Méthodes Numériques :

REALISATEURS : **Amin Dhaou et Adam Drira**

Euler explicite simple

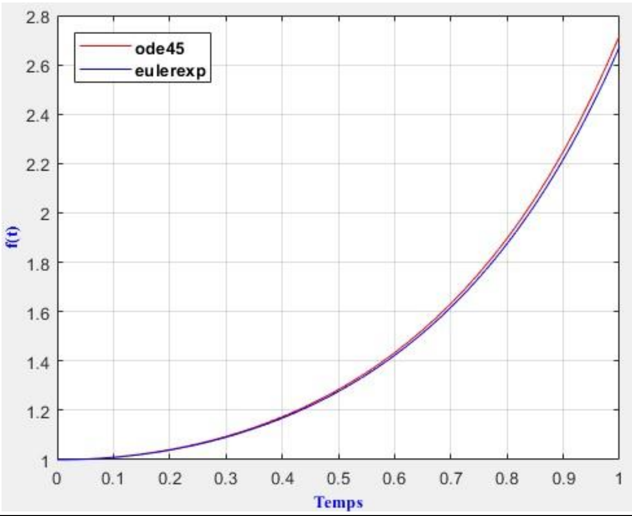
Le script pour la fonction Euler explicite qu'on a utilisé est :

```
if imeth==1    % Euler explicite simple
       Y(:,i)=Y(:,i-1)+h*F(T(i-1),Y(:,i-1));
```

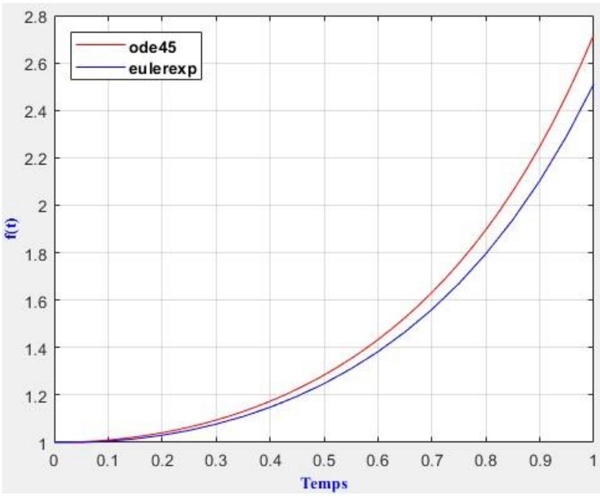
Avec la première fonction :

```
function f = F1(t,Y)
f = 2*t*Y;
```

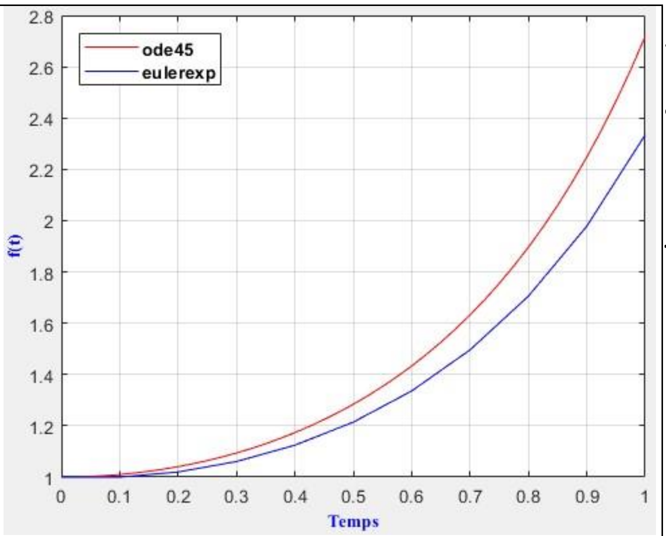
On obtient les courbes suivantes :



h=0.01



h=0.05



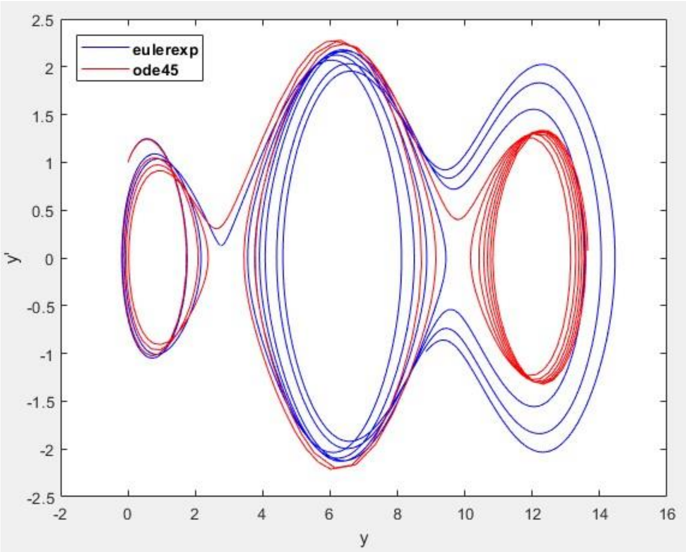
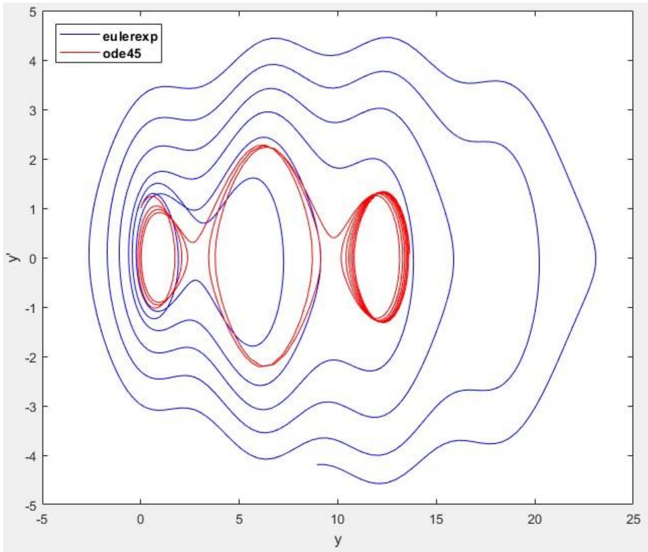
0.1

- On remarque que plus le pas est grand plus l'erreur est importante entre les deux courbes. (On peut calculer et tracer l'erreur dans TestSolveur). Ce qui montre l'importance de prendre le plus petit pas qui nous donne une erreur acceptable.

Avec la deuxième fonction :

```
function f=derivetest2(t,y) f(1)=y(2);
f(2)=-y(1)/sqrt(1+t)+1-sin(y(1));
f=f';
```

On obtient les courbes suivantes :

	
0.01	0.1

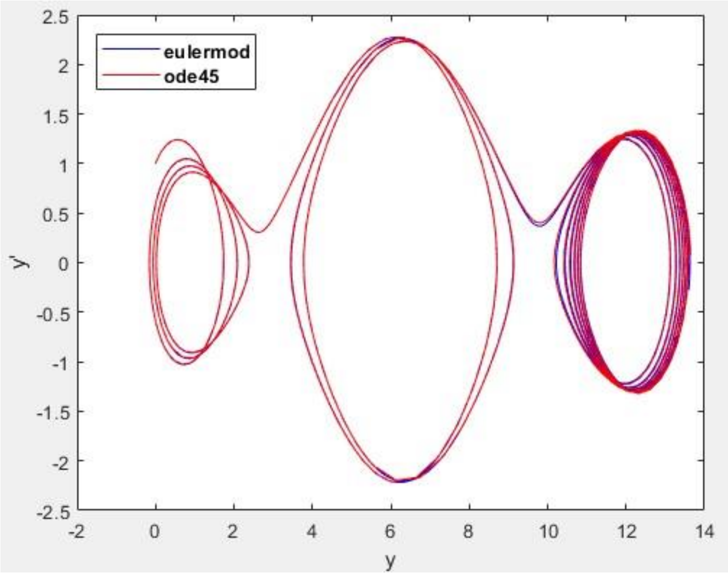
- On remarque que l'erreur est grande et les deux courbes n'ont pas la même forme. On remarque aussi que plus le pas est grand plus l'erreur diverge.

Euler explicite modifié

Le script pour la fonction d'Euler modifié :

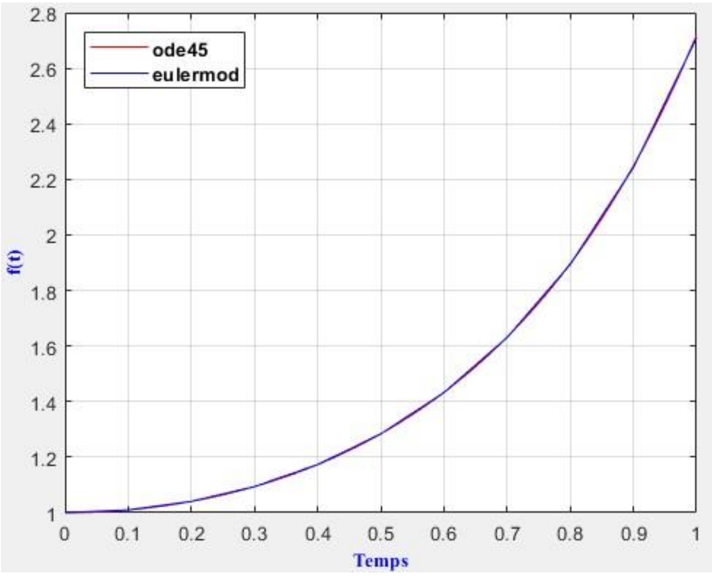
```
Y(:,i)=Y(:,i-1)+h*F(T(i-1),Y(:,i-1));
Y(:,i)=Y(:,i-1)+(h/2)*(F(T(i-1),Y(:,i-1))+F(T(i), Y(:,i)));
```

Pour la deuxième fonction : avec h=0.01



- On remarque que la précision est grande sans avoir à diminuer le pas.

Pour la première fonction : avec h=0.1



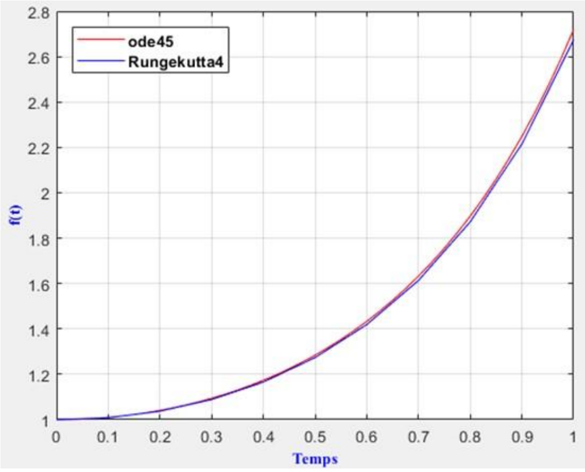
- On remarque qu'ici la précision est très grande qu'on n'arrive pas à voir la première courbe bleue sur laquelle est tracée la rouge même pour un h plus grand l'erreur reste très négligeable. Ceci montre la performance de la méthode d'Euler modifié par rapport à Euler explicite dans l'erreur peut même diverger pour certaines fonctions.

Runge et Kutta d'ordre 4

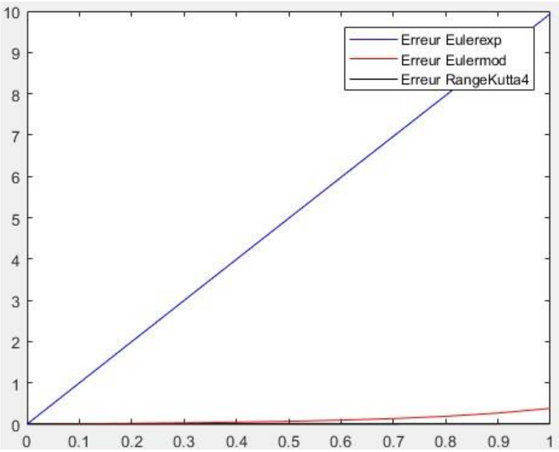
Le script pour cette méthode est le suivant :

```
            k1=F(T(i-1),Y(:,i-1));
k2=F(T(i-1)+h/2,Y(:,i-1)+(h/2)*k1);
k3=F(T(i-1)+h/2,Y(:,i-1)+(h/2)*k2);
k4=F(T(i-1)+h/2,Y(:,i-1)+(h/2)*k3);
Y(:,i)=Y(:,i-1)+h*(k1+2*k2+2*k3+k4)/6;
```

Pour la première fonction :



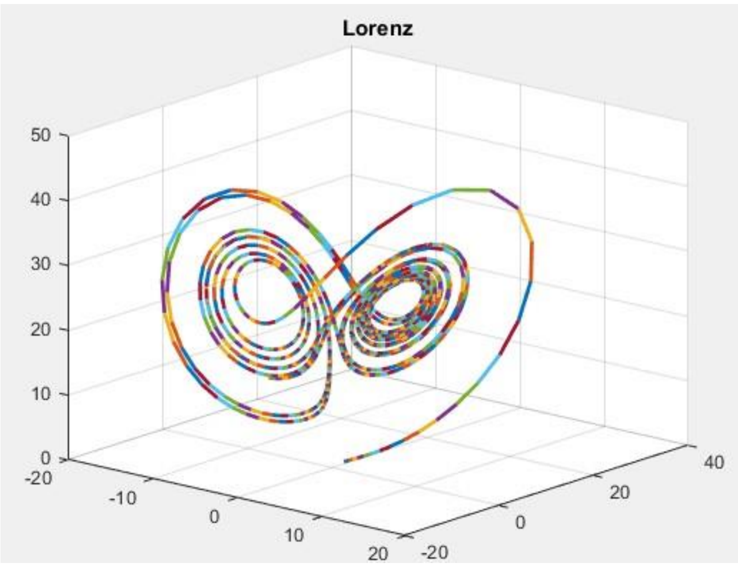
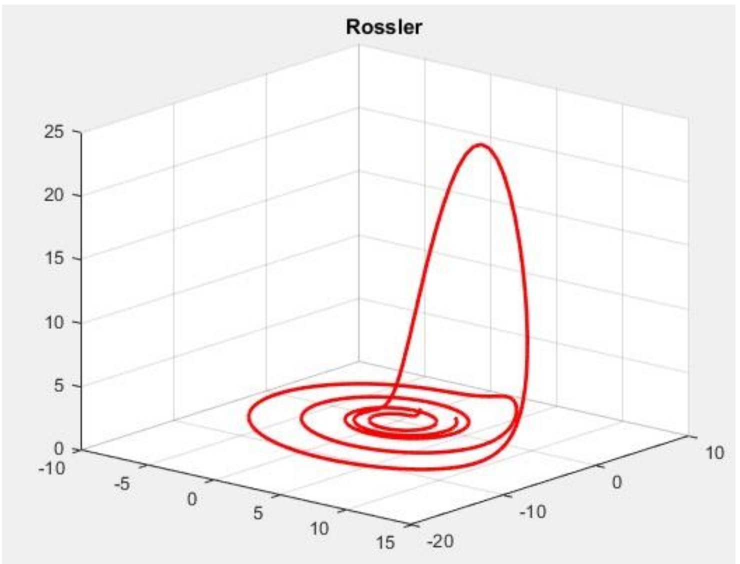
h=0.1



Erreur par rapport à la solution

- on remarque que les deux courbes sont presque les mêmes (pour le cas h=0.1) et le tracé de l'erreur montre qu'elle est (quasiment) nulle.
  Pour Euler explicite, l'erreur est linéaire tandis que pour Euler modifiée elle est faible mais augmente avec le temps.
  Runge Kutta d'ordre 4 est donc la meilleure méthode.

Pour Lorenz et Rossler avec notre solveur avec h=0.03 :

	
Lorenz	Rossler

Propagation d'épidémie:

Modèle SIR (Sains-Infectés-Rétablis) de propagation d'épidémie :

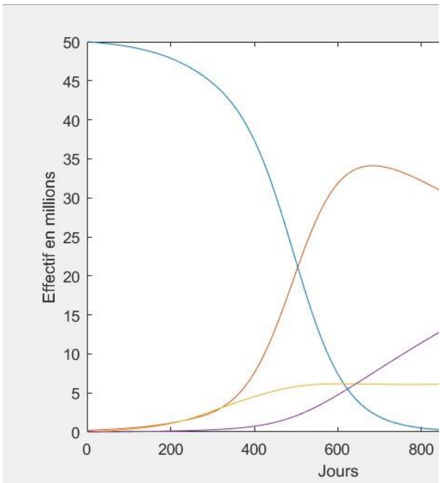
- d'après le système les équations sont :

```
dx1/dt = -ax1(t)x2(t); dx2/dt=ax1(t)x2(t)+bx3(t)x2(t)-
dx2(t)-cmin(x2(t),nlits); dx3/dt=cmin(x2(t),nlits)-
bx3(t)x2(t); dx4/dt=dx2(t);
```

Avec x1 l'effectif des saints, x2 l'effectif des infectés, x3 l'effectif des rétablis et x4 l'effectif des décédés. Le programme s'appelle Deriv4classe et se lance avec Epidemie_4classe

- **Cas 1 :**

On trouve par la méthode d'Euler simple(explicite) la figure suivante :



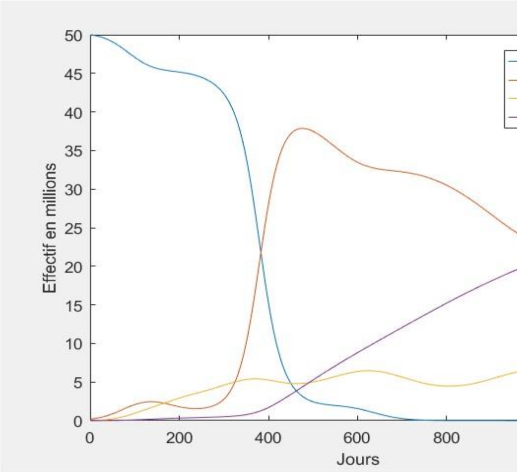
On remarque que le nombre d'infectés atteints un sommet avant de redescendre, le nombre de décédés augmente constamment à partir du 500ième jour. Le nombre de rétablis quant à lui stagne après une légère augmentation.

Les personnes qui ne sont plus infectés sont la plupart du temps décédées.

- **Cas 2 :**

En prenant en compte les périodes hivernales, on a multiplié a et b par **s(t)=(1.2+cos(2*pi*t/365))**

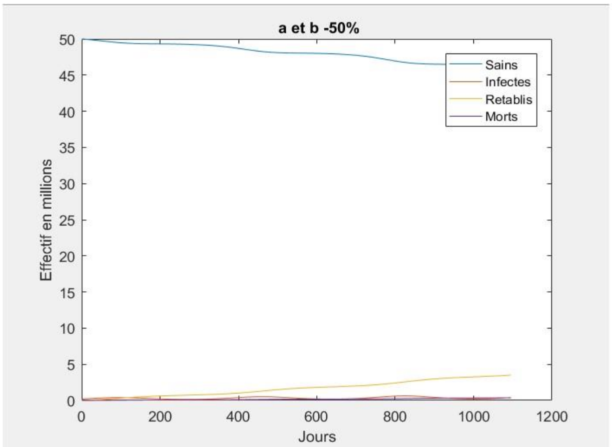
On obtient les courbes :



On remarque que cette modification a entraîné des ondulations sur chaque courbe, cependant l'évolution des courbes reste pratiquement la même.

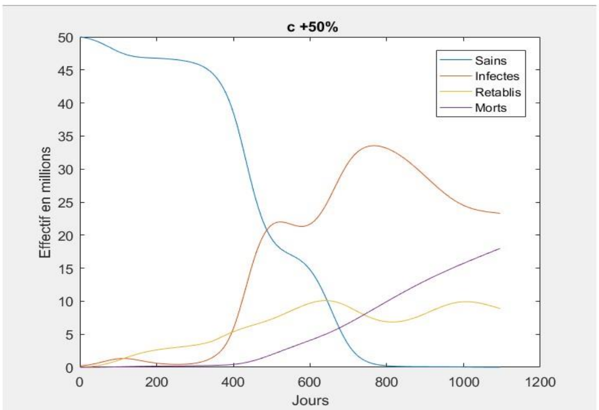
Modifier a et b de 10 à 50% :

En améliorant la prévention et donc en réduisant a et b de 50% ; on obtient :



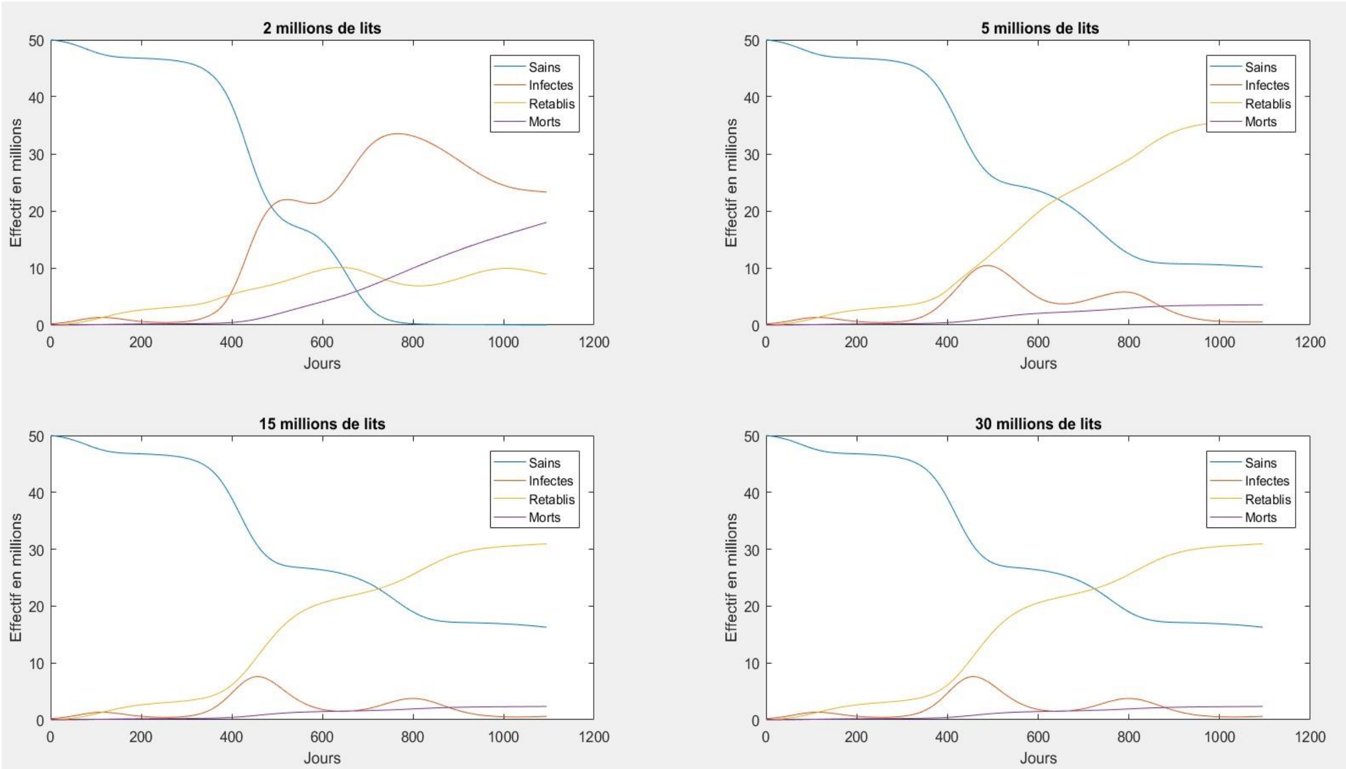
354 123 décès environ jusqu'au dernier jour.

Alors qu'en augmentant les soins de 50% (donc c de 50%) on obtient le graphe suivant :



Le nombre de décès est nettement plus important, pour ce deuxième essai, avec environ 18 millions de décès dénombrés le dernier jour contre les 354 123 du premier cas. **Il faut donc agir sur la prévention plutôt que sur l'augmentation des soins.**

Impact du nombre de lits :



L’augmentation du nombre de lits entraîne une diminution du nombre d’infectés, (la courbe rouge semble converger), on peut remarquer que le nombre de rétablis augmente de 2 à 5 millions de lits puis diminue légèrement entre 5 et 15 millions de lits.

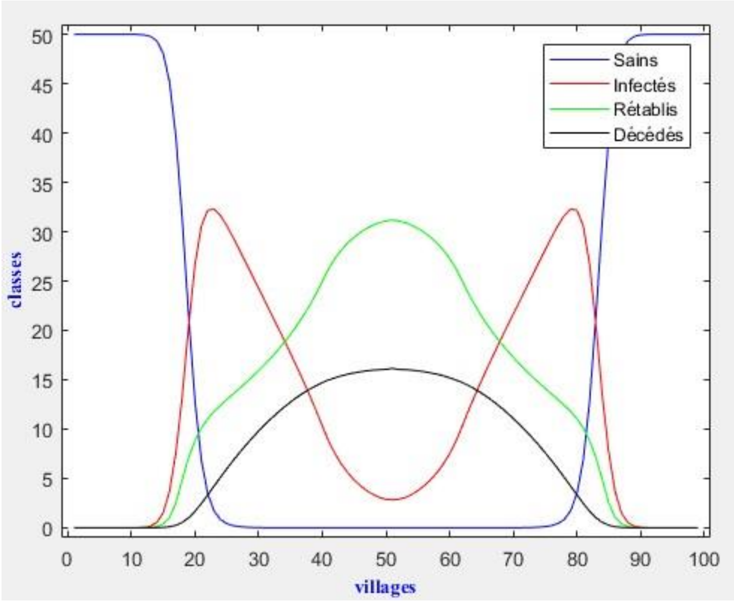
En conclusion, le nombre de lits n’a plus trop d’impact au-delà de 7 millions de lits environ.

Evolution vers une modélisation spatiale :

Le programme se nomme Derivspat et se lance avec Epidemiespat_Test.

Pour n = 100

On observe l’évolution en fonction du temps de la propagation de l’épidémie. Le foyer d’infection sur l’exemple est situé au centre des villages. Il faut ainsi un certain temps pour que les villages les plus éloignés soient infectés.


Sains
Infectés
Rétablis
Décédés
classes
villages
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100