitive. Le C.V. donne respectivement 21,2% pour la futaie X, et 22,7% pour la futaie Y. Ils sont donc pratiquement égaux (différence non significative), alors que les variations des deux courbes montrent une grande différence. Certes, la qualité d'ajustement à la droite de tendance, prise par r ou coefficient de corrélation, décèle la différence, mais de manière difficilement comparative et insuffisamment nuancée ("écrasement" des différences par la borne à l'unité). Il faut avoir en effet des grandeurs de sortie comparables.

III. LE CALCUL DES GRANDEURS DE SORTIE ET LA NOTION DE PULSATION

L'effectif de la chronique étant $N = 13$ relevés, l'effectif restreint ν est $13 - 1 = 12$. Le coefficient angulaire de la Tendance de X, $T(X)$, vaut 0,184 (soit une hausse de température de 0,184 degré centigrade hebdomadaire), $T(X)$ venant de $\sum xz / \sum z^2$. L'amplitude de Tendance, $\Delta T(X)$, donne alors : $0,184 \times 12 = 2,21$. Quant au temps (Z), il est coupé en deux par la semaine moyenne (ou médiane de série impaire à $2n + 1$, soit semaine 7), laquelle coïncide avec la moyenne thermique $17,3^\circ$, au point ψ par lequel passe la droite de tendance $T(X)$.

L'amplitude de tendance varie donc de $17,3 - (2,21/2) = 16,196$ (valeur corrigée de l'origine de la série) à $17,3 + (2,21/2) = 18,404$ (valeur corrigée de son terme), la somme de ces deux valeurs extrêmes donnant évidemment le double de la moyenne thermique.

A partir de la valeur-origine corrigée, il suffit d'incrémenter 0,184 à chaque pas (chaque grandeur hebdomadaire) pour obtenir les D ou valeurs corrigées successives. De là, il vient les écarts à la droite de tendance, d , par $X - D$, où X est la valeur observée. On élimine les valeurs négatives en portant d au carré. Puis, après avoir sommé les d^2 , on en sort la variance ∂^2 , soit $\sum d^2 / N$. L'extraction de la racine carrée de cette variance fournit ∂ qui est l'écart-type à la Tendance, soit $\partial = \sqrt{155,6/13} = 3,46$.

C.P. donne alors $(3,46/2,21) \times 100 = 156,6\%$.³

Pour bien comprendre la différence entre C.V. et C.P. on retournera à la figure 1 où ont été reportées les grandeurs de l'autre chronique thermique (Y), relevées simultanément, à 100 m de distance, et dont le C.P. vaut 11,5%.

Ainsi, la différence entre les deux stations est-elle désormais quantifiée en fonction du temps, et de façon immédiatement comparable. Il faut ajouter à cela la grande sensibilité du C.P. qui peut dépasser 500% pour les amplitudes faibles ($\Delta T < 0,2$), et beaucoup plus (jusqu'au décuple) pour les amplitudes insignifiantes ($\Delta T < 0,002$). Dans de tels cas, le Coefficient de Pulsation met en évidence, à la fois, le caractère incessant des

Tableau 1 - Les données à traiter

X	Z	x	z	x ²	z ²	xz	D	d	d ²	Y
13,0	1	-4,3	-6	18,5	36	25,8	16,196	-3,196	10,2	10,2
12,4	2	-4,9	-5	24,0	25	24,5	16,380	-3,980	15,8	10,5
16,0	3	-1,3	-4	1,7	16	5,2	16,564	-0,564	0,3	13,2
22,0	4	4,7	-3	22,1	9	-14,1	16,748	5,252	27,6	12,5
25,0	5	7,7	-2	59,3	4	-15,4	16,932	8,068	65,1	14,9
17,0	6	-0,3	-1	0,1	1	0,3	17,116	-0,116	0	15,9
13,5	7	-3,8	0	14,4	0	0	17,300	-3,800	14,4	15,3
19,5	8	2,2	1	4,8	1	2,2	17,484	2,016	4,1	20,0
16,4	9	-0,9	2	0,8	4	-1,8	17,668	-1,268	1,6	16,1
16,4	10	-0,9	3	0,8	9	-2,7	17,852	-1,452	2,1	18,1
16,7	11	-0,6	4	0,4	16	-2,4	18,036	-1,336	1,8	19,5
21,0	12	3,7	5	13,7	25	18,5	18,220	2,780	7,7	20,5
16,2	13	-1,1	6	1,2	36	-6,6	18,404	-2,204	4,9	20,3
225	91	0	0	161,8	182	33,5	225	0	155,6	207

X= Températures (Erablière). Y = Températures (Pineaie). Z = Temps (28.03 - 21.06.1982).

x = X - \bar{X} ($\bar{X} = 17,3$). z = Z - \bar{Z} ($\bar{Z} = 7$). D, d, d² voir texte. N = 13 (d'où : 225/13 = 17,3 et 91/13 = 7)

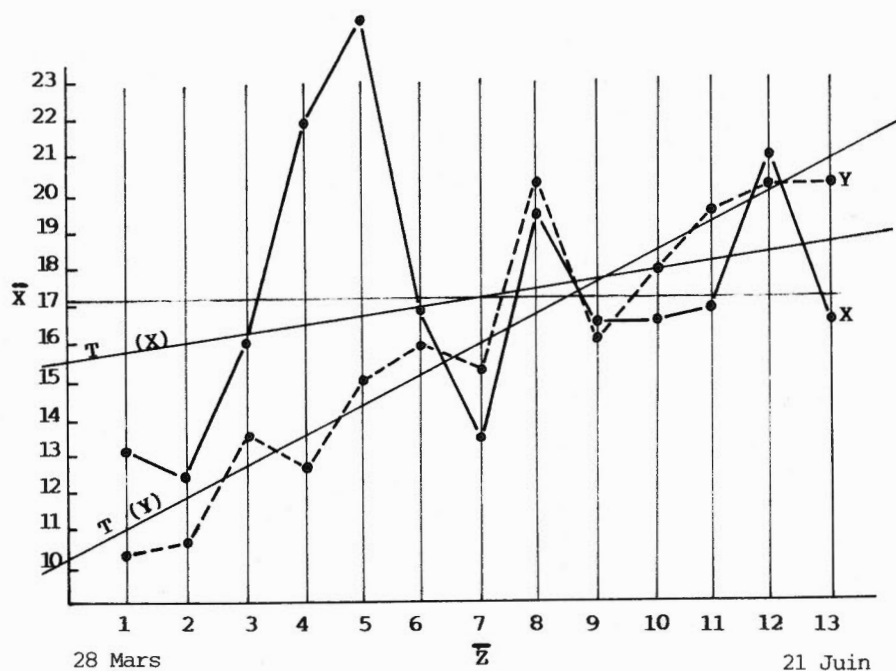


Figure 1. Variations hebdomadaires de la température dans le sol

pulsations et l'importance de leur ampleur rapportée à leur tendance quasi nulle, éclairant par là même le rythme des oscillations, ce qui constitue une autre indication précieuse de la variation dans le temps.

D'un point de vue pratique, on retiendra seulement ici que C.P. fait bien ressortir l'originalité et la sensibilité des biogécénoses dunaires (sol y compris), lesquelles fonctionnent comme de véritables transformateurs biogénétiques. Aussi relèvera-t-on l'incidence non négligeable que les pulsations thermiques peuvent avoir sur les organismes vivants, en fonction de l'aptitude de ceux-ci à répondre plus ou moins vite et bien aux contraintes et pressions de sélection induites par la température. En appliquant cet algorithme à des données recueillies sur plusieurs années, en sites variés et en vue d'objectifs précis tels que la microclimatologie (anémométrie incluse), la biologie (rythmes de croissance notamment), les pressions humaines déprédatrices, etc., il nous a été possible de reprendre la notion de FACETTE (biogécénotique) ainsi que celle de dynamique végétale appliquée à l'état climacique.¹

¹ Voir l'article "Quand la forêt cache l'arbre", dans le présent cahier.

² Des applications de l'algorithme ont été faites sur des variables aussi différentes que la granulométrie, la potentiométrie, le taux de change du dollar en yen, etc...

³ La convergence entre la valeur de d^2 et celle de C.P. est purement fortuite.