

## 3 Simulation de la radioactivité

Les désintégrations radioactives sont un phénomène aléatoire et imprévisible à l'échelle du noyau. Cependant, la prédiction du comportement d'un grand nombre de noyaux radioactifs est possible.

### Activité complémentaire

Avec un tableur ou python

[hatier-clic.fr/pct150b](http://hatier-clic.fr/pct150b)

**Objectif** Simuler, à l'aide du langage de programmation Python, l'évolution temporelle d'une population de noyaux radioactifs, et étudier cette évolution.

### 1 Principe du programme Python

On considère un échantillon de noyaux radioactifs de constante radioactive  $\lambda$  contenant à la date  $t = 0$  s un nombre  $N_0$  de noyaux.

Le programme Python à télécharger ([hatier-clic.fr/pct150b](http://hatier-clic.fr/pct150b)) vise à tracer sur un même graphique, en fonction du temps  $t$  :

- le nombre théorique  $N_{th}$  de noyaux vérifiant la loi de décroissance radioactive :  $N_{th} = N_0 e^{-\lambda t}$  ;
- le nombre  $N(t)$  de noyaux obtenus par simulations de tirages aléatoires.

En effet, la décroissance radioactive peut s'interpréter comme un ensemble de tirages aléatoires. Entre la date  $t$  et la date  $t + \Delta t$ , chaque noyau a la probabilité  $\lambda \Delta t$  de se désintégrer.

Ceci est programmé à l'aide des fonctions suivantes.

```
def untirage(p):
    a=1
    if random()<p:
        a=0
    return a

def destirages(N,p):
    s=0
    for i in range(N):
        s=s+untirage(p)
    return s
```

#### Donnée

Demi-vie radioactive du carbone 14 :  
5 730 ans

#### Tirage aléatoire

Le module `random` fournit la fonction `random()` qui renvoie un nombre choisi aléatoirement entre 0 et 1

#### Boucles et bornes

`for i in range(n) :`  
est une boucle qui répète la série d'instructions indentée en faisant varier l'indice  $i$  entre 0 et  $n - 1$ .

#### Listes

Pour ajouter à la fin de la liste  $L$  un élément  $x$ , on peut utiliser `L.append(x)`  
Dernier élément de la liste  $L$  : `L[-1]`

### 2 Nombre de noyaux restants à une date donnée

```
N=[N0]
t=[0]
for i in range(nt):
    t.append(t[-1]+dt)
    N.append(...)
```

### Questions

1. On considère les fonctions décrites dans le **doc. 1**.

Pour fixer les idées, on imagine qu'un échantillon de 1 000 noyaux radioactifs se comporte comme un ensemble de 1 000 dés à six faces, et que la désintégration survient lorsque le dé tombe sur le 6. L'analogie du temps  $t$  est alors le nombre de lancers, et  $\Delta t$  est un lancer.

- Que vaut  $\lambda$  dans ce cas ?
- Expliquer ce que retourne `untirage(1/6)`.
- Expliquer ce que retourne `destirages(1000,1/6)`.

2. La liste  $t$  doit contenir les dates à intervalles  $\Delta t$  et la liste  $N$  les nombres de noyaux à ces dates, obtenus par simulation aléatoire (**doc. 2**).

- Expliquer comment est remplie la liste  $t$ .
- Compléter le programme pour remplir la liste  $N$ . Exécuter le programme sans modifier les données et commenter le résultat.
- Comment varie l'adéquation entre la courbe théorique et les points simulés si l'on modifie les paramètres suivants sans modifier les autres :
  - le nombre initial de noyaux  $N_0$  ?
  - le pas de temps  $\Delta t$  ?
  - la durée totale simulée  $t_{max}$  ?
- Modifier le programme pour obtenir la courbe de décroissance d'un échantillon de noyaux de carbone 14 contenant initialement un million de noyaux, pendant 25 000 ans, avec un pas de temps de 1 000 ans.