

Déterminer les fonctions développables en série entière au voisinage de 0 solutions de l'équation différentielle (E) suivante :

$$x^2(1-x)y''(x) - x(1+x)y'(x) + y(x) = 0.$$



Soit y une solution développable en série entière, de rayon de convergence R : on note $y(x) = \sum_{n=0}^{+\infty} a_n x^n$ et on a

$$\forall x \in]-R; R[, \quad y'(x) = \sum_{n=1}^{+\infty} n a_n x^{n-1} \quad \text{et} \quad y''(x) = \sum_{n=2}^{+\infty} n(n-1) a_n x^{n-2}.$$

On a les équivalences suivantes :

$$\begin{aligned} y \text{ solution de } (E) &\Leftrightarrow \forall x \in]-R; R[, a_0 + (a_2 - a_1)x^2 + \sum_{n=3}^{+\infty} [(n^2 - 2n + 1)a_n - (n^2 - 2n + 1)a_{n-1}]x^n = 0 \\ &\Leftrightarrow a_0 = 0 \quad \text{et} \quad a_2 = a_1 \quad \text{et} \quad \forall n \geq 3, a_n = a_{n-1} \end{aligned}$$

On en conclut que $a_0 = 0$ et pour tout $n \geq 1$, $a_n = a_1$ et donc les solutions développables en série entière au voisinage de 0 de cette équation différentielle sont les fonctions y_α , avec $\alpha \in \mathbb{R}$, définies par :

$$y(x) = \alpha \sum_{n=1}^{+\infty} x^n$$

sur l'intervalle $]-1; 1[$. On peut également déterminer la fonction somme, ce qui donne

$$\forall x \in]-1; 1[, \quad y(x) = \alpha x \sum_{n=0}^{+\infty} x^n = \frac{\alpha x}{1-x}.$$