

Projet : étape 8 (semaine 11 du semestre)

Buts

Cette semaine, nous terminons notre projet en ajoutant un intégrateur du second ordre.

[2] Exercice P12 : autre(s) modèle(s) d'intégrateurs

L'intégrateur d'Euler-Cromer tel qu'implémenté dans **l'exercice P6** a l'avantage d'être simple, mais son principal inconvénient est d'être peu précis. Cela est d'autant plus problématique que le système à simuler est non linéaire (on parle de « système chaotique ») ; ce qui est précisément le cas de pratiquement tous les exercices simulés.

Le but de cet exercice est donc d'implémenter **un** autre type d'intégrateur, plus correct numériquement : soit la méthode de Newmark, soit la méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (soit les deux si vous êtes motivé(e)), telles que décrites en sections 3.3 et 3.4 du **complément mathématique du projet**.

L'idéal serait de pouvoir changer de type d'intégrateur dans la simulation, de sorte à pouvoir comparer l'effet des différentes méthodes d'intégration, voire, *peut-être, si cela est compatible avec votre conception*, avoir différents objets avec différents intégrateurs, p.ex. pour comparer en même temps, un même objet mais intégré avec des intégrateurs différents.

[Question P12.1] Où cela s'intègre-t-il dans votre projet/conception ? Quels changements cela engendre-t-il (ou pas) ? Répondez à cette question dans votre fichier `REPONSES`.

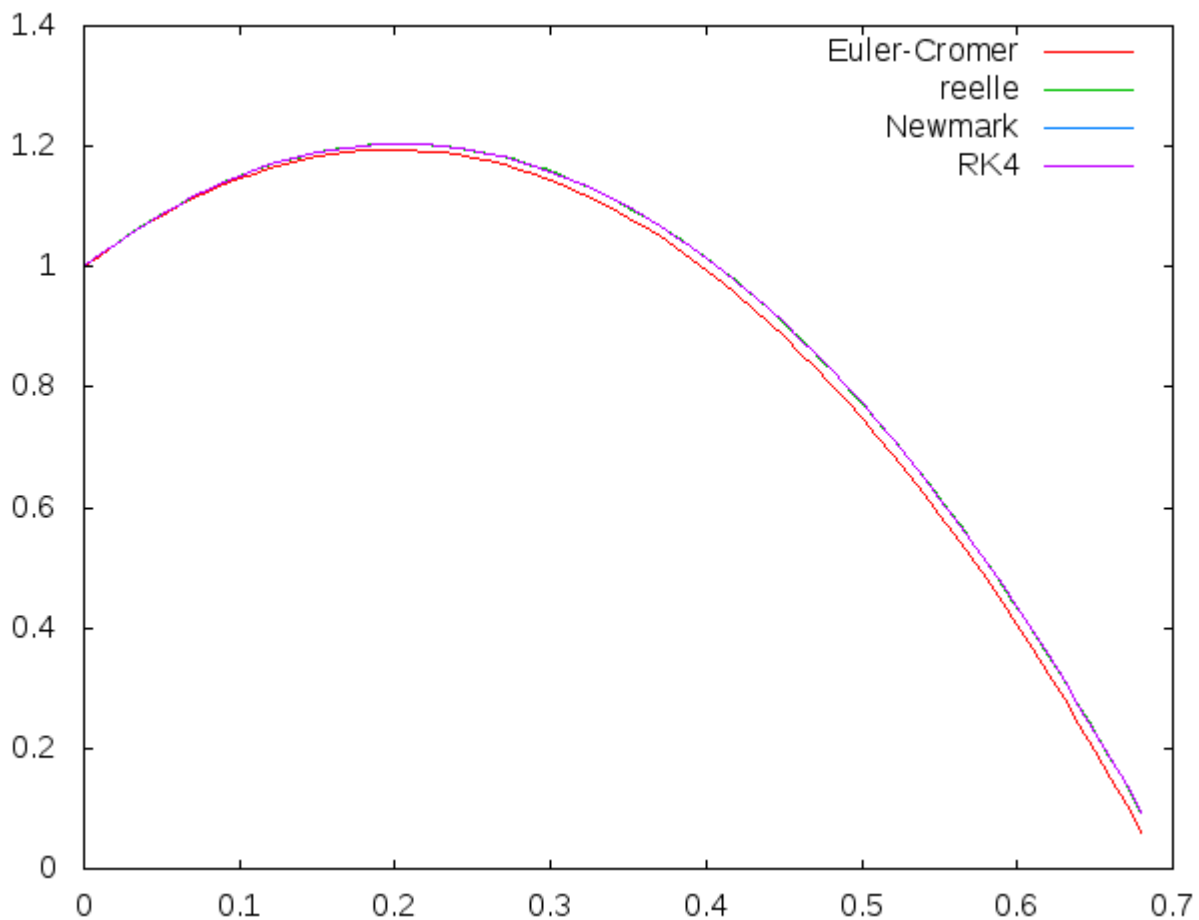
Exemples / Tests

Chute libre

Si l'on reprend **le premier cas de test de l'exercice P6** (chute libre d'un point matériel depuis $[0 \ 0 \ 1]$, vitesse initiale $[0 \ 1 \ 2]$), on devrait trouver les résultats suivants :

- **Euler-Cromer** ;
- **Newmark** ;
- **Runge-Kutta ordre 4** ;
- **réelle**.

qui graphiquement donne ceci (impossible à l'oeil de voir la différence entre Newmark, Runge-Kutta 4 et la vraie trajectoire, mais on peut constater une différence dans les valeurs par exemple à $t=0.41$ entre Newmark et RK4, et à $t=0.47$ entre RK4 et la trajectoire réelle calculée à une précision de $1e-6$) :



Exemple 2

En reprenant l'exemple donné en fin d'exercice **P7** (attraction pomme-Terre), mais ici avec une méthode d'intégration Runge-Kutta d'ordre 4, on obtient (voir [tests/pomme-RK4.txt](#) pour plus de détails) :

```
t      z pomme
0.0000 10.00000
0.0010 9.999995
0.0020 9.999980
0.0030 9.999956
0.0040 9.999921
0.0050 9.999877
0.0060 9.999823
0.0070 9.999759
0.0080 9.999686
0.0090 9.999602
0.0100 9.999509
0.0110 9.999406
```

et avec un intégrateur de Newmark (c'est en fait exactement pareil; voir [tests/pomme-NM.txt](#) pour plus de détails) :

```
t      z pomme
0.0000 10.00000
0.0010 9.999995
0.0020 9.999980
0.0030 9.999956
0.0040 9.999921
0.0050 9.999877
0.0060 9.999823
0.0070 9.999759
0.0080 9.999686
0.0090 9.999602
0.0100 9.999509
```

