Rappel de cours

Exercice 1

Exercice 1.1

Calculons $\det(A - \lambda.I)$

$$\det\left(\begin{vmatrix}1-\lambda & 0 & 0\\ a & -2-\lambda & 3\\ 1 & -1 & 2-\lambda\end{vmatrix}\right)$$

$= (-2-\lambda)((2-\lambda)(1-\lambda) - 0*1) - (-1)((1-\lambda)*3 - 0*a) = -(4-\lambda^2)(1-\lambda) + 3(1-\lambda) = (1-\lambda)(-1+\lambda^2)$

donc

$$Sp(A) = \{1, -1\}$$

Exercice 1.2

Déterminons les vecteurs propres de A.
Calculons

$$E_1(A) = ker(A - I) = ker\left(\begin{vmatrix}1-1 & 0 & 0\\ a & -2-1 & 3\\ 1 & -1 & 2-1\end{vmatrix}\right)$$

Cherchons x, y, z tel que

$$\begin{vmatrix}0 & 0 & 0\\ a & -3 & 3\\ 1 & -1 & 1\end{vmatrix} . \begin{vmatrix}x\\ y\\ z\end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} 0x + 0y + 0z & = 0\\ ax - 3y + 3z & = 0\\ x - y + z & = 0\end{cases}$$

$$\begin{cases} x + z & = y\\ ax - 3x - 3z + 3z & = 0\\ 0x + 0y + 0z & = 0\end{cases}$$

$$\begin{cases} x + z & = y\\ x(a-3) & = 0\\ 0x + 0y + 0z & = 0\end{cases}$$

En fixant $x = c_1$ et $z = c_2$, on a

$$E_1(A) = \begin{cases} \{(1,1,0),(0,1,1)\} & a = 3\\ \{0,1,1) & a \neq 3\end{cases}$$

On a $dim\ E_1(A) = 2$ lorsque $a = 3$ et $dim\ E_1(A) = 1$ lorsque $a \neq 3$.

Calculons

$$E_{-1}(A) = ker(A + I) = ker\left(\begin{vmatrix}1+1 & 0 & 0\\ a & -2+1 & 3\\ 1 & -1 & 2+1\end{vmatrix}\right)$$

Cherchons x, y, z tel que

$$\begin{vmatrix}2 & 0 & 0\\ a & -1 & 3\\ 1 & -1 & 3\end{vmatrix} . \begin{vmatrix}x\\ y\\ z\end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} 2x + 0y + 0z & = 0\\ ax - y + 3z & = 0\\ x - y + 3z & = 0\end{cases}$$

$$\begin{cases} x & = 0 \\ 3z & = y \end{cases}$$

En fixant $x = 0$ et $z = c_2$, on a

$$E_{-1}(A) = \{(0, 3, 1)\}$$

On a $dim\ E_{-1}(A) = 1$.

Pour que A soit diagonalisable il faut que $dim\ A = dim\ E_1 + dim\ E_{-1}$, donc on a $a = 3$.
La matrice

$$P = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

$$P^{-1} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{vmatrix}$$

$$D = P^{-1}AP = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & \frac{3}{2} \\ -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \end{vmatrix} . \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 2 \end{vmatrix} . \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 3 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix}$$

QED

Exercice 2

Exercice 2.1

Calculons $\det(A - \lambda.I)$

$$\det\left(\begin{vmatrix} 2-\lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0-\lambda & -1 \\ 0 & 1 & 0-\lambda \end{vmatrix}\right)$$

$$= (-\lambda)((2-\lambda)(-\lambda) - 0 * 0) - (1)((2-\lambda)(-1) - 0 * 0) = (2-\lambda)(\lambda^2 + 1)$$

donc

$$Sp(A) = \{2\}\ dans\ \mathbb{R}, et\ Sp(A) = \{2, i, -i\}\ dans\ \mathbb{C},$$

Exercice 2.2

Déterminons les vecteurs propres de A dans $\mathbb{R}$.
Calculons

$$E_2(A) = ker(A - 2I) = ker\left(\begin{vmatrix} 2-2 & 0 & 0 \\ 0 & 0-2 & -1 \\ 0 & 1 & 0-2 \end{vmatrix}\right)$$

Cherchons x, y, z tel que

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & -1 \\ 0 & 1 & -2 \end{vmatrix} . \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} 0x + 0y + 0z & = 0 \\ 0x - 2y - z & = 0 \\ 0x + y - 2z & = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0x + 0y + 0z & = 0 \\ z & = 2y \\ -3y & = 0 \end{cases}$$

En fixant $x = c_1$ on a

$$E_2(A) = ker(A - 2I) = \{(1, 0, 0)\}$$

Donc dans $\mathbb{R}$, $dim\ Sp(A) = 1$, et $dim\ A = 3$ donc la matrice n'est pas diagonalisable dans $\mathbb{R}$.

Exercice 2.2

Déterminons les vecteurs propres de A dans $\mathbb{C}$.
De l'exerce précédent, on a $E_2(A) = ker(A - 2I) = \{(1, 0, 0\}$.
Calculons

$$E_i(A) = ker(A - i.I) = ker\left(\begin{vmatrix} 2-i & 0 & 0 \\ 0 & 0-i & 1 \\ 0 & -1 & 0-i \end{vmatrix}\right)$$

Cherchons x, y, z tel que

$$\begin{vmatrix} 2-i & 0 & 0 \\ 0 & -i & 1 \\ 0 & -1 & -i \end{vmatrix} . \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} (2-i)x + 0y + 0z & = 0 \\ 0x - iy - z & = 0 \\ 0x + y - iz & = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x & = 0 \\ z & = -iy \\ z & = \frac{y}{i} = -iy \end{cases}$$

En fixant $x = 0$ et $y = c_1$ on a

$$E_i(A) = ker(A - 2I) = \{(0, 1, -i)\}$$

Calculons

$$E_{-i}(A) = ker(A + i.I) = ker\left(\begin{vmatrix} 2+i & 0 & 0 \\ 0 & 0+i & 1 \\ 0 & -1 & 0+i \end{vmatrix}\right)$$

Cherchons x, y, z tel que

$$\begin{vmatrix} 2+i & 0 & 0 \\ 0 & i & 1 \\ 0 & -1 & i \end{vmatrix} . \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{cases} (2+i)x + 0y + 0z & = 0 \\ 0x + iy - z & = 0 \\ 0x + y + iz & = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x & = 0 \\ z & = iy \\ z & = -\frac{y}{i} = iy \end{cases}$$

En fixant $x = 0$ et $z = c_1$ on a

$$E_{-i}(A) = ker(A - 2I) = \{(0, 1, i)\}$$

$$Sp(A) = \{(1, 0, 0), (0, 1, -i), (0, 1, i)\}$$

Donc dans $\mathbb{C}$, $dim\ Sp(A) = 3$, et $dim\ A = 3$ donc la matrice est diagonalisable dans $\mathbb{R}$.