

Exercice 4 pour les candidats ayant choisi l'enseignement de spécialité « Mathématiques » :
(5 points)

A REDIGER SUR FEUILLE SEPARÉE

On observe la taille d'une colonie de fourmis tous les jours.

Pour tout entier naturel n non nul, on note u_n le nombre de fourmis, exprimé en milliers dans cette population au bout du n -ième jour.

Au début de l'étude la colonie compte 5 000 fourmis et au bout d'un jour elle compte 5 100 fourmis.

Ainsi, on a $u_0 = 5$ et $u_1 = 5,1$.

On suppose que l'accroissement de la taille de la colonie d'un jour sur l'autre diminue de 10 % chaque jour.

En d'autres termes, pour tout entier naturel n :

$$u_{n+2} - u_{n+1} = 0,9(u_{n+1} - u_n)$$

1. Démontrer, dans ces conditions, que $u_2 = 5,19$.
2. Pour tout entier naturel n , on pose $V_n = \begin{pmatrix} u_{n+1} \\ u_n \end{pmatrix}$ et $A = \begin{pmatrix} 1,9 & -0,9 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$.
 - a. Démontrer que, pour tout entier naturel n , on a $V_{n+1} = AV_n$.
On admet que, pour tout entier naturel n , on a $V_n = A^n V_0$.
 - b. On pose $P = \begin{pmatrix} 0,9 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$. On admet que la matrice P est inversible.
A l'aide de la calculatrice, déterminer la matrice P^{-1} .
En détaillant les calculs, déterminer la matrice D définie par $D = P^{-1}AP$.
 - c. Démontrer par récurrence que, pour tout entier naturel n , on a $A^n = PD^nP^{-1}$.
Pour tout entier naturel n , on admet que
$$A^n = \begin{pmatrix} -10 \times 0,9^{n+1} + 10 & 10 \times 0,9^{n+1} - 9 \\ -10 \times 0,9^n + 10 & 10 \times 0,9^n - 9 \end{pmatrix}$$
 - d. En déduire que, pour tout entier naturel n , $u_n = 6 - 0,9^n$.
3. Calculer la taille de la colonie au bout du 10^{ème} jour. On arrondira le résultat à une fourmi près.
4. Calculer la limite de la suite (u_n) . Interpréter ce résultat dans le contexte.