

<b>Zeitschrift:</b>	L'Enseignement Mathématique
<b>Herausgeber:</b>	Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique
<b>Band:</b>	5 (1959)
<b>Heft:</b>	4: L'ENSEIGNEMENT MATHÉMATIQUE
 <b>Artikel:</b>	QUELQUES TENDANCES ACTUELLES EN ANALYSE NUMÉRIQUE
<b>Autor:</b>	Blanc, Charles
<b>Kapitel:</b>	Valeurs propres de matrices.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-35493">https://doi.org/10.5169/seals-35493</a>

#### **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:** 15.02.2026

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

Par contre, si on considère la matrice obtenue en remplaçant par des différences finies un opérateur différentiel du second ordre, on a

$$P(A) = O(n^2) ;$$

si l'opérateur est du quatrième ordre,

$$P(A) = O(n^4) ;$$

pour la matrice finie de Hilbert, on trouve même

$$P(A) = O(e^{\alpha n}), \quad \text{où} \quad \alpha > 0.$$

Ces résultats permettent de guider notre choix lorsque l'on désire remplacer par des équations algébriques linéaires un problème de caractère différentiel.

On a montré également que la matrice obtenue en multipliant une matrice réelle  $A$  par sa transposée  $A'$  est moins bien conditionnée que  $A$  elle-même.

### VALEURS PROPRES DE MATRICES.

La recherche des valeurs (et vecteurs) propres d'une matrice est en soi un problème important, outre l'intérêt que ces valeurs propres (ou du moins les extrêmes) présentent, comme on vient de le voir, pour l'étude du conditionnement d'un système. A côté de cette recherche elle-même, il est très utile de posséder des moyens de décider par exemple combien de valeurs propres sont contenues dans un domaine donné.

En ce qui concerne la détermination même des valeurs propres, je voudrais montrer, en décrivant sommairement une méthode de calcul, combien il faut être circonspect dès que l'on veut se lancer dans un calcul effectif. Le théorème de Hamilton-Cayley permet d'affirmer que si l'équation caractéristique est

$$f(\lambda) \equiv \lambda^n + c_1 \lambda^{n-1} + \dots + c_n = 0$$

la matrice satisfait à cette équation:

$$f(A) \equiv A^n + c_1 A^{n-1} + \dots + c_n I = 0 ;$$

prénons alors un vecteur  $y$ ; en le multipliant à gauche par  $f(A)$ , on obtient

$$A^n y + c_1 A^{n-1} y + \dots + c_n y = 0,$$

c'est-à-dire un système de  $n$  équations, d'où on pourra tirer, si tout va bien, les coefficients  $c_i$ , ensuite de quoi il suffira de résoudre l'équation caractéristique. Ce beau programme peut toutefois résERVER des surprises désagréables. Il faut tout d'abord que  $y$  ne soit pas un des vecteurs propres, ni trop voisin de l'un d'eux; on sait de plus que les vecteurs  $A^k y$  (convenablement normés) tendent vers un vecteur propre; on a donc tout lieu de penser que le système linéaire considéré sera mal conditionné; il ne pourra nous livrer les  $c_i$  qu'avec une précision assez limitée.

Ici se pose donc la question: « Dans quelle mesure les racines d'une équation algébrique dépendent-elles des coefficients de l'équation ? » On sait que cette dépendance est continue, mais se fait-on toujours une idée même vague des ordres de grandeur ? Wilkinson a donné l'exemple suivant, qui est saisissant: l'équation

$$(x + 1)(x + 2) \dots (x + 20) = 0$$

a évidemment les racines

$$-1, -2, \dots, -20;$$

elle peut s'écrire

$$x^{20} + 210 x^{19} + \dots = 0;$$

or si on remplace le coefficient de  $x^{19}$  par

$$210 + 2^{-23},$$

certaines des racines de l'équation ne sont plus réelles; on trouve par exemple

$$-13,99 \pm 2,52i;$$

ceci donne une idée des risques que l'on court si on prétend déterminer les valeurs propres en passant par l'équation caractéristique; à l'heure actuelle, les opinions sont encore très partagées sur la marche à suivre; pour les matrices non symétriques, il semble bien que l'on ne possède aujourd'hui aucune méthode vraiment satisfaisante.