

Troisième devoir noté

Boucles et itérations

J.-C. Chappelier & J. Sam

1 Exercice 1 — Jeux de nombres

1.1 Description

Considérons les opérations suivantes applicables à un nombre entier (positif) :

- si ce nombre est divisible par 3, on lui ajoute 4 ;
- s'il n'est pas divisible par 3 mais divisible par 4, on le divise par 2 ;
- s'il n'est divisible ni par 3, ni par 4, on lui soustrait 1.

On répète ces opérations successivement jusqu'à arriver à 0. Concrètement, partant d'un entier n_0 , on applique les opérations à n_0 pour obtenir n_1 , puis si n_1 n'est pas nul, on lui applique à nouveau les opérations précédentes, et ainsi de suite jusqu'à obtenir un nombre n_k valant 0.

Par exemple, si on part de 7, on trouve successivement les valeurs : 6, 10, 9, 13, 12, 16, 8, 4, 2, 1 et 0. Le nombre k de répétitions des opérations décrites ci-dessus est alors 11. Par contre, si on part de 1, on tombe tout de suite sur 0, et le nombre de répétitions est alors de $k = 1$.

On vous demande d'écrire un programme qui affiche le nombre de répétitions des opérations précédentes nécessaires pour tomber à 0, en partant tour à tour de chacun des entiers compris entre deux entiers saisis au clavier.

Par exemple, si l'on demande ce nombre de répétitions pour chaque entier entre 1 et 7, l'affichage produit par votre programme devra être :

```
1 -> 1
2 -> 2
3 -> 12
4 -> 3
5 -> 4
```

```
6 -> 10
7 -> 11
```

Ici, 1 et 7 (dans la 1^{re} colonne) sont les bornes entrées au clavier, et la seconde colonne correspond au nombre de répétitions nécessaires pour arriver à 0 en partant de chacun des nombres de la 1^{re} colonne, par exemple 11 répétitions pour 7.

Si l'on demande ce nombre de répétitions pour les entiers entre 99 et 100, l'affichage du programme devra être :

```
99 -> 18
100 -> 17
```

Note : pour tester si un nombre n est divisible par p , il suffit de tester si $n \% p$ vaut zéro.

1.2 Instructions

Télécharger le programme `suite.cc` fourni sur le site du cours et le compléter suivant les instructions données ci-dessous.

ATTENTION : vous ne devez en aucun cas modifier ni le début ni la fin du programme fourni, juste ajouter vos propres lignes à l'endroit indiqué. Il est donc impératif de respecter la procédure suivante :

1. sauvegarder le fichier téléchargé sous le nom `suite.cc` ou `suite.cpp`;
2. écrire le code à fournir (voir ci-dessous) entre ces deux commentaires :

```
/******
 * Compléter le code à partir d'ici
 *****/

/******
 * Ne rien modifier après cette ligne.
 *****/
```

3. sauvegarder et tester son programme pour être sûr(e) qu'il fonctionne correctement, par exemple avec les valeurs utilisées dans l'exemple de déroulement donné plus bas ;
4. soumettre le fichier modifié (toujours `suite.cc` ou `suite.cpp`).

2 Exercice 2 — Proies et prédateurs

2.1 Introduction

Le but de cet exercice est de simuler l'évolution au cours du temps d'une population de prédateurs (des renards ici) et de proies (des lapins) en utilisant un modèle assez simple dit « de Lotka-Volterra ».

Télécharger le programme `predproie.cc` fourni sur le site du cours et le compléter suivant les instructions données ci-dessous.

ATTENTION : vous ne devez en aucun cas modifier ni le début ni la fin du programme fourni, juste ajouter vos propres lignes à l'endroit indiqué. Il est donc impératif de respecter la procédure suivante :

1. sauvegarder le fichier téléchargé sous le nom `predproie.cc` ou `predproie.cpp`;
2. écrire le code à fournir (voir ci-dessous) entre ces deux commentaires :

```
/* *****  
 * Compléter le code à partir d'ici  
 * ***** */  
  
/* *****  
 * Ne rien modifier après cette ligne.  
 * ***** */
```

3. sauvegarder et tester son programme pour être sûr(e) qu'il fonctionne correctement, par exemple avec les valeurs utilisées dans l'exemple de déroulement donné plus bas ;
4. soumettre le fichier modifié (toujours `predproie.cc` ou `predproie.cpp`).

2.2 Populations initiales

Dans la première partie de cet exercice, il vous est demandé de compléter le programme en dessous de :

```
// ===== PARTIE 1 =====  
// Saisie des populations initiales
```

de sorte à ce qu'il :

1. demande à l'utilisateur d'introduire le nombre initial de renards (`renards_i`), supérieur ou égal à 2 ; ce nombre sera redemandé à l'utilisateur tant qu'il n'est pas supérieur ou égal à 2 ;

2. puis demande à l'utilisateur d'introduire le nombre initial de lapins (`lapins_i`), supérieur ou égal à 5 ; de même, ce nombre sera redemandé tant qu'il n'est pas conforme.

Pour faciliter la correction, nous avons déjà écrit le texte des questions. Veuillez ne pas le modifier, mais simplement les utiliser.

Exemple de déroulement

```
Combien de renards au départ (>= 2) ? 1
Combien de renards au départ (>= 2) ? 3
Combien de lapins au départ (>= 5) ? 4
Combien de lapins au départ (>= 5) ? 20
```

2.3 Evolution des populations

On souhaite maintenant simuler l'évolution des populations de lapins et de renards entre 1 et `duree` mois avec les paramètres fournis dans le code.

Complétez le programme fourni en dessous de :

```
// ===== PARTIE 2 =====
// Première simulation
cout << endl << "***** Le taux d'attaque vaut "<< taux_attaque * 100 << "%" << endl;
```

de sorte à ce qu'il :

1. initialise les populations de renards et de lapins avec les valeurs des populations initiales entrées par l'utilisateur ;
2. calcule (suivant les formules ci-dessous) et affiche les populations de renards et de lapins à partir du premier mois et pour toute la `duree` (de 1 à 50 donc), en incrémentant de 1 à chaque fois.

La croissance des lapins est la suivante : leur nombre est chaque mois multiplié par $(1.0 + \text{taux_croissance_lapins} - \text{taux_attaque} * \text{nb_renards})$ où `nb_renards` est le nombre de renards du mois *précédent* le calcul.

Cela représente le fait que le nouveau nombre de lapins équivaut au nombre de lapins qu'il y avait précédemment plus le nombre de lapins qui sont nés (`taux_croissance_lapins`) moins le nombre de lapins tués par les renards. Le nombre de lapins tués dépend du nombre de renards puisque plus il y a de renards, plus ils mangent de lapins.

De son côté, la croissance des renards est la suivante : leur nombre est chaque mois multiplié par

$(1.0 + \text{taux_attaque} * \text{nb_lapins} * \text{taux_croissance_renards} - \text{taux_mortalite})$

où `nb_lapins` est le nombre de lapins du mois *précédent*.

Cela représente le fait que le nouveau nombre de renards augmente du nombre de renards nés moins le nombre de renards morts. On voit que dans le cas des renards, c'est le nombre de naissances qui dépend du nombre de lapins, car les renards doivent attraper des lapins afin de pouvoir se nourrir, se reproduire et nourrir leurs petits.

Les formules ci-dessus n'empêchent pas les populations de lapins et de renards d'être négatives. Il vous faut donc ajouter une condition qui donne la valeur 0 au nombre de lapins, ou de renards, dès que celui-ci devient négatif.

Note : Nous avons représenté le nombre de lapins et de renards par des `double` afin de garder de la précision sur le calcul. On pourrait interpréter cela comme une incertitude sur le nombre exact d'animaux existants.

Exemple de déroulement des parties 1 et 2

Combien de renards au départ (`>= 2`) ? 20

Combien de lapins au départ (`>= 5`) ? 500

```
***** Le taux d'attaque vaut 1%
Après 1 mois, il y a 550 lapins et 18.8 renards
Après 2 mois, il y a 611.6 lapins et 17.75 renards
Après 3 mois, il y a 686.5 lapins et 16.84 renards
Après 4 mois, il y a 776.9 lapins et 16.08 renards
Après 5 mois, il y a 885 lapins et 15.47 renards
Après 6 mois, il y a 1014 lapins et 15.02 renards
Après 7 mois, il y a 1165 lapins et 14.74 renards
Après 8 mois, il y a 1343 lapins et 14.64 renards
Après 9 mois, il y a 1550 lapins et 14.75 renards
Après 10 mois, il y a 1786 lapins et 15.1 renards
Après 11 mois, il y a 2052 lapins et 15.75 renards
Après 12 mois, il y a 2345 lapins et 16.76 renards
Après 13 mois, il y a 2655 lapins et 18.23 renards
Après 14 mois, il y a 2968 lapins et 20.27 renards
Après 15 mois, il y a 3256 lapins et 23.06 renards
Après 16 mois, il y a 3482 lapins et 26.76 renards
Après 17 mois, il y a 3595 lapins et 31.54 renards
Après 18 mois, il y a 3540 lapins et 37.46 renards
Après 19 mois, il y a 3276 lapins et 44.32 renards
Après 20 mois, il y a 2807 lapins et 51.5 renards
```

Après 21 mois, il y a 2203 lapins et 57.91 renards
Après 22 mois, il y a 1588 lapins et 62.33 renards
Après 23 mois, il y a 1075 lapins et 64.02 renards
Après 24 mois, il y a 709.1 lapins et 63.12 renards
Après 25 mois, il y a 474.3 lapins et 60.39 renards
Après 26 mois, il y a 330.1 lapins et 56.64 renards
Après 27 mois, il y a 242.2 lapins et 52.47 renards
Après 28 mois, il y a 187.8 lapins et 48.24 renards
Après 29 mois, il y a 153.5 lapins et 44.14 renards
Après 30 mois, il y a 131.8 lapins et 40.27 renards
Après 31 mois, il y a 118.3 lapins et 36.67 renards
Après 32 mois, il y a 110.4 lapins et 33.35 renards
Après 33 mois, il y a 106.7 lapins et 30.31 renards
Après 34 mois, il y a 106.4 lapins et 27.54 renards
Après 35 mois, il y a 109 lapins et 25.02 renards
Après 36 mois, il y a 114.4 lapins et 22.73 renards
Après 37 mois, il y a 122.7 lapins et 20.67 renards
Après 38 mois, il y a 134.2 lapins et 18.8 renards
Après 39 mois, il y a 149.2 lapins et 17.13 renards
Après 40 mois, il y a 168.4 lapins et 15.62 renards
Après 41 mois, il y a 192.6 lapins et 14.27 renards
Après 42 mois, il y a 222.9 lapins et 13.06 renards
Après 43 mois, il y a 260.7 lapins et 11.99 renards
Après 44 mois, il y a 307.7 lapins et 11.04 renards
Après 45 mois, il y a 366 lapins et 10.21 renards
Après 46 mois, il y a 438.5 lapins et 9.484 renards
Après 47 mois, il y a 528.4 lapins et 8.868 renards
Après 48 mois, il y a 640.1 lapins et 8.356 renards
Après 49 mois, il y a 778.6 lapins et 7.948 renards
Après 50 mois, il y a 950.3 lapins et 7.648 renards

Note : Si vous voulez observer une évolution intéressante des populations, le nombre de lapins doit être bien supérieur à celui des renards, sinon les renards tuent tous les lapins avant qu'ils aient eu le temps de suffisamment se reproduire. De plus, évitez d'avoir des populations trop petites au début. Dix renards et 1000 lapins ou 20 renards et 500 lapins sont des exemples intéressants et stables de dynamiques des populations.

2.4 Effet du taux d'attaque

On aimerait, en partie 3, répéter plusieurs fois la simulation de la partie 2 (qu'il faut garder intacte), mais en variant le taux d'attaque.

Pour faire cela, on va, en partie 3, simplifier l’affichage de sorte à ne pas afficher l’évolution des deux populations à chaque temps t , mais uniquement les populations finales après 50 mois, ainsi que des messages d’alerte indiquant si l’espèce a été proche de s’éteindre ou si elle a totalement disparu. Puis, en utilisant cet affichage moins chargé, on pourra évaluer l’effet du taux d’attaque sur la dynamique des deux populations.

Copiez votre boucle `for` contenant vos équations qui simulent l’évolution des deux populations et collez-la après :

```
// ===== PARTIE 3 =====
// Variation du taux d'attaque
cout << endl;
```

Complétez et modifiez maintenant cette partie 3 de votre programme. La partie 2 doit rester inchangée et continuer à se dérouler correctement.

2.4.1 Message d’alerte

1. Afin de simplifier l’affichage, nous n’allons plus afficher l’évolution des deux populations à chaque temps t . Dans la boucle de la partie 3, sortez la commande d’affichage de la boucle de telle sorte que le programme affiche *uniquement à la fin* de la simulation le nombre de lapins et de renards restants. Attention d’indiquer le bon nombre de mois écoulés.
2. Modifiez votre code de façon à ce que des messages d’alerte s’affichent *une fois la simulation terminée* (voir les exemples de déroulement ci-dessous) :
 - si durant la simulation le nombre de renards ou de lapins descend en dessous de 5, il doit y avoir un message indiquant :
Les ... ont été en voie d’extinction
(avec ... soit renards soit lapins).
 - si durant la simulation le nombre de renards ou de lapins descend en dessous de 5, mais remonte au dessus de 5 par la suite, le message précédent s’affiche (puisque’on est descendu en dessous de 5), mais est suivi de
mais la population est remontée ! Ouf !
3. Si la population de renards ou de lapins passe en dessous de 2, nous supposons que l’espèce ne peut plus se reproduire. Dans ce cas de figure, le nombre de renards ou de lapins doit alors être mis à zéro (durant la simulation) et le message suivant affiché (à la fin de la simulation) :
et les ... ont disparus :-(

(avec . . . soit renards soit lapins).

4. Si durant la simulation, **aucun** des événements décrits ci-dessus n'est arrivé, affichez à la fin de la simulation
Les lapins et les renards ont des populations stables.
5. Modifiez enfin votre code de sorte que l'on arrête aussi la simulation si le nombre de renards et le nombre de lapins sont tous les deux nuls. Voir par exemple ce qui se passe pour le taux d'attaque de 5% dans l'exemple ci-dessous : la simulation s'est arrêtée à 25 mois, au lieu de 50.

2.4.2 Modification du taux d'attaque

Une fois l'affichage au point, modifiez votre code afin qu'il :

1. demande à l'utilisateur d'entrer un taux d'attaque initial (en pourcent) compris entre 0.5 et 6 ; ce taux initial d'attaque sera redemandé à l'utilisateur tant que ces conditions ne sont pas satisfaites ; notez qu'on demande ici ce taux en *pourcent*, il faudra donc le diviser par 100 pour l'utiliser dans les formules ;
2. demande à l'utilisateur d'entrer un taux d'attaque final (en pourcent) compris entre le taux initial entré précédemment et 6 ; ce taux final d'attaque sera redemandé à l'utilisateur tant qu'il ne vérifie pas ces conditions ;
3. lance la simulation pour tous les taux d'attaque à partir du taux initial jusqu'au taux final (non inclus) en incrémentant le taux de 1% à chaque fois. Pour chaque itération de la boucle, affichez le taux d'attaque correspondant
***** Le taux d'attaque vaut ...%

Exemple de déroulement (pour la partie 3 uniquement ; après avoir entré 20 renards et 500 lapins dans la partie 1, et après la simulation détaillée de la partie 2 qui doit toujours s'afficher)

```
taux d'attaque au départ en % (entre 0.5 et 6) ? 7
taux d'attaque au départ en % (entre 0.5 et 6) ? 1
taux d'attaque à la fin en % (entre 1 et 6) ? 0.5
taux d'attaque à la fin en % (entre 1 et 6) ? 6
```

```
***** Le taux d'attaque vaut 1%
Après 50 mois, il y a 950.3 lapins et 7.648 renards
Les lapins et les renards ont des populations stables.
```


***** Le taux d'attaque vaut 2%
Après 50 mois, il y a 205 lapins et 10.1 renards
Les lapins et les renards ont des populations stables.

***** Le taux d'attaque vaut 3%
Après 50 mois, il y a 0 lapins et 16.9 renards
Les renards ont été en voie d'extinction
mais la population est remontée ! Ouf !
Les lapins ont été en voie d'extinction
et les lapins ont disparu :-(

***** Le taux d'attaque vaut 4%
Après 50 mois, il y a 9774 lapins et 0 renards
Les renards ont été en voie d'extinction
et les renards ont disparu :-(
Les lapins ont été en voie d'extinction
mais la population est remontée ! Ouf !

***** Le taux d'attaque vaut 5%
Après 25 mois, il y a 0 lapins et 0 renards
Les renards ont été en voie d'extinction
et les renards ont disparu :-(
Les lapins ont été en voie d'extinction
et les lapins ont disparu :-(