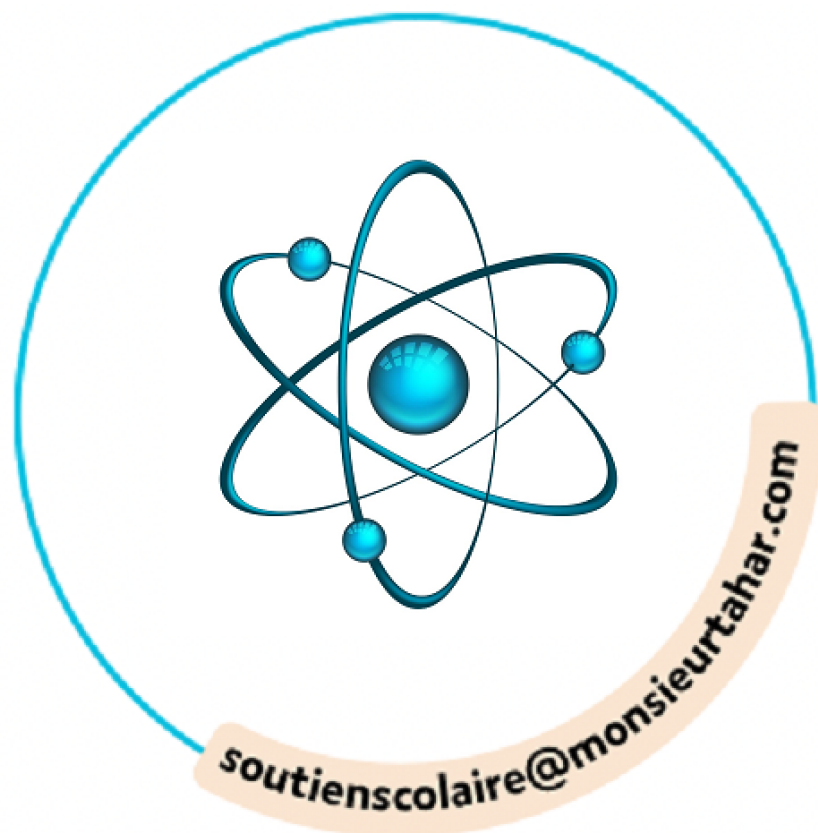
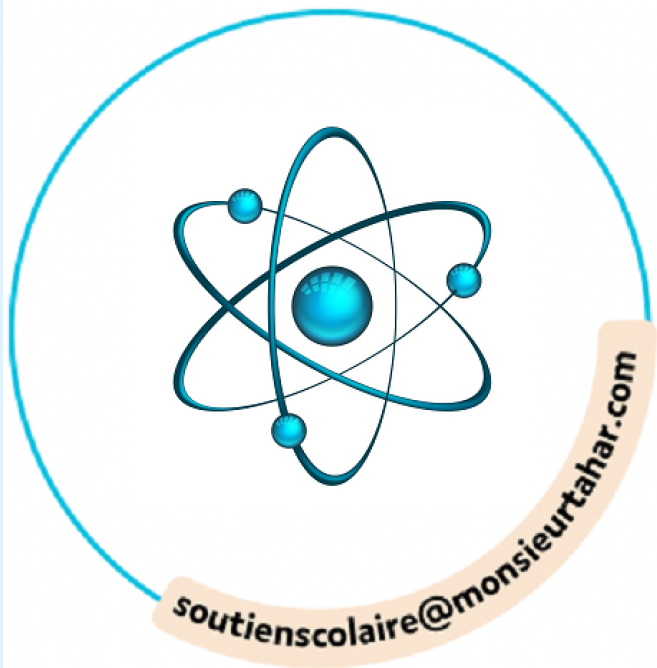


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE



PHYSIQUE - CHIMIE

CHAPITRE 6



Exercices

Tester ses connaissances

QCM

1. a. ET c.
2. a. ET d.
3. a. ET c.
4. b.

5 Affirmations à corriger

- a. L'effectif de la population **diminue** quand le taux de mortalité est supérieur au taux de natalité.
- b. Le modèle **exponentiel** permet de représenter l'évolution démographique d'une population dont le taux de variation est constant.
- c. Le temps de doublement d'une population correspond au temps nécessaire pour multiplier par deux son **effectif**.

6 Phrases à construire

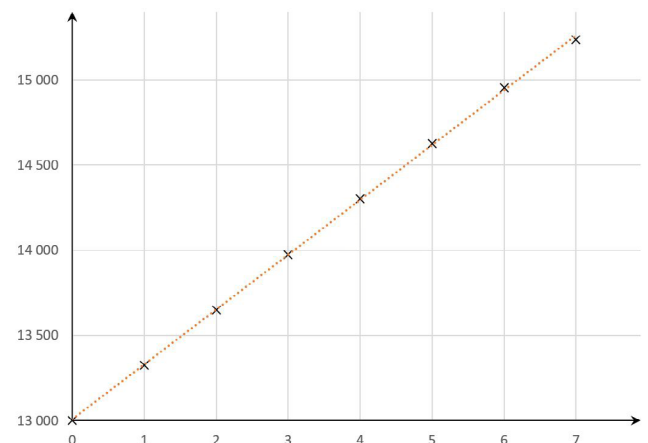
- a. L'évolution de l'**effectif** d'une **population** peut être représentée par un **modèle** afin d'effectuer des **prédictions** pour le **futur**.
- b. Le modèle de **Malthus** n'est pas **valable** sur le **long terme** en raison des **limites** des **ressources**.

7 Définitions inversées

- a. Taux de natalité
- b. Taux de variation (ou d'évolution) global
- c. Modèle exponentiel ou malthusien

8 Taux d'évolution

1. Cette croissance n'est pas exponentielle car le taux de variation n'est pas constant chaque année.
2. On note $u(n)$ la population après n années. On a alors :
 $u(1) = 13\,000 \times 1,025 = 13\,325$
 $u(2) = 13\,325 \times 1,0244 = 13\,650$
 $u(3) = 13\,650 \times 1,0238 = 13\,975$
 $u(4) = 13\,975 \times 1,0233 = 14\,301$
 $u(5) = 14\,301 \times 1,0228 = 14\,627$
 $u(6) = 14\,627 \times 1,0223 = 14\,953$
 $u(7) = 14\,953 \times 1,0219 = 15\,237$
3. On constate que chaque année, la population augmente d'environ 325 habitants (parfois 326 ou 324). Cette évolution semble donc correspondre à un modèle linéaire. On observe également cela sur le nuage de points obtenu à l'aide d'un tableur.



4. La formule générale associée à ce modèle est, d'après le cours, $u(n) = u(0) + 325n$.

9 Modèles linéaire (L) et exponentiel (E)

Première colonne : 1 450 et $u(n) = u(0) + 65n$
 Deuxième colonne : 1 374 et $u(n) = 1,05^n u(0)$
 Troisième colonne : + 36 et $u(n) = u(0) + 36n$
 Quatrième colonne : + 30 % et $u(n) = 1,3^n u(0)$
 Cinquième colonne : 7 et $u(n) = u(0) - 48n$
 Sixième colonne : 1 359 et $u(n) = 0,88^n u(0)$

Exercices

Développer ses compétences

11 Reproduction et démographie

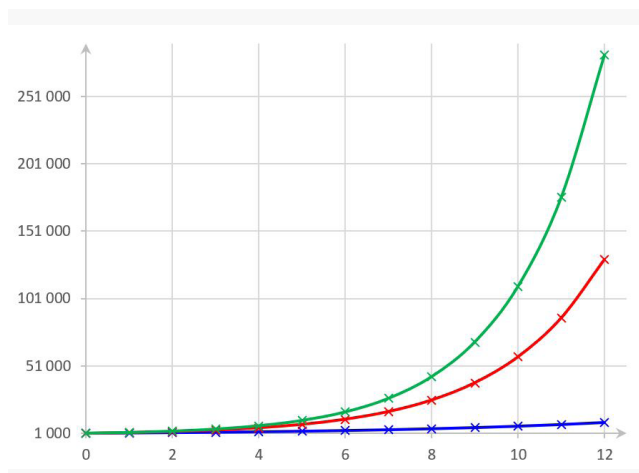
1. Ce qui compte pour évaluer la dynamique de la population est de comptabiliser le nombre de descendants viables. Faisons les calculs avec les valeurs maximales pour les deux oiseaux.
 Pour la mésange bleue, on peut considérer que la grandeur de ponte est la moyenne des couvées soit $(8 + 14) / 2 = 11$ œufs. En considérant deux pontes par an pendant 2,5 années, cela conduit à 55 descendants. Cependant, seuls 30 % sont viables donc il n'en reste que $55 \times 0,3 = 16,5$: il y a entre 16 et 17 descendants viables par femelle de mésange bleue. Si on calcule le maximum de descendants, il faut considérer des couvées de 14 œufs pendant 3 ans. Le calcul devient : $14 \times 2 \times 3 \times 0,3 = 25,2$. La mésange bleue a au maximum 25 descendants viables.
 Pour l'albatros, en considérant que la femelle se reproduise au maximum, c'est-à-dire 30 fois, le nombre moyen de descendants pour l'albatros est de $1 \times 1 \times 30$, dont 95 % sont viables, soit environ 28 descendants.
 Le nombre moyen de descendants produits et viables est donc

assez proche pour les deux oiseaux. Les stratégies de reproduction diffèrent cependant. Le nombre de descendants formés par la mésange est très élevé, mais ceux qui atteindront la maturité sexuelle et se reproduiront à leur tour est diminué du fait du faible taux de survie. Les albatros présentent une reproduction moins prolifique, mais les soins aux petits favorisent une survie plus importante.

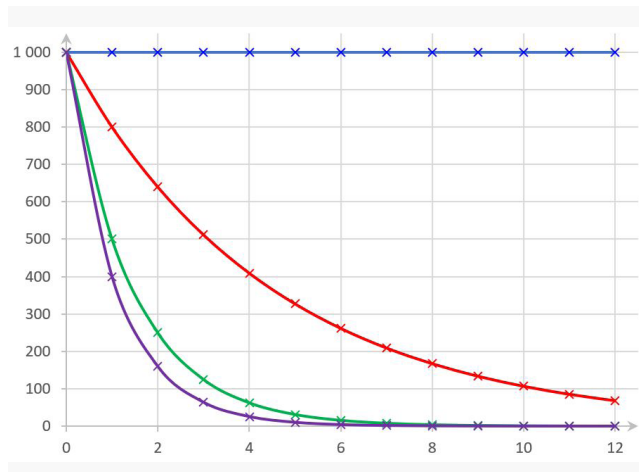
2. La différence du taux de survie peut s'expliquer par une différence d'exposition à un risque de prédation, une différence de vulnérabilité face aux facteurs climatiques (difficultés à résister au froid hivernal par exemple) ou à l'effet d'une compétition pour les ressources intra ou interspécifique.

12 Modèle de Malthus

1. On obtient les allures suivantes ($k = 0,2$ en bleu, $k = 0,5$ en rouge, $k = 0,6$ en vert) :



2. On obtient les allures suivantes ($k = 0$ en bleu, $k = -0,2$ en rouge, $k = -0,5$ en vert, $k = -0,6$ en violet) :



13 Invasion de criquets en Afrique de l'Est

1. L'irrégularité des invasions de criquets s'explique par la nécessité d'une conjonction de conditions climatiques favorables (pluies et températures hivernales élevées) sur une longue période de grégarisation progressive.

2. L'essaim géant comporte 200 milliards de criquets, qui consomment chacun 2 g de végétaux par jour : $2 \cdot 10^{11} \times 2 = 4 \cdot 10^{11}$ g soit 400 000 tonnes de végétaux par jour.

3. L'effectif de criquets croît de manière exponentielle au cours d'une saison, car plusieurs générations se succèdent rapidement avec un grand nombre de descendants à chaque fois. L'augmentation de l'effectif est de plus en plus forte en nombre d'individus à chaque génération.

En chiffres, on peut calculer le nombre de descendants possibles pour une femelle après trois générations, chaque génération étant espacée de la suivante de 12 semaines, en ne prenant en compte qu'une seule ponte par femelle :

- une femelle pond 150 œufs à l'origine de 75 femelles (pour un *sex-ratio* de 1/1), qui génèrent chacune 150 individus, soit 11 250 individus ;
- à la deuxième génération, les 5 625 femelles peuvent générer 843 750 individus ;
- à la troisième génération, les 421 875 femelles peuvent générer 63 281 250, soit 63 millions de criquets.

14 Évolution démographique et ressources

1. Algorithme complété :

```
def evolution():
    u=30000
    L=[u]
    for k in range(1,51):
        u=u*(1.06)
        L=L+[u]
    return u
```

2. Algorithme modifié :

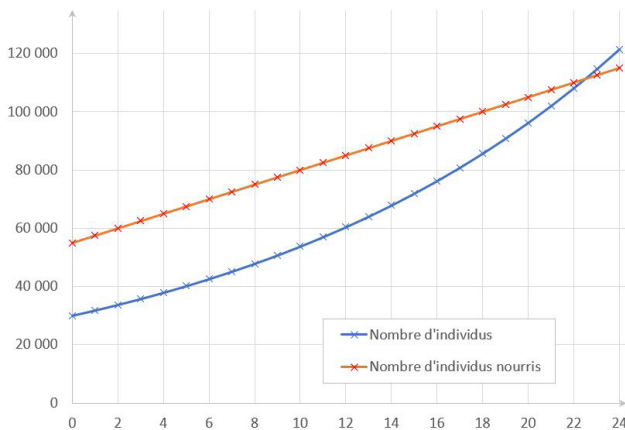
```
def evolution(u0,t):
    u=u0
    L=[u]
    for k in range(1,51):
        u=u*(1+t/100)
        L=L+[u]
    return u
```

3. La fonction permet de savoir à partir de quelle valeur de n , la valeur de u sera supérieure à $2u(0)$, c'est-à-dire le double de la valeur initiale. Autrement dit, elle permet de calculer le temps de doublement de la population.

4. Évolution de l'effectif de la population et des ressources alimentaires (en tableau) :

Année	Nombre d'individus	Nombre d'individus nourris
0	30 000	55 000
1	31 800	57 500
2	33 708	60 000
3	35 730	62 500
4	37 874	65 000
5	40 147	67 500
6	42 556	70 000
7	45 109	72 500
8	47 815	75 000
9	50 684	77 500
10	53 725	80 000
11	56 949	82 500
12	60 366	85 000
13	63 988	87 500
14	67 827	90 000
15	71 897	92 500
16	76 211	95 000
17	80 783	97 500
18	85 630	100 000
19	90 768	102 500
20	96 214	105 000
21	101 987	107 500
22	108 106	110 000
23	114 592	112 500
24	121 468	115 000
25	128 756	117 500

Évolution de l'effectif de la population et des ressources alimentaires (en graphique) :



On constate que les ressources (en rouge) deviennent insuffisantes après 23 années (la population est représentée en bleu).

5. Fonction Python comparaison() :

```
def comparaison():  
    n=0  
    u=30000  
    L=[u]  
    r=55000  
    R=[r]  
    while u<r:  
        u=u*(1.06)  
        r=r+2500  
        L=L+[u]  
        R=R+[r]  
        n=n+1  
    return L,R,n
```

15 Lagos, une croissance exceptionnelle

1. D'après le graphique, sous l'hypothèse d'un modèle exponentiel, pour obtenir une population de 20 millions d'habitants en 57 ans, il faut un taux d'évolution d'environ 8 % par an (on regarde l'abscisse correspondant à une ordonnée de 20 millions).

2. La formule générale du modèle exponentiel est : $u(n) = 1,08^n u(0)$.

3. Pour passer de 200 000 habitants à 20 millions, il faut une augmentation de 19 800 000 habitants. Sous l'hypothèse d'une évolution linéaire de 150 000 habitants par an, il faudrait donc une durée de :

$$\left(\frac{19\,800\,000}{150\,000} \right) = 132 \text{ années.}$$

4. Algorithme complété :

```
u=200000  
n=0  
while u<20000000:  
    u=u*(1.0013)  
    n=n+1  
print(n)
```

En exécutant cet algorithme, on observe que, sous l'hypothèse d'une croissance exponentielle de 0,13 %, il faudrait 3 545

années pour passer d'une population de 200 000 à 20 000 000 d'habitants.

5. Pour une croissance exponentielle de 0,13 %, le modèle est donné par $u(n) = 1,0012^n u(0)$.

On a ici $u(0) = 200\,000$ et on cherche n , tel que $u(n) > 20\,000\,000$.

Il faut donc résoudre l'inéquation :

$200\,000 \times 1,0013^n > 20\,000\,000$ qui est équivalente à $1,0013^n > 100$.

Plusieurs solutions :

- par dichotomie à l'aide d'un tableur ou d'une calculatrice ;
- par une démarche algorithmique ;
- en utilisant la fonction logarithme (fonction strictement croissante) à $n \ln(1,0013) > \ln(100)$ et donc, comme $\ln(1,0013) > 0$, on a :

$$n > \frac{\ln(100)}{\ln(1,0013)} \approx 3\,544,7.$$

16 Lapins en Australie

1. La croissance exponentielle a été permise par l'absence de prédateurs et d'agents pathogènes naturels, ainsi que l'abondance de ressources disponibles dans un grand territoire.

2. Sans l'introduction de virus mortels, l'effectif aurait augmenté de manière exponentielle jusqu'à la limitation par les ressources disponibles. Ceci aurait conduit à la désertification du pays par la consommation de toutes les herbacées. Tout l'écosystème en aurait souffert, car la plupart des espèces animales dépendent directement ou indirectement de cette production primaire.

3. Exemples d'espèces végétales envahissantes : Renouée du Japon, Élodée du Canada, Balsamine de l'Himalaya, Ambroisie à feuille d'armoise (très allergène), algue Caulerpe à feuille d'if en Méditerranée, etc.

Exemples d'espèces animales envahissantes : Frelon asiatique, Punaie diabolique, Écrevisse de Louisiane, Huître japonaise, etc.

17 Pyramides des âges

1. La pyramide des âges constitue une image du passé, car les individus âgés donnent une information sur le taux de natalité à l'époque de leur conception, sur l'espérance de vie de ces individus et sur l'occurrence d'événements passés (éventuellement guerres, épidémies, famines, etc.). Elle constitue également une image du futur car elle indique le nombre de jeunes à l'origine des populations adulte et âgée futures. C'est enfin une image du présent, car elle représente la distribution des âges d'une population au jour de sa parution.

2. La pyramide des âges mondiale présente une forme globale qui se rétrécit progressivement avec l'âge. Ceci s'explique par le fait que les nouveau-nés ne parviennent pas tous à devenir âgés : il y a des risques de mourir dans toutes les tranches d'âge (maladies, accidents, malnutrition, etc.). La base plus large que le reste illustre le bon renouvellement des générations, ce qui est bien moins visible en France où les classes d'âge élevée sont plus nombreuses que les jeunes, alors même que la mortalité va frapper une partie de cette population jeune.

La symétrie de la pyramide s'explique par le *sex-ratio* de 1:1 à la naissance et des risques de mourir à tout-âge à peu près identiques pour les deux sexes (à relativiser par des infanticides dirigés contre les filles dans certains pays, qui pourraient expliquer la sous-représentation des filles et femmes de moins de 44 ans).

3. La pyramide des âges française présente une forme moins pyramidale. Le rétrécissement à la base traduit une diminution récente du taux de natalité. La forme quasiment droite

des 45 à 70 ans traduit une faible mortalité chez ces adultes, grâce aux conditions de vie favorables (nutrition, accès aux soins). La pyramide n'est pas tout à fait symétrique : les femmes sont surreprésentées dans les tranches âgées (trois fois plus de femmes entre 95 et 99 ans que d'hommes). Ceci peut traduire une mortalité plus élevée pour les hommes du fait de leurs conditions de travail ou mode de vie (alcool, cigarettes).

18 EXERCER SON ESPRIT CRITIQUE

L'élimination des requins, une bonne solution ?

La stagnation de la quantité de grands requins pêchés depuis 1995 montre un épuisement du stock : il y a donc eu diminution du nombre d'individus depuis 1950.

Le nombre d'attaques a pourtant augmenté depuis 1980. Cela ne signifie pas qu'il y a une augmentation du risque. Au contraire, la prise en compte de l'augmentation de la fréquentation des bords de mer par les humains permet de constater que le risque d'attaque a diminué, sauf chez les surfeurs (pour lesquels le risque semble rester identique).

La crainte des attaques de requins, favorisée par la médiatisation d'événements dramatiques, est donc à tempérer si on ne veut pas céder à un **biais émotionnel** : surmonter notre **difficulté à percevoir les probabilités** implique de ne pas confondre le **danger** (gravité d'une attaque quand il y en a une) et le **risque** (probabilité de subir une attaque).

On pourrait s'attendre à ce que la diminution du nombre de grands requins provoque une augmentation du nombre de petits poissons. En réalité, on observe une diminution de ces derniers. Cela peut s'expliquer par l'augmentation du nombre de prédateurs directs des petits poissons, qui sont eux-mêmes les proies des grands requins.

Penser que l'élimination des grands requins permettra d'augmenter les stocks de poisson exploitables pour la pêche, cela correspond donc à un **sophisme**, c'est-à-dire à un raisonnement trompeur, un défaut de logique dû à la non prise en compte de tous les paramètres.

