



Évolution d'une tumeur cancéreuse sans traitement

Seconde

Fiche Professeur

Auteur : Jean-Marc Duquesnoy

But de l'activité : Le but de cette activité (voir la référence n°1) est, après avoir énoncé les règles de division d'une cellule cancéreuse, de déterminer à quels moments une tumeur cancéreuse peut être détectée, selon le type de cancer. Elle ne présente aucune difficulté majeure, mais permettra essentiellement de réinvestir et consolider des pratiques algorithmiques et de s'approprier davantage encore le langage *Scilab*.

Niveau de difficulté : facile.

Mots-clefs : Algorithmique (tableur, algorithme en langage naturel, « scilab », entrées, sorties, boucles « pour » et « tant que »); suite géométrique.

Compétences engagées :

- ✓ comprendre et analyser un algorithme pré-existant,
- ✓ analyser la situation : identifier les données d'entrée, de sortie, le traitement,
- ✓ adapter un algorithme aux contraintes du langage de programmation,
- ✓ valider un algorithme simple,
- ✓ compléter un algorithme afin qu'il réponde au problème posé.

Pré-requis :

- ✓ Connaître l'affectation, l'instruction itérative **POUR...** et l'instruction conditionnelle **TANT QUE**.
- ✓ Connaître le langage *Scilab*.

Matériels utilisés :

- ✓ Une calculatrice programmable.
- ✓ La salle informatique.

Durée indicative : 1 heure

Noms des logiciels utilisés :

- ✓ *Scilab pour les lycées*.

Documents utiles à télécharger :

- ✓ Les fichiers « *cellules1* », « *cellules2* », « *cellules3* » qui proposent une programmation en langage machine des algorithmes de l'activité exécutables avec *Scilab pour les lycées*.
- ✓ L'aide pour *Scilab pour les lycées* (voir la référence n°2).

Déroulement de la séance et remarques :

- ✓ La séance se déroule en salle informatique.
- ✓ L'activité est pluridisciplinaire et peut se faire en collaboration avec le professeur de SVT de la classe.
- ✓ L'activité se fait en dialogue avec la classe.
- ✓ Si la salle informatique n'est pas disponible, l'activité peut se faire en classe à l'aide de la calculatrice.

Solution :

1.a - Il est clair que l'algorithme permet de calculer, puis d'afficher le nombre de cellules cancéreuses au bout de n périodes de doublement, l'entier n ayant été saisi en entrée.

Il permet de consolider la notion d'affectation et d'instruction itérative.

On pourra programmer l'algorithme en langage *Scilab* (« *cellules1* »).

```
n=input(" saisir le nombre de périodes de doublement ")
u=1;
for i=1:n
    u=2*u;
end,
disp(" le nombre de cellules après n périodes est égal a "+string(u))
```

1.b - On attend des élèves qu'ils écrivent u_2, u_3, \dots, u_n , ce qui leur permettra de rencontrer, pour la première fois, la notion de suite ¹

Période	0	1	2	3	n périodes
Nombre de cellules cancéreuses	u_0	u_1	u_2	u_3	u_n

puis qu'ils donnent la formule $u_{n+1} = 2u_n$.

1.c - On peut penser que les élèves, dans un premier temps, donnent les valeurs 1, 2, 4, 8, puis qu'ils remarquent qu'ils peuvent écrire 1, 2^1 , 2^2 , 2^3pour conjecturer 2^n à la n-ième période.

Période	0	1	2	3	n périodes
Nombre de cellules cancéreuses	1	2	$4 = 2^2$	$8 = 2^3$	2^n

Conclusion : la suite u aura été définie de façon explicite, puis récurrente.

2 - Stratégie : L'idée est de prendre le problème chronologiquement à l'envers. Autrement dit, de démarrer le processus de division cellulaire avec une cellule puis de compter le nombre de périodes de doublement nécessaire pour atteindre et dépasser 10^9 . On aura alors la réponse à la question posée.

2.a - Il suffit de saisir 1 dans la cellule A1, « $=2*A1$ » dans la cellule A2 puis de dérouler jusqu'à obtenir un nombre $\geq 10^9$. On trouve que 30 périodes sont nécessaires.

2.b.i - On complète l'algorithme donné :

<p>Algorithme : Nombre de périodes avant la détection d'une tumeur</p> <p>Variabes :</p> <p>n : entier naturel</p> <p>u : entier naturel</p> <p>début :</p> <p> <u>Initialisation</u></p> <p> $u \leftarrow 1$</p> <p> $n \leftarrow 0$</p> <p> Traitement des données :</p> <p> tant que $u < 10^9$ faire</p> <p> $n \leftarrow n + 1$</p> <p> $u \leftarrow 2u$</p> <p> fin</p> <p> Sorties :</p> <p> Afficher n</p> <p>fin</p>

2.b.ii - On code l'algorithme en langage *Scilab* (« cellules2 ») :

<pre> u=1; n=0; while u<10^9 n=n+1; </pre>

1. Cela n'est pas un objectif de la classe de seconde, mais l'activité permettra de modéliser une situation discrète pour la première fois peut-être.

```
u=2*u;
end,
disp("le_nombre_de_periodes_est_egal_a_"+string(n))
```

On exécute le source précédent qui affiche alors $n = 30$. Autrement dit, c'est au bout de 30 périodes de doublement que le nombre de cellules cancéreuses dépasse 10^9 .

Pour aller plus loin

1 - Après opération, il reste au plus 10^3 cellules dans le résidu de la tumeur. L'algorithme ci-dessus calcule donc le nombre de périodes pendant lesquelles la tumeur reste indétectable (même dans le cas le plus défavorable où le résidu comprendrait effectivement 10^3 cellules). Voici un programme Scilab (« cellules3 ») qui répond au problème posé :

```
u=10^3;
n=0;
while u<10^9
  n=n+1;
  u=2*u;
end,
disp("le_nombre_de_périodes_pendant_lesquelles_la_tumeur_reste
_indétectable_est_égal_à_"+string(n-1))
disp("le_nombre_d''annees_pendant_lesquelles_la_tumeur_reste
_indétectable_est_égal_à_"+string((n-1)*14*7/365))
```

On trouve que la tumeur est indétectable, dans tous les cas, pendant 19 périodes, soit à peu près 5,10 années (en comptant 52 semaines par an), ce qui valide le protocole de vigilance.

2 - On a vu qu'un cancer devient détectable au bout de 30 périodes, soit 30×90 semaines soit $30 \times 92 \times 7$ jours, soit $30 \times 90 \times 7/365$ années, en négligeant les années bissextiles, ce qui fait 51,78 années environ. Autrement dit, il faut environ 50 ans pour qu'une tumeur colo-rectale cancéreuse soit visible.

Le dépistage permet donc surtout de mettre en évidence des polypes qui risquent de devenir malins, et qu'il faut donc enlever, en prévention.

Références :

- ✓ **1** - BARBOLOSI DOMINIQUE : Documents pour un stage « Hippocampe » (IREM de Marseille), communication personnelle.
- ✓ **2** - « Scilab pour les lycées », manuel
http://www.scilab.org/lycee/index_lycee.php?page=accueil#utilisation

