

Algèbre linéaire : Réduction

La difficulté des exercices est inquée par le nombre d'étoile(s) : facile (\star), moyen ($\star \star$) et difficile ($\star \star \star$).

Cette indication n'a rien d'absolu : ne vous découragez pas pour quelques petites étoiles !

Pour toute question ou remarque, n'hésitez pas à m'écrire à l'adresse mhacini.pro@gmail.com

Algebra is the offer made by the devil to the mathematician. The devil says: "I will give you this powerful machine, it will answer any question you like. All you need to do is give me your soul: give up geometry and you will have this marvelous machine. – Michael Atiyah

Racines carrées ($\star \star$)

Soit u l'endomorphisme de \mathbb{R}^3 dont la matrice dans la base canonique est la matrice :

$$M = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 1 \\ -4 & 3 & 1 \\ -4 & 2 & 2 \end{pmatrix}.$$

Le but de l'exercice est de déterminer les endomorphismes v de \mathbb{R}^3 vérifiant $v^2 = u$.

1. a. Déterminer le rang de M et calculer $M \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}$. En déduire les éléments propres de u .
b. Montrer que u est diagonalisable et déterminer une base \mathcal{B} de \mathbb{R}^3 dans laquelle la matrice de u est diagonale.
2. Soit v un endomorphisme de \mathbb{R}^3 vérifiant $v^2 = u$.
 - a. Montrer que $v \circ u = u \circ v$. En déduire que les sous-espaces propres de u sont stables par v .
 - b. Montrer que la matrice N de v dans la base \mathcal{B} est diagonale.
En déduire les quatre seules matrices possibles pour N .
3. Montrer qu'il existe exactement quatre endomorphismes v de \mathbb{R}^3 vérifiant $v^2 = u$ et déterminer leurs matrices dans la base canonique de \mathbb{R}^3 .

Nilpotence ($\star \star$)

Soit $n \geq 2$ et A une matrice nilpotente d'indice $p > 1$ de $\mathcal{M}_n(\mathbb{R})$, c'est à dire que $A^p = 0$ et $A^{p-1} \neq 0$.

1. Montrer que $p \leq n$.
2. Montrer, par deux méthodes, que $\text{Sp}(A) = \{0\}$.
3. En déduire que pour tout $k \in \mathbb{N}^*$, $\text{tr}(A^k) = 0$.
4. A est-elle diagonalisable ?

Pas à pas (★★★)

Soit $n \in \mathbb{N}^*$. Déterminer toutes les matrices A de $\mathcal{M}_2(\mathbb{R})$ telles que

$$A^n = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Spectre obscur (★★★)

Soit E le \mathbb{R} -espace vectoriel des fonctions continues de $[0, +\infty[$ vers \mathbb{R} admettant une limite finie en $+\infty$. Soit T l'endomorphisme de E qui à $f \in E$ associe $T(f)$ défini par

$$\forall x \in [0; +\infty[, T(f)(x) = f(x + 1).$$

Déterminer les valeurs propres de T et les vecteurs propres associés.