Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 76 (1950)

Heft: 6

Artikel: Calcul symbolique des coefficients de poids et de corrélation des inconnues dans le cas d'observations médiates ou conditionelles

Autor: Bachmann, W.K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-57424

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Calcul symbolique des coefficients de poids et de corrélation des inconnues dans le cas d'observations médiates ou conditionnelles

par W. K. BACHMANN, professeur à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne

Lorsqu'on a affaire à un problème de compensation d'observations médiates ou conditionnelles, on peut calculer les erreurs moyennes à craindre sur les inconnues après compensation à l'aide des formules bien connues que nous donne la méthode des moindres carrés. Il s'agit là de résultats qui sont devenus classiques depuis fort longtemps. Aussi, n'avons-nous pas la prétention de vouloir changer quoi que ce soit au résultat final, mais nous voulons uniquement montrer comment on peut modifier et simplifier certaines démonstrations. En effet, en suivant le procédé classique, on est toujours obligé de revenir aux observations initiales indépendantes, lorsqu'on calcule les coefficients de poids et de corrélation des inconnues. Cette façon de procéder est toujours longue et désagréable. Nous allons montrer ici que le but peut être atteint plus simplement si l'on fait intervenir le calcul symbolique des coefficients de poids. Comme dans la théorie classique, nous avons deux cas à distinguer, suivant qu'il s'agit d'observations médiates ou conditionnelles.

A. Observations médiates

1. *Compensation des observations médiates*

Ce premier paragraphe ne présente rien de nouveau aux lecteurs initiés, il est uniquement prévu pour préciser les notations que nous allons employer. Pour fixer les idées, nous allons considérer le cas de trois inconnues x, y, z et de n observations de poids $p_1, p_2, \ldots, p_n$. Soient

$$f_1(x, y, z) \qquad f_2(x, y, z) \qquad \ldots \qquad f_n(x, y, z)$$

les n fonctions mesurées et $L_1, L_2, \ldots, L_n$ les valeurs obtenues, ayant respectivement pour poids $p_1, p_2, \ldots, p_n$. Soient $v_1, v_2, \ldots, v_n$ les corrections que nous devons ajouter aux mesures en vue de leur compensation ; nous avons donc

$$(1.1) \qquad \begin{cases} L_1 + v_1 = f_1(x, y, z) \\ L_2 + v_2 = f_2(x, y, z) \\ \quad \vdots \\ L_n + v_n = f_n(x, y, z) \end{cases}$$

avec la condition des moindres carrés

$$(1.2) \qquad [pvv] = \text{minimum.}$$

Si x_0, y_0, z_0 désignent des valeurs approchées des inconnues, nous pouvons poser

$$x = x_0 + dx \qquad y = y_0 + dy \qquad z = z_0 + dz$$

et les fonctions $f_i(x, y, z)$ deviennent ainsi

$$f_i(x,y,z) = f_i(x_0, y_0, z_0) + \left(\frac{\partial f_i}{\partial x}\right)_0 dx + \left(\frac{\partial f_i}{\partial y}\right)_0 dy + \left(\frac{\partial f_i}{\partial z}\right)_0 dz + \ldots$$

les dérivées partielles étant prises au point (x_0, y_0, z_0). Pour simplifier les écritures, nous introduisons les substitutions

$$\left(\frac{\partial f_i}{\partial x}\right)_0 = a_i \quad \left(\frac{\partial f_i}{\partial y}\right)_0 = b_i \quad \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)_0 = c_i \quad f_i(x_0, y_0, z_0) = F_i.$$

En négligeant les différentielles d'ordre supérieur au premier, les équations (1.1) deviennent

$$L_i + v_i = F_i + a_i\,dx + b_i\,dy + c_i\,dz$$

et en posant

$$(1.3) \qquad \boxed{\begin{array}{l} l_i = F_i - L_i \qquad i = 1, 2, \ldots, n \\ F_i = \text{valeur approchée de la fonction } f_i \\ L_i = \text{valeur mesurée de la fonction } f_i \end{array}}$$

nous obtenons les équations aux erreurs

$$(1.4) \qquad \boxed{\begin{array}{ll} p_1 & v_1 = a_1\,dx + b_1\,dy + l_1 \\ p_2 & v_2 = a_2\,dx + b_2\,dy + l_2 \\ \vdots & \\ p_n & v_n = a_n\,dx + b_n\,dy + l_n \end{array}}$$

et ensuite les équations normales bien connues

$$(1.5) \qquad \boxed{\begin{array}{l} [paa]dx + [pab]dy + [pac]dz + [pal] = 0 \\ [pab]dx + [pbb]dy + [pbc]dz + [pbl] = 0 \\ [pac]dx + [pbc]dy + [pcc]dz + [pcl] = 0 \end{array}}$$

En exprimant maintenant les corrections dx, dy et dz en fonction des mesures $L_1, L_2, \ldots, L_n$ et en appliquant finalement la loi de la propagation des erreurs, on obtient les équations aux poids, qui sont

$$(1.6) \qquad \begin{cases} [paa]\,Q_{xx} + [pab]\,Q_{xy} + [pac]\,Q_{xz} = 1 \\ [pab]\,Q_{xx} + [pbb]\,Q_{xy} + [pbc]\,Q_{xz} = 0 \\ [pac]\,Q_{xx} + [pbc]\,Q_{xy} + [pcc]\,Q_{xz} = 0 \end{cases}$$

$$(1.7) \qquad \begin{cases} [paa]\,Q_{xy} + [pab]\,Q_{yy} + [pac]\,Q_{yz} = 0 \\ [pab]\,Q_{xy} + [pbb]\,Q_{yy} + [pbc]\,Q_{yz} = 1 \\ [pac]\,Q_{xy} + [pbc]\,Q_{yy} + [pcc]\,Q_{yz} = 0 \end{cases}$$

$$(1.8) \qquad \begin{cases} [paa]\,Q_{xz} + [pab]\,Q_{yz} + [pac]\,Q_{zz} = 0 \\ [pab]\,Q_{xz} + [pbb]\,Q_{yz} + [pbc]\,Q_{zz} = 0 \\ [pac]\,Q_{xz} + [pbc]\,Q_{yz} + [pcc]\,Q_{zz} = 1 \end{cases}$$

2. *Calcul des coefficients de poids et de corrélation des inconnues*

Le développement classique des formules (1.6) - (1.8) étant, comme déjà dit, laborieux, nous allons indiquer un procédé de calcul conduisant plus simplement au but. Nous appliquerons le calcul symbolique des coefficients de poids, dont l'inventeur incontestable est le professeur J.-M. Tienstra, de l'Ecole Polytechnique de Delft.

Notons tout d'abord qu'en vertu des équations (1.3), les grandeurs auxiliaires l_i jouent le même rôle que les observations L_i elles-mêmes. En effet, les F_i sont exemptes d'erreurs puisqu'on peut les calculer avec toute la précision voulue dès qu'on s'est fixé les valeurs provisoires x_0, y_0 et z_0 des inconnues. Nous avons donc, puisque les mesures $L_1, L_2, \ldots, L_n$ sont par hypothèse indépendantes entre elles

$$(2.1) \qquad \begin{array}{l} Q_{l_i} = Q_{L_i} \\ Q_{l_j} = Q_{L_j} \end{array} \left\} \begin{array}{l} Q_{l_i l_i} = Q_{L_i L_i} \\ Q_{l_j l_j} = Q_{L_j L_j} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} Q_{l_i l_j} = Q_{L_i L_j} = 0 \\ \text{si } i \neq j. \end{array}$$

Il en résulte que tout se passe comme si les l_i étaient des grandeurs observées indépendantes, ayant respectivement pour poids $p_1, p_2, \ldots, p_n$ ou comme coefficients de poids

$$(2.2) \qquad \boxed{Q_{l_1 l_1} = \frac{1}{p_1} \qquad Q_{l_2 l_2} = \frac{1}{p_2} \quad \ldots \quad Q_{l_n l_n} = \frac{1}{p_n}}$$

En appliquant le calcul symbolique des coefficients de poids aux équations normales (1.5), nous obtenons

$$(2.3) \qquad \boxed{\begin{aligned} [paa]\,Q_x + [pab]\,Q_y + [pac]\,Q_z + [paQ_l] &= 0 \\ [pab]\,Q_x + [pbb]\,Q_y + [pbc]\,Q_z + [pbQ_l] &= 0 \\ [pac]\,Q_x + [pbc]\,Q_y + [pcc]\,Q_z + [pcQ_l] &= 0 \end{aligned}}$$

Multiplions ces trois équations par $[paQ_l]$; on obtient ainsi

$$(2.4) \qquad \begin{cases} [paa]\,[pa\,Q_{xl}] + [pab]\,[paQ_{yl}] + [pac]\,[paQ_{zl}] + \\ \qquad + [paQ_l]\,[paQ_l] = 0 \\ [pab]\,[pa\,Q_{xl}] + [pbb]\,[paQ_{yl}] + [pac]\,[paQ_{zl}] + \\ \qquad + [pbQ_l]\,[paQ_l] = 0 \\ [pac]\,[pa\,Q_{xl}] + [pbc]\,[paQ_{yl}] + [pcc]\,[paQ_{zl}] + \\ \qquad + [pcQ_l]\,[paQ_l] = 0 \end{cases}$$

Mais en tenant compte de (2.1), on a

$$(2.5) \qquad [paQ_l]\,[paQ_l] = \sum_{i=1}^{i=n} p_i^2\, a_i a_i\, Q_{l_i l_i} = [paa]$$

et les équations (2.4) deviennent

(2.6)

$$\boxed{\begin{aligned} [paa]\,\{1 + [paQ_{xl}]\} + [pab]\,[paQ_{yl}] + [pac]\,[paQ_{zl}] &= 0 \\ [pab]\,\{1 + [paQ_{xl}]\} + [pbb]\,[paQ_{yl}] + [pbc]\,[paQ_{zl}] &= 0 \\ [pac]\,\{1 + [paQ_{xl}]\} + [pbc]\,[paQ_{yl}] + [pcc]\,[paQ_{zl}] &= 0 \end{aligned}}$$

Nous trouvons ainsi un système de trois équations homogènes à trois inconnues, qui sont

$$1 + [paQ_{xl}] \qquad [paQ_{yl}] \qquad [paQ_{zl}].$$

Le déterminant de ce système est nécessairement différent de zéro, sinon on ne pourrait résoudre le système d'équations normales. Il en résulte que le système (2.6) n'admet que la solution

$$(2.7) \qquad \boxed{1 + [paQ_{xl}] = 0 \qquad [paQ_{yl}] = 0 \qquad [paQ_{zl}] = 0}$$

On voit sans peine que si l'on avait multiplié les équations (2.3) non pas par $[paQ_l]$, mais par $[pbQ_l]$ ou $[pcQ_l]$, on aurait obtenu

$$\boxed{\begin{aligned} &(2.8) \quad [pbQ_{xl}] = 0 \qquad 1 + [pbQ_{yl}] = 0 \qquad [pbQ_{zl}] = 0 \\ &(2.9) \quad [pcQ_{xl}] = 0 \qquad [pcQ_{yl}] = 0 \qquad 1 + [pcQ_{zl}] = 0 \end{aligned}}$$

Nous allons montrer que les équations que nous venons d'obtenir sont précisément les équations aux poids.

En multipliant les trois équations (2.3) successivement par Q_x, puis par Q_y et finalement par Q_z, nous obtenons

$$(2.10) \qquad \begin{aligned} [paa]Q_{xx} + [pab]Q_{xy} + [pac]Q_{xz} + [paQ_{xl}] &= 0 \\ [pab]Q_{xx} + [pbb]Q_{xy} + [pbc]Q_{xz} + [pbQ_{xl}] &= 0 \\ [pac]Q_{xx} + [pbc]Q_{xy} + [pcc]Q_{xz} + [pcQ_{xl}] &= 0 \end{aligned}$$

$$(2.11) \qquad \begin{aligned} [paa]Q_{xy} + [pab]Q_{yy} + [pac]Q_{yz} + [paQ_{yl}] &= 0 \\ [pab]Q_{xy} + [pbb]Q_{yy} + [pbc]Q_{yz} + [pbQ_{yl}] &= 0 \\ [pac]Q_{xy} + [pbc]Q_{yy} + [pcc]Q_{yz} + [pcQ_{yl}] &= 0 \end{aligned}$$

$$(2.12) \qquad \begin{aligned} [paa]Q_{xz} + [pab]Q_{yz} + [pac]Q_{zz} + [paQ_{zl}] &= 0 \\ [pab]Q_{xz} + [pbb]Q_{yz} + [pbc]Q_{zz} + [pbQ_{zl}] &= 0 \\ [pac]Q_{xz} + [pbc]Q_{yz} + [pcc]Q_{zz} + [pcQ_{zl}] &= 0 \end{aligned}$$

En tenant compte maintenant de (2.7), (2.8) et (2.9), les équations (2.10), (2.11) et (2.12) deviennent les équations aux poids (1.6), (1.7) et (1.8), c.q.f.d.

Nous constatons ainsi que l'établissement des équations aux poids est très rapide et ne présente aucune difficulté lorsqu'on a recours au calcul symbolique des coefficients de poids.

B. Observations conditionnelles

3. *Compensation des observations conditionnelles*

Afin de préciser les notations, nous rappellerons brièvement les formules bien connues de la compensation des observations conditionnelles, en nous bornant, pour fixer les idées, au cas de trois équations de condition. Nous avons

$x_1, x_2, \ldots, x_n$	inconnues ;
$l_1, l_2, \ldots, l_n$	mesures indépendantes de ces inconnues ;
$p_1, p_2, \ldots, p_n$	poids des mesures ;
$v_1, v_2, \ldots, v_n$	corrections à apporter aux mesures pour obtenir les valeurs compensées ;
$X_1, X_2, \ldots, X_n$	valeurs compensées des inconnues ;
w_1, w_2, w_3	écarts de fermeture.

On a les formules bien connues

$$(3.1) \qquad \boxed{X_i = l_i + v_i \qquad i = 1, 2, \ldots, n}$$

$$(3.2) \qquad \begin{cases} \alpha_0 + a_1 l_1 + a_2 l_2 + \ldots + a_n l_n = w_1 \\ \beta_0 + b_1 l_1 + b_2 l_2 + \ldots + b_n l_n = w_2 \\ \gamma_0 + c_1 l_1 + c_2 l_2 + \ldots + c_n l_n = w_3 \end{cases}$$

$$(3.3) \qquad \begin{cases} a_1 v_1 + a_2 v_2 + \ldots + a_n v_n + w_1 = 0 \\ b_1 v_1 + b_2 v_2 + \ldots + b_n v_n + w_2 = 0 \\ c_1 v_1 + c_2 v_2 + \ldots + c_n v_n + w_3 = 0 \end{cases}$$

$$(3.4) \qquad \begin{cases} \left[\frac{aa}{p}\right] k_1 + \left[\frac{ab}{p}\right] k_2 + \left[\frac{ac}{p}\right] k_3 + w_1 = 0 \\ \left[\frac{ab}{p}\right] k_1 + \left[\frac{bb}{p}\right] k_2 + \left[\frac{bc}{p}\right] k_3 + w_2 = 0 \\ \left[\frac{ac}{p}\right] k_1 + \left[\frac{bc}{p}\right] k_2 + \left[\frac{cc}{p}\right] k_3 + w_3 = 0 \end{cases}$$

$$(3.5) \qquad \begin{cases} v_1 = \frac{a_1}{p_1} k_1 + \frac{b_1}{p_1} k_2 + \frac{c_1}{p_1} k_3 \\ v_2 = \frac{a_2}{p_2} k_1 + \frac{b_2}{p_2} k_2 + \frac{c_2}{p_2} k_3 \\ \vdots \\ v_n = \frac{a_n}{p_n} k_1 + \frac{b_n}{p_n} k_2 + \frac{c_n}{p_n} k_3 . \end{cases}$$

4. *Erreur moyenne à craindre sur une fonction quelconque des inconnues compensées*

Soit

$$(4.1) \qquad \boxed{F = \varphi_0 + f_1 X_1 + f_2 X_2 + \ldots + f_n X_n}$$

la fonction que nous pouvons toujours supposer linéaire sans pour cela restreindre la généralité de nos démonstrations. Comme nous avons certaines erreurs à craindre sur les valeurs compensées $X_1, X_2, \ldots, X_n$, nous voulons connaître l'erreur moyenne à craindre sur F. Les valeurs $X_1, X_2, \ldots, X_n$, résultant de la compensation, ne sont plus indépendantes et nous ne pouvons par conséquent appliquer la loi de la propagation des erreurs à la fonction (4.1). Si nous tenons compte de (3.1), l'équation (4.1) devient

$$F = \varphi_0 + [fl] + [f\nu] \tag{4.2}$$

ou bien, si nous exprimons les corrections ν_i en fonction des constantes corrélatives k (équations 3.5), nous avons

$$\boxed{F = \varphi_0 + [fl] + \left[\frac{af}{p}\right] k_1 + \left[\frac{bf}{p}\right] k_2 + \left[\frac{cf}{p}\right] k_3 .} \tag{4.3}$$

Le calcul symbolique des coefficients de poids nous donne alors

$$\boxed{Q_F = [fQ_l] + \left[\frac{af}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{bf}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{cf}{p}\right] Q_{k_3} .} \tag{4.4}$$

Mais, d'autre part, les équations normales (3.4) nous permettent d'écrire

$$\boxed{\begin{aligned} &\left[\frac{aa}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{ab}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{ac}{p}\right] Q_{k_3} + Q_{w_1} = 0 \\ &\left[\frac{ab}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{bb}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{bc}{p}\right] Q_{k_3} + Q_{w_2} = 0 \\ &\left[\frac{ac}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{bc}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{cc}{p}\right] Q_{k_3} + Q_{w_3} = 0 \end{aligned}} \tag{4.5}$$

et, à l'aide de ces équations, nous devons maintenant former l'expression

$$\left[\frac{af}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{bf}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{cf}{p}\right] Q_{k_3}$$

rentrant dans (4.4). Dans ce but, nous multiplions les équations (4.5) respectivement par trois paramètres ρ_1, ρ_2, ρ_3 et nous les additionnons, ce qui nous donne

$$\left\{\begin{aligned} &\left\{\left[\frac{aa}{p}\right]\rho_1 + \left[\frac{ab}{p}\right]\rho_2 + \left[\frac{ac}{p}\right]\rho_3\right\} Q_{k_1} \\ &\left\{\left[\frac{ab}{p}\right]\rho_1 + \left[\frac{bb}{p}\right]\rho_2 + \left[\frac{bc}{p}\right]\rho_3\right\} Q_{k_2} \\ &\left\{\left[\frac{ac}{p}\right]\rho_1 + \left[\frac{bc}{p}\right]\rho_2 + \left[\frac{cc}{p}\right]\rho_3\right\} Q_{k_3} \end{aligned}\right\} = -\rho_1 Q_{w_1} - \rho_2 Q_{w_2} - \rho_3 Q_{w_3} . \tag{4.6}$$

Choisissons les constantes ρ_1, ρ_2 et ρ_3, de sorte qu'on ait

$$\boxed{\begin{aligned} &\left[\frac{aa}{p}\right] \rho_1 + \left[\frac{ab}{p}\right] \rho_2 + \left[\frac{ac}{p}\right] \rho_3 = \left[\frac{af}{p}\right] \\ &\left[\frac{ab}{p}\right] \rho_1 + \left[\frac{bb}{p}\right] \rho_2 + \left[\frac{bc}{p}\right] \rho_3 = \left[\frac{bf}{p}\right] \\ &\left[\frac{ac}{p}\right] \rho_1 + \left[\frac{bc}{p}\right] \rho_2 + \left[\frac{cc}{p}\right] \rho_3 = \left[\frac{cf}{p}\right] . \end{aligned}} \tag{4.7}$$

L'équation (4.6) devient dès lors

$$\left\{\begin{aligned} &\left[\frac{af}{p}\right] Q_{k_1} + \left[\frac{bf}{p}\right] Q_{k_2} + \left[\frac{cf}{p}\right] Q_{k_3} \\ &+ \left\{\rho_1 Q_{w_1} + \rho_2 Q_{w_2} + \rho_3 Q_{w_3}\right\} \end{aligned}\right\} = 0 \tag{4.8}$$

et nous obtenons ainsi pour (4.4)

$$\boxed{Q_F = [fQ_l] - (\rho_1 Q_{w_1} + \rho_2 Q_{w_2} + \rho_3 Q_{w_3}) .} \tag{4.9}$$

Mais les équations (3.2) nous donnent

$$\boxed{Q_{w_1} = [aQ_l] \qquad Q_{w_2} = [bQ_l] \qquad Q_{w_3} = [cQ_l]} \tag{4.10}$$

et (4.9) devient ainsi

$$Q_F = [fQ_l] - \{\rho_1 [aQ_l] + \rho_2 [bQ_l] + \rho_3 [cQ_l]\} \tag{4.11}$$

ou bien

$$\boxed{-Q_F = \sum_{i=1}^{i=n} \{(a_i Q_{l_i})\, \rho_1 + (b_i Q_{l_i})\, \rho_2 + (c_i Q_{l_i})\, \rho_3 - f_i Q_{l_i}\} .} \tag{4.12}$$

En posant maintenant

$$\boxed{\begin{aligned} Q_{F_1} &= (a_1 Q_{l_1})\, \rho_1 + (b_1 Q_{l_1})\, \rho_2 + (c_1 Q_{l_1})\, \rho_3 - (f_1 Q_{l_1}) \\ Q_{F_2} &= (a_2 Q_{l_2})\, \rho_1 + (b_2 Q_{l_2})\, \rho_2 + (c_2 Q_{l_2})\, \rho_3 - (f_2 Q_{l_2}) \\ &\vdots \\ Q_{F_n} &= (a_n Q_{l_n})\, \rho_1 + (b_n Q_{l_n})\, \rho_2 + (c_n Q_{l_n})\, \rho_3 - (f_n Q_{l_n}) \end{aligned}} \tag{4.13}$$

l'équation (4.12) devient

$$\boxed{-Q_F = Q_{F_1} + Q_{F_2} + \ldots + Q_{F_n}} \tag{4.14}$$

et comme les mesures sont indépendantes entre elles, nous avons

$$Q_{F_i F_j} = 0 \quad \text{si} \quad i \neq j .$$

La formule (4.14) nous donne par conséquent

$$\boxed{Q_{FF} = Q_{F_1 F_1} + Q_{F_2 F_2} + \ldots + Q_{F_n F_n}} \tag{4.15}$$

Nous allons montrer que cette dernière somme peut facilement être calculée. En effet, supposons pour un instant que (4.13) soit un système d'équations aux erreurs, dans lequel ρ_1, ρ_2 et ρ_3 figurent comme inconnues. On peut alors, d'une façon purement formelle, calculer les équations normales et l'on obtient ainsi précisément le système (4.7) qui précédemment nous a servi à déterminer la valeur des paramètres ρ_1, ρ_2 et ρ_3. Il en résulte que Q_{FF} joue le même rôle dans ce jeu d'équations que la somme $[p\nu\nu]$ dans la compensation d'observations médiates. Si nous considérons par exemple les équations normales (1.5), nous avons la formule bien connue

$$\boxed{[p\nu\nu] = [pll] - \left\{\frac{[pal]^2}{[paa]} + \frac{[pbl.1]^2}{[pbb.1]} + \frac{[pcl.2]^2}{[pcc.2]}\right\}} \tag{4.16}$$

pour $[pvv]$. Il s'ensuit que si nous considérons maintenant (4.7) comme système d'équations normales, ce qui est permis fort de ce qui précède, nous avons par analogie

$$(4.17) \qquad \boxed{Q_{FF} = \left[\frac{ff}{p}\right] - \left\{\frac{\left[\frac{af}{p}\right]^2}{\left[\frac{aa}{p}\right]} + \frac{\left[\frac{bf}{p}\cdot 1\right]^2}{\left[\frac{bb}{p}\cdot 1\right]} + \frac{\left[\frac{cf}{p}\cdot 2\right]^2}{\left[\frac{cc}{p}\cdot 2\right]}\right\}}$$

formule bien connue, qui nous permet de calculer le coefficient de poids Q_{FF} de la fonction F. L'erreur moyenne à craindre sur l'unité de poids étant déjà connue, l'erreur moyenne μ_F à craindre sur F peut ainsi être calculée.

NÉCROLOGIE

Julien Mellet, ingénieur, ancien professeur [1]

Les nombreux amis que compte M. Julien Mellet, ancien professeur au Gymnase scientifique, ont appris avec tristesse son décès survenu mardi 14 mars, à Pully. Bourgeois de Lausanne, d'Oron et de Pully, M. Mellet, né en 1878 à Lausanne, fit ses études dans cette ville et suivit les cours de l'Ecole d'ingénieurs. Il porta la casquette de Zofingue. Après avoir obtenu en 1902 le diplôme d'ingénieur mécanicien et le titre de licencié ès sciences mathématiques, M. Mellet fit un stage chez Escher-Wyss à Zurich et travailla à Paris et en Russie, où il fut ingénieur puis directeur de la Société des tramways d'Ekaterinoslaw. Rentré au pays à la révolution, il fit des remplacements au Collège classique et au collège de Cully. En 1926, il était nommé professeur de mathématiques au collège de Nyon, et en 1929 était chargé d'enseigner la même discipline au Gymnase scientifique. Le défunt avait pris sa retraite en 1945. Erudit dont la formation scientifique était doublée d'une vaste culture, M. Mellet fut un pédagogue remarquable. Par ses leçons fort vivantes, il sut inculquer à ses élèves le goût du raisonnement mathématique. C'est un homme de bien qui disparaît. Nous présentons à sa famille nos vives et sincères condoléances.

BIBLIOGRAPHIE

Die Dezimalklassifikation für Elektrizitätswerke und die Elektroindustrie, par *W. Mikulaschek*, chef du Bureau de recherches bibliographiques de la bibliothèque de l'Ecole polytechnique fédérale. Edité par l'Association suisse des Electriciens, Zurich, 1950. — Un volume in-4 de 108 pages.

Imaginée par le bibliothécaire américain Melvil Dewey en 1873, la classification décimale a été adoptée, depuis de nombreuses années déjà, par l'Institut international de bibliographie et de documentation ainsi que par les congrès internationaux réunis à son initiative, comme classification bibliographique et documentaire internationale et universelle.

Aujourd'hui, la Classification décimale universelle (CDU) est le résultat d'une vaste coopération d'associations et d'institutions scientifiques (parmi lesquelles il faut citer la Fédération internationale de documentation), et aussi d'usagers de nombreux pays.

Instrument de travail pratique dans les bibliothèques, en particulier les bibliothèques spécialisées, la CDU est en développement constant et ses vastes possibilités lui permettent de s'adapter sans peine à la classification des objets, des travaux, des notions abstraites aussi, les plus variés. C'est dire toute l'importance qu'elle présente pour les sciences techniques qui voient surgir chaque jour de nouvelles découvertes et de nouvelles inventions.

Il existe actuellement en Suisse plusieurs centres de documentation (EPF, EPUL, CFF, PTT, etc.) utilisant la CDU pour la classification de leurs documents, notamment les articles de revues.

M. Walter Mikulaschek, ingénieur diplômé, fut chargé en 1931 de l'organisation du Centre de documentation de l'Ecole polytechnique fédérale, qu'il dirigea jusqu'à sa retraite en décembre 1949. Il adopta immédiatement la CDU comme système de classification, ce qui lui permit d'atteindre, en matière de documentation, un degré de perfection qui lui valut rapidement une réputation internationale.

Ayant toujours en vue le côté pratique et directement utilisable de la documentation, M. Mikulaschek sut déceler toute la richesse contenue dans les principes du système CDU et, en les appliquant sur une base étendue, il contribua pour une large part à les propager en Suisse, faisant bénéficier de nombreux collègues de son savoir. Sa récente publication *Die Dezimalklassifikation für Elektrizitätswerke und die Elektroindustrie* est le fruit de sa longue expérience dans le domaine de l'électrotechnique : elle a été composée en tenant compte des données les plus récentes de cette discipline, et l'auteur a observé un juste équilibre entre les questions générales et celles de détail, de manière à réaliser le maximum de souplesse et de commodité.

La partie essentielle de l'ouvrage est consacrée aux tables systématiques. L'électrotechnique est traitée de façon très détaillée tandis que les autres domaines, d'importance secondaire pour l'électricien, sont présentées d'une manière abrégée. Le spécialiste qui emploie ce travail pour son système de classification n'a donc pas besoin de feuilleter les quelque trois mille pages de l'édition détaillée de la CDU ; la petite édition de cent huit pages de M. Mikulaschek lui permet de trouver tous les indices décimaux qui l'intéressent particulièrement. Un index alphabétique complète le classement systématique ; il indique où il faut chercher les indices décimaux d'un groupe donné.

Les tables systématiques et l'index sont précédés d'une courte mais substantielle introduction qui donne un aperçu de la CDU et de la constitution de ses diverses tables, montre par quelques règles le moyen d'en tirer le meilleur parti possible et renseigne sur les ouvrages de référence.

Nous sommes heureux de pouvoir féliciter ici M. Mikulaschek pour ce travail méthodique d'un grand intérêt, utile non seulement aux documentalistes, mais également à toutes les personnes qui désirent se constituer une documentation basée sur des principes modernes, qui tendent à s'imposer chaque jour davantage. E. S.

Mitteilungen über Kühl- und Frostschutzmittel für den Motorfahrzeugbetrieb, par *P. Schläpfer* und *A. Bukowiecki*. Schweiz. Gesellschaft für das Studium der Motorbrennstoffe, Bern, 1949. — Un volume in-8 de 122 pages et 64 figures.

Cette étude, qui constitue le rapport N° 15 de la Société suisse pour l'étude des carburants, est consacrée à l'examen des problèmes suivants :

I. — Généralités, nature et but du refroidissement des moteurs de véhicules à l'aide des liquides, systèmes de réfrigération, régime de la transmission de chaleur. Phénomènes indésirables. Exigences requises des réfrigérants de bonne qualité.
II. — Propriétés physiques des réfrigérants les plus courants ; données relatives à la toxicité des antigels.
III. — Corrosion des parties métalliques des systèmes de réfrigération par les principaux types de réfrigérants.
IV. — Protection des systèmes de réfrigération contre la corrosion par addition d'inhibiteurs.
V. — Actions corrosives des réfrigérants et des antigels contre les récipients en divers métaux servant à leur stockage.
VI. — Attaque du caoutchouc par les réfrigérants.
VII. — Attaque des vernis de la carrosserie par les réfrigérants.
VIII. — Comparaison de divers types de réfrigérants.
IX. — Résultats d'essai de quelques antigels commerciaux.

Suit une bibliographie étendue des sujets traités.

[1] Texte tiré de la « Feuille d'Avis de Lausanne » n° du 19 mars 1950.