

Évolution d'une population [si04] - Exercice

Karine Zampieri, Stéphane Rivière

Unisciel

sciel

algotprog

UNIVERSITÉ
HAUTE-ALSACE

Version 22 mai 2018

Table des matières

1	Évolution d'une population / pgepidemie	2
1.1	Facteur de contagion	2
1.2	Calcul et affichage de l'évolution	4
1.3	Statistiques sur la population malade	5
2	Références générales	9



alg - Évolution d'une population (Solution)



Mots-Clés Simulation ■

Requis Axiomatique impérative (sauf Fichiers) ■

Fichiers rsepidemie3.txt ■

Difficulté ●○○ (1 h) ■



Objectif

Cet exercice étudie l'évolution d'une population lors d'une épidémie.

1 Évolution d'une population / pgepidemie

1.1 Facteur de contagion

L'épidémie est caractérisée par un facteur de contagion k . La population malade (c.-à-d. le nombre de personnes malades) est donnée en millions (nombre réel).

Soit p_{j-1} la population malade à l'instant $j - 1$. La population malade à l'instant j est donnée par :

$$p_j = p_{j-1} + k p_{j-1}(1 - p_{j-1})$$

avec p_0 la population initiale.



Écrivez une fonction `contagion(k,p)` qui calcule et renvoie la population malade à l'instant suivant. Le paramètre k (réel) est le facteur de contagion d'une épidémie et p (réel) est la population malade à l'instant courant.



Écrivez une fonction `populationMalade(k,p0,n)` qui calcule et renvoie la population malade p_n calculée à un instant n (entier) à partir d'une population initiale p_0 (réel), l'épidémie ayant un facteur de contagion k (réel).



Écrivez une procédure `demanderPopulation(p)` qui saisit une population dans p (réel) comprise entre 0 (inclus) et 1 (inclus) (à vérifier).
Affichez l'invite :

Population dans [0,1]?



Écrivez une procédure `saisirDonnees(k,p0,n)` qui saisit :

- Un facteur de contagion dans k (réel).
- Une population initiale dans p_0 (réel) entre 0 et 1.
- Un instant dans n (entier).

Affichez les invites supplémentaires :

Facteur de contagion?

Instant maximal?



Validez vos fonctions et procédures avec la solution.

Solution alg @[pgepidemie.alg]

```

Fonction contagion ( k : Réel ; p : Réel ) : Réel
Début
  | Retourner ( p + k * p * ( 1 - p ) )
Fin

```

```

Fonction populationMalade ( k : Réel ; p0 : Réel ; n : Entier ) : Réel
Variable pn : Réel
Variable j : Entier
Début
  | pn <- p0
  | Pour j <- 1 à n Faire
  |   | pn <- contagion ( k , pn )
  | FinPour
  | Retourner ( pn )
Fin

```

```

Action demanderPopulation ( R p : Réel )
Début
  | Répéter
  |   | Afficher ( "Population dans [0,1]? " )
  |   | Saisir ( p )
  | Jusqu'à ( 0.0 <= p Et p <= 1.0 )
Fin

```

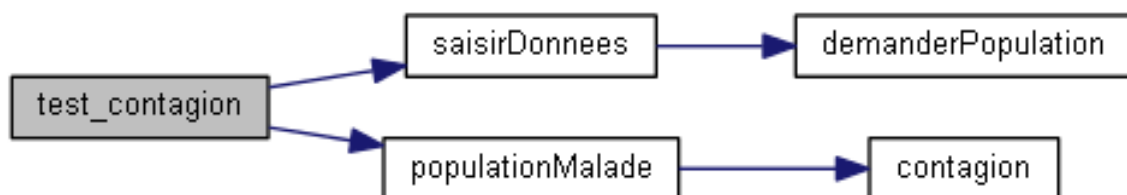
```

Action saisirDonnees ( R k : Réel ; R p0 : Réel ; R n : Entier )
Début
  | Afficher ( "Facteur de contagion? " )
  | Saisir ( k )
  | demanderPopulation ( p0 )
  | Afficher ( "Instant maximal? " )
  | Saisir ( n )
Fin

```



Écrivez une procédure `test_contagion` qui saisit les données d'une épidémie (k, p_0, n) puis calcule et affiche la population malade p_n .



Testez. Exemple d'exécution :

```

Facteur de contagion? 2.4
Population dans [0,1]? 0.3
Instant maximal? 18
==> La population malade à l'instant 18 est 1.1920279464

```



Validez votre procédure avec la solution.

Solution alg @[pgepidemie.alg]

```

Action test_contagion
Variable k : Réel
Variable p0 : Réel
Variable n : Entier
Début
| saisirDonnees ( k , p0 , n )
| Afficher ( "==> La population malade à l'instant " , n , " est " , populationMalade
( k , p0 , n ) )
Fin

```

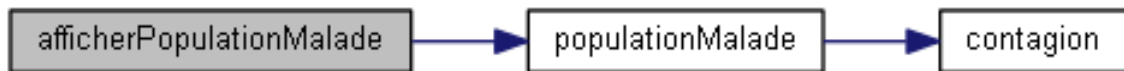
1.2 Calcul et affichage de l'évolution



Écrivez une procédure `afficherPopulationMalade(k,p0,n)` qui calcule et affiche les populations malades p_1, \dots, p_n calculées à partir d'une population initiale p_0 (réel), l'épidémie ayant un facteur de contagion k (réel).

Affichez :

```
==> La population malade à l'instant ... est ...
```



Validez votre procédure avec la solution.

Solution alg @[pgepidemie.alg]

```

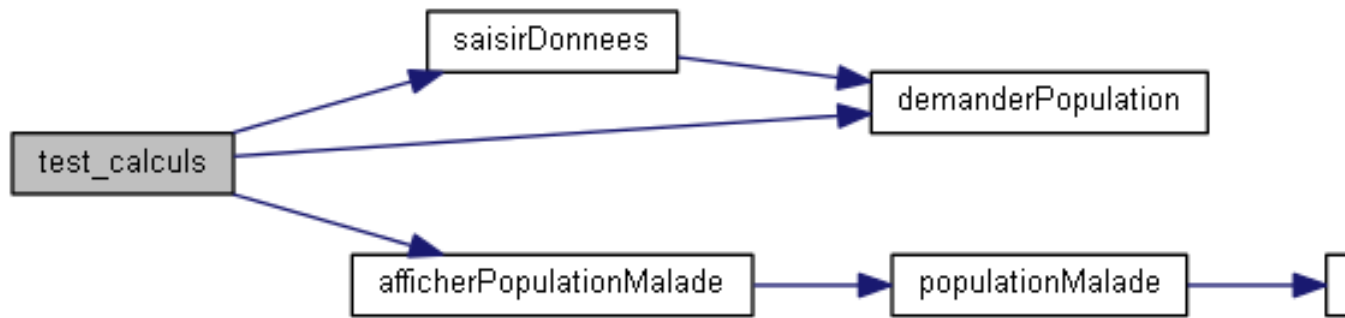
Action afficherPopulationMalade ( k : Réel ; p0 : Réel ; n : Entier )
Variable j : Entier
Début
| Pour j <- 1 à n Faire
| | Afficher ( "==> La population malade à l'instant " , j , " est " ,
populationMalade ( k , p0 , j ) )
| FinPour
Fin

```



Écrivez une procédure `test_calculs` qui :

- Demande et saisit les données d'une épidémie (k, p_0, n).
- Calcule et affiche les populations malades de l'instant 1 à n .
- Redemande une population initiale, affiche les populations malades correspondantes... la boucle s'arrêtant quand l'utilisateur tape une population initiale p_0 valant 0.



Testez. Extrait d'exécution, l'intégral étant fourni en téléchargement :

@[rsepidemie2.txt]

```

Facteur de contagion? 2.4
Population dans [0,1]? 0.3
Instant maximal? 18
==> La population malade à l'instant 1 est 0.804
==> La population malade à l'instant 2 est 1.1822016
...
==> La population malade à l'instant 18 est 1.1920279464
Population dans [0,1]? 0
  
```



Validez votre procédure avec la solution.

Solution alg

@[pgepidemie.alg]

```

Action test_calculs
Variable k : Réel
Variable p0 : Réel
Variable n : Entier
Début
  | saisirDonnees ( k , p0 , n )
  | TantQue ( p0 <= 0 ) Faire
  |   | afficherPopulationMalade ( k , p0 , n )
  |   | demanderPopulation ( p0 )
  | FinTantQue
Fin
  
```

1.3 Statistiques sur la population malade

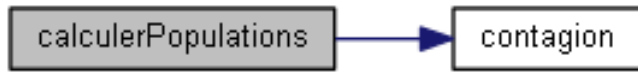
Ce problème calcule quelques indicateurs sur l'évolution de la maladie. Afin de réaliser les analyses, on stocke les populations malades p_j dans un tableau.



Définissez la constante $TMAX=100$ (nombre maximal de populations malades) et le type **Populations** comme étant un tableau de $TMAX$ réels où seront stockées les populations malades.



Écrivez une procédure `calculerPopulations(p,k,p0,n)` qui calcule les n (entier) populations malades p_j dans une `Populations p` à partir d'une population initiale p_0 (réel), l'épidémie ayant un facteur de contagion k (réel).



On souhaite savoir si la maladie a tendance à être répandue (les p_j sont plutôt supérieurs à p_0) ou restreinte (les p_j sont plutôt inférieurs à p_0).

Écrivez une fonction `populationBasse(p,n)` qui calcule et renvoie le nombre de fois où une population p_j est strictement inférieure à la population initiale p_0 , les n (entier) populations malades étant stockées dans une `Populations p`.



On veut savoir si la population risque d'atteindre un seuil critique. Pour cela il faut connaître la population minimum.

Écrivez une fonction `populationMinimum(p,n)` qui calcule et renvoie la population minimale des n (entier) populations p_j stockées dans une `Populations p` sans tenir compte de la population initiale p_0 .



Validez vos fonctions et procédure avec la solution.

Solution alg

@[pgepidemie.alg]

```

Action calculerPopulations ( DR p : Réel [ TMAX ] ; k : Réel ; p0 : Réel ; n : Entier )
Variable j : Entier
Début
  | p [ 1 ] <- p0
  | Pour j <- 2 à n Faire
  |   | p [ j ] <- contagion ( k , p [ j - 1 ] )
  | FinPour
Fin
  
```

```

Fonction populationBasse ( DR p : Réel [ TMAX ] ; n : Entier ) : Entier
Variable rs : Entier
Variable j : Entier
Début
  | rs <- 0
  | Pour j <- 2 à n Faire
  |   | Si ( p [ j ] < p [ 1 ] ) Alors
  |     | rs <- rs + 1
  |   FinSi
  | FinPour
  | Retourner ( rs )
Fin
  
```

```

Fonction populationMinimum ( DR p : Réel [ TMAX ] ; n : Entier ) : Réel
Variable vmin : Réel
Variable j : Entier
Début
  
```

```

|   vmin <- p [ 2 ]
|   Pour j <- 3 à n Faire
|       |   Si ( p [ j ] < vmin ) Alors
|       |       |   vmin <- p [ j ]
|       |   FinSi
|   FinPour
|   Retourner ( vmin )
Fin

```



Écrivez une procédure `afficherPopulationMalade2(p,n)` qui affiche les n (entier) populations malades stockées dans une `Populations p`. Affichez :

==> La population malade à l'instant ... est ...



Validez votre procédure avec la solution.

Solution alg

@[pgepidemie.alg]

```

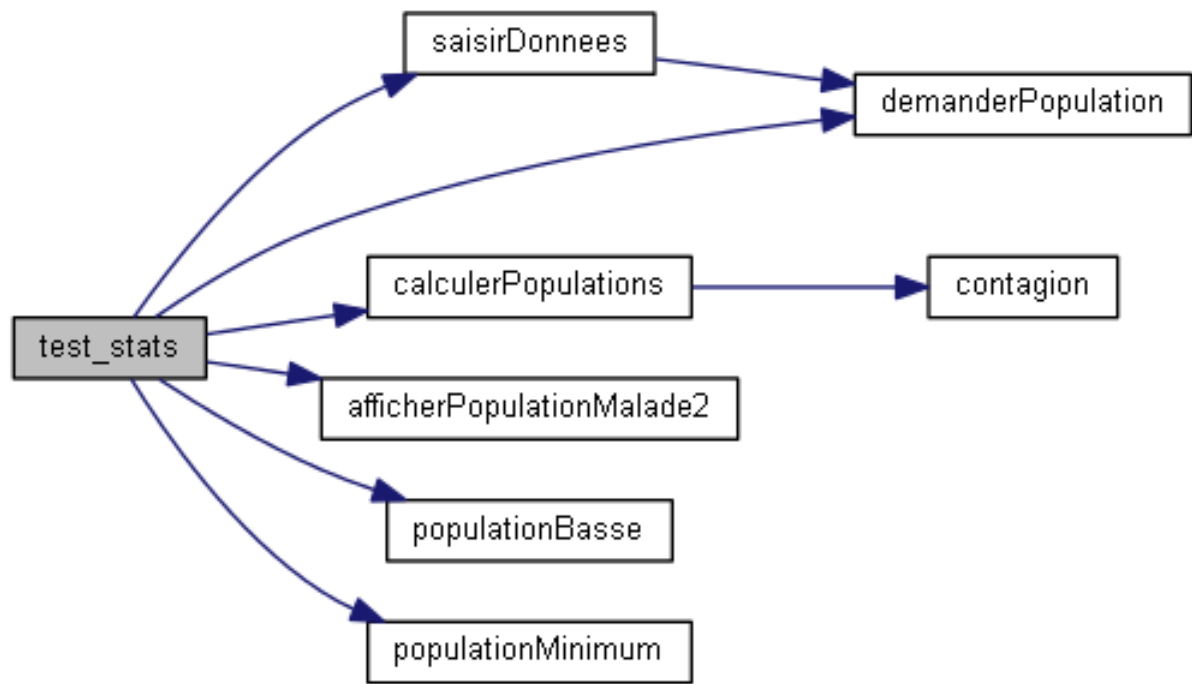
Action afficherPopulationMalade2 ( DR p : Réel [ TMAX ] ; n : Entier )
Variable j : Entier
Début
|   Pour j <- 1 à n Faire
|       |   Afficher ( "=> La population malade à l'instant " , j , " est " , p [ j ] )
|   FinPour
Fin

```



Écrivez une procédure `test_stats` qui :

- Demande et saisit les données d'une épidémie dans (k, p_0, n) .
- Calcule et affiche les populations malades de l'instant 1 à n ainsi que la population basse et la population minimum.
- Redemande une population initiale, affiche les populations malades correspondantes... la boucle s'arrêtant quand l'utilisateur tape une population initiale p_0 valant 0.



Testez. Extrait d'exécution, l'intégral étant fourni en téléchargement ici.
@[rs-epidemie3.txt]

```

Facteur de contagion? 2.4
Population dans [0,1]? 0.3
Instant maximal? 18
==> La population malade à l'instant 1 est 0.3
==> La population malade à l'instant 2 est 0.804
...
==> La population malade à l'instant 18 est 0.6372151211
Population basse 0
Population minimum 0.6246827884
Population dans [0,1]? 0
  
```



Validez votre procédure avec la solution.

Solution alg

@[pgepidemie.alg]

```

Action test_stats
Variable k : Réel
Variable p0 : Réel
Variable n : Entier
Variable p : Réel [ TMAX ]
Début
  | saisirDonnees ( k , p0 , n )
  | TantQue ( p0 <> 0 ) Faire
  |   | calculerPopulations ( p , k , p0 , n )
  |   | afficherPopulationMalade2 ( p , n )
  |   | Afficher ( "Population basse " , populationBasse ( p , n ) )
  |   | Afficher ( "Population minimum " , populationMinimum ( p , n ) )
  
```



```
| | demanderPopulation ( p0 )  
| FinTantQue  
Fin
```

2 Références générales

Comprend [] ■