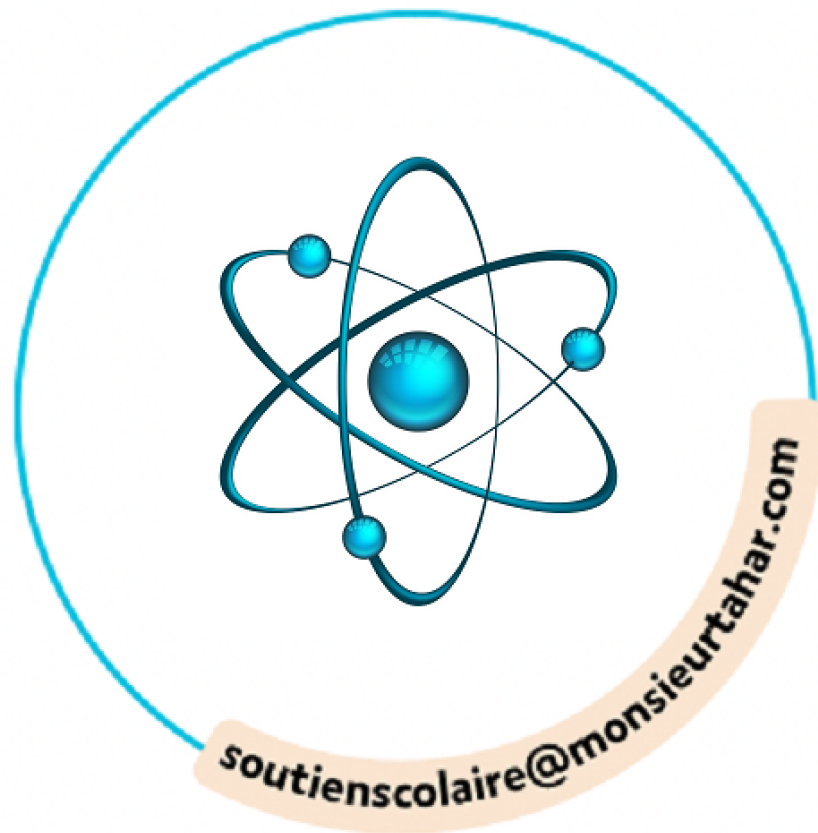


ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

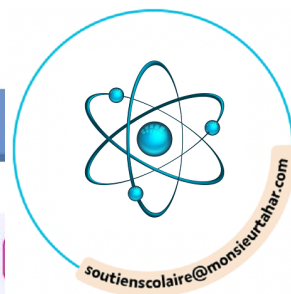


PHYSIQUE- CHIMIE

CHAPITRE 6

Exercices

Tester ses connaissances



QCM

CORRIGÉ p. 246

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s).

	a	b	c	d
1 L'évolution de l'effectif d'une population réelle :	dépend des taux de natalité et de mortalité.	augmente toujours de manière régulière.	est limitée par les ressources dont les individus disposent.	répond toujours à un modèle linéaire.
2 Le taux d'évolution démographique :	s'exprime habituellement en pour cent ou pour mille.	se rapporte forcément à une durée d'un an.	est toujours positif.	permet de calculer l'effectif d'une population à partir d'une valeur initiale.
3 Le modèle malthusien :	permet de prédire l'effectif futur d'une population.	traduit une augmentation linéaire au cours du temps.	peut représenter une augmentation ou une diminution d'effectif.	est réaliste à court terme comme à long terme.
4 Deux augmentations successives de 10 % correspondent à une augmentation globale :	de 15 %.	de 21 %.	de 10 %.	de 20 %.

5 Affirmations à corriger CORRIGÉ p. 246

Corriger les affirmations suivantes.

- « L'effectif de la population reste stable quand le taux de mortalité est supérieur au taux de natalité. »
- « Le modèle linéaire permet de représenter l'évolution démographique d'une population dont le taux de variation est constant. »
- « Le temps de doublement d'une population correspond au temps nécessaire pour multiplier par deux son taux d'évolution. »

6 Phrases à construire CORRIGÉ p. 246

Écrire une phrase en utilisant les termes suivants :

- évolution – effectif – population – modèle – prédiction – futur.
- Malthus – valable – long terme – limites – ressources.

7 Définitions inversées

Retrouver à quels termes correspondent ces définitions.

- Rapport entre le nombre de naissances sur une période et la population totale.
- Différence entre le taux de natalité et le taux de mortalité.
- Modèle d'évolution démographique correspondant à un taux de variation constant.

8 Taux d'évolution

On considère une population d'effectif initial $u(0) = 13\,000$. Pendant une première année, on observe un taux d'évolution de 2,50 %. Les années suivantes, ce taux est de 2,44 % puis 2,38 %, 2,33 %, 2,28 %, 2,23 %, 2,19 %.

1. Justifier que cette croissance n'est pas exponentielle.

2. Calculer les effectifs de la population chaque année.

3. Indiquer à quel modèle usuel semble correspondre cette évolution.

Tracer à l'aide d'un tableur le nuage de points décrivant l'évolution de cette population.

4. Donner la formule générale associée à ce modèle c'est-à-dire l'expression de $u(n)$ en fonction de n et $u(0)$.

9 Modèles linéaire (L) et exponentiel (E)

Effectif initial	930	930	1 512	600	1 200	
Modèle	L	E	L	E	L	E
Variation annuelle	+ 65	+ 5 %			- 48	- 12 %
Nombre d'années	8	8	5	2		4
Effectif final			1 692	1 014	864	815

Compléter le tableau.

Exprimer pour chaque cas $u(n)$ en fonction de $u(0)$ et n .

Exercice

résolu

10 Évolution d'une population bactérienne



Une culture bactérienne

Certains microorganismes à usage alimentaire ou pharmaceutique (levure, algue spiruline, bactérie) peuvent être cultivés *in vitro*.

Une population bactérienne est ainsi cultivée dans 100 mL d'un milieu liquide contenant les éléments organiques et minéraux qui leur sont nécessaires. L'effectif de la population est estimé en quantifiant le trouble de la suspension (appelé densité optique) avec un spectrophotomètre.

Temps (min)	Densité optique (UA)
0	0,02
15	0,025
30	0,033
45	0,057
60	0,085
75	0,13
90	0,175
105	0,26
120	0,33
135	0,43
150	0,48
165	0,53
180	0,56
195	0,589
210	0,617
225	0,638
240	0,658
255	0,674
270	0,685
285	0,69
300	0,691
315	0,692
350	0,693

- Construire**, à l'aide d'un tableau, le nuage de points correspondant aux données ci-contre.
- Observer** l'existence d'un ralentissement de la croissance et **déterminer** à quel temps t il débute.
- Déterminer** quelle modélisation démographique (linéaire ou exponentielle) s'applique à la phase de croissance avant le temps t déterminé précédemment.
- Déterminer** graphiquement le temps de doublement de la population pendant cette première phase.
- Raisonner** pour expliquer le ralentissement de la croissance à partir du temps t .
- Prévoir** la courbe de croissance qui serait observée si le flacon contenait 100 mL du milieu nutritif dilué 2 fois (50 mL du milieu nutritif + 50 mL d'eau).

Conseils

Utiliser le menu « graphiques » du tableur.

Tracer le nuage de points correspondant uniquement aux points souhaités et tester les deux types de régression.

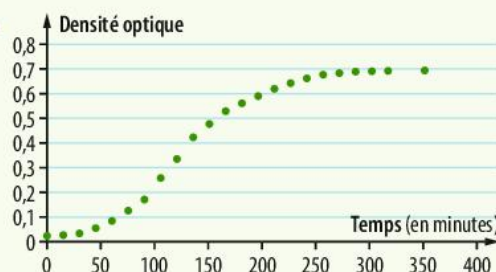
Déterminer à quel moment la densité optique est le double de la valeur initiale.

Le temps de doublement étant toujours le même dans le modèle exponentiel (voir un exercice plus loin), on peut aussi regarder en combien de temps la densité optique passe par exemple de 0,1 à 0,2.

Considérer le fait que cette population évolue dans un milieu fermé.

Solution

1.



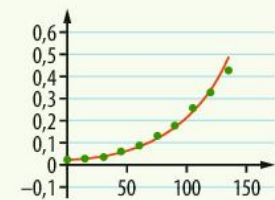
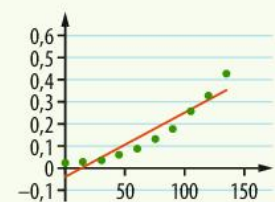
3. On constate que le modèle exponentiel est plus adapté que le modèle linéaire.

4. La densité optique initiale étant de 0,02, on cherche à quel temps elle atteint 0,04. Par lecture graphique, ce temps de doublement est entre 30 et 32 minutes.

5. Le milieu étant fermé, les ressources y sont limitées. Elles sont progressivement consommées et constituent donc un facteur limitant pour la croissance de la population. Cette croissance ralentit au bout d'un certain temps pour finir par stagner à une valeur limite (ici environ 0,7) quand les ressources sont insuffisantes pour permettre la division des bactéries.

6. Si le milieu est dilué par deux, la population dispose de deux fois moins de ressources. On observera le même type de courbe de croissance : une croissance exponentielle puis un ralentissement et une stagnation autour d'une valeur limite, mais cette valeur limite serait alors deux fois plus faible et se situerait autour de 0,35.

2. On observe que la croissance est de plus en plus rapide jusqu'au temps $t = 135$ min puis ralentit.



Exercices

Développer ses compétences

11 Reproduction et démographie

CORRIGÉ p. 246

Différents paramètres mis en jeu lors de la reproduction sont comparés pour deux espèces d'oiseaux.



Paramètres démographiques	Mésange bleue <i>Cyanistes caeruleus</i>	Albatros hurleur <i>Diomedea exulans</i>
Grandeur de ponte (nbre d'œufs)	8 à 14	1
Nombre de pontes par an	2	< 1
Taux de survie annuel	0,3	0,95
Longévité moyenne (années)	2 à 3	30

Source : P. Bennet et al., Oxford Series in Ecology and Evolution, 2002

1. **Calculer** le nombre moyen de descendants pour une femelle de chaque espèce.
2. **Imaginer** différents facteurs qui pourraient expliquer la différence du taux de survie annuel.

12 Modèle de Malthus

On considère une population dont l'effectif varie selon le modèle de Malthus. On note $u(n+1) = (1+k)u(n)$ où $k > -1$, et u la fonction d'une variable discrète n représentant l'effectif de la population au bout de n années (l'année 0 étant une année de référence).

1. **Tracer** l'allure de la courbe de l'effectif obéissant à ce modèle, au cours du temps, pour différentes valeurs de $k > 0$. On pourra partir d'un effectif $u(0) = 1\,000$ individus et utiliser un tableur pour calculer les effectifs successifs et tracer le nuage de points.
2. **Faire de même** pour $k = 0$ et pour différentes valeurs de $k < 0$.

13 Invasion de criquets en Afrique de l'Est

Prépa E3C



Les pays d'Afrique de l'Est (Éthiopie, Somalie, Kenya) ont subi pendant l'hiver 2019/2020 des invasions de criquets pèlerins. Des essaims¹, formés par des centaines de milliers de criquets, ont ravagé toutes les cultures. Un essaim géant couvrant une surface de 2 400 km² (soit la taille du Luxembourg) et comportant 200 milliards de criquets a pu être observé. Chaque criquet pèlerin peut dévorer chaque jour l'équivalent de son propre poids, soit environ deux grammes. Ces essaims peuvent se déplacer à un rythme de 150 kilomètres par jour.

L'Éthiopie et la Somalie n'avaient pas vu d'essaims de criquets pèlerins d'une telle ampleur depuis 25 ans, et le Kenya depuis 70 ans.

1 : rassemblement de nombreux insectes se déplaçant en groupe.

1 Croissance des populations de criquets pèlerins

La croissance de la population des criquets est exponentielle. Les pluies et températures élevées de l'hiver 2019/2020 ont permis une reproduction rapide de ces insectes. Les femelles pondent 150 œufs en moyenne, 1 à 3 fois durant leur vie qui dure 3 mois. Ces œufs éclosent au bout de 2 semaines et les larves deviennent adultes en 6 semaines. Les adultes arrivent à maturité sexuelle en moins d'un mois.



2 Formation des essaims de criquets pèlerins

La formation des essaims est liée à un changement de comportement de l'insecte, dont le principal facteur déclenchant est la densité de population : des individus grégaires² ou solitaires peuvent être obtenus à partir d'une même ponte simplement en élevant les larves en groupe ou isolément. En général, il faut au moins quatre générations successives de grégation croissante pour atteindre la phase grégaire type réalisant des essaims.

2 : qui ont tendance à vivre en groupe.

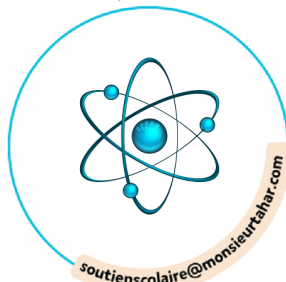
1. **Expliquer** l'irrégularité des invasions de criquets.
2. **Calculer** la quantité de récoltes consommée par jour par l'essaim géant observé.
3. **Expliquer** pourquoi la population de criquet connaît une croissance exponentielle au cours d'une saison.

On souhaite simuler informatiquement l'évolution démographique d'une population dont l'effectif initial est : $u(0) = 30\,000$.

On suppose que cette évolution suit un modèle malthusien dont le taux de variation annuel est de 6 %. On réalise alors la fonction Python `evolution()` qui renvoie la liste L des effectifs successifs de cette population pendant 50 années :

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

On suppose maintenant que les ressources alimentaires permettent initialement de nourrir 55 000 individus et que l'évolution de ces ressources permet de nourrir chaque année 2 500 individus supplémentaires.



1. Compléter l'algorithme ci-contre.
2. Modifier la fonction ci-contre en une fonction `evolution(u0,t)` qui prend en argument l'effectif initial u_0 et le taux de variation t .
3. On considère la fonction suivante :

```
def malthus(u0,t):
    n=0
    u=u0
    while u<2*u0:
        u=(1+t)*u
        n=n+1
    return n
```

Exécuter cette fonction avec les données de l'énoncé et expliquer à quoi elle sert.

4. À l'aide d'un tableau, représenter d'une part l'évolution de l'effectif de la population et d'autre part l'évolution des ressources alimentaires. Observer à partir de quand les ressources seront insuffisantes pour nourrir la population.
5. Réaliser une fonction Python `comparaison()` qui renvoie la liste L des effectifs de la population et la liste R du nombre d'individus que l'on peut nourrir jusqu'à ce que les ressources soient insuffisantes. Cette fonction renverra également l'année à laquelle les ressources seront insuffisantes.

15 Lagos, une croissance ex

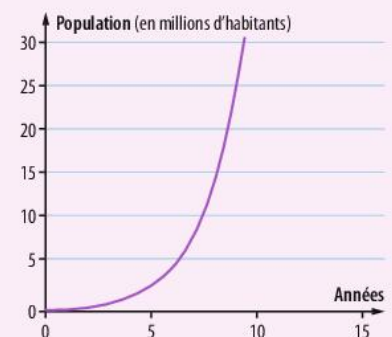


La ville de Lagos est considérée comme la capitale économique du Nigéria. Elle est connue pour son urbanisation galopante et son expansion particulièrement rapide. De fait, sa population est passée de 200 000 à 20 millions d'habitants en seulement 57 ans.

Si la population du Nigéria continue de croître et que les gens déménagent dans les villes au même rythme que maintenant, Lagos pourrait devenir la plus grande métropole du monde, avec 85 ou 100 millions d'habitants.

D'ici à 2 100, elle pourrait être plus peuplée que la Californie ou la Grande-Bretagne aujourd'hui, et s'étendre sur des centaines de kilomètres – avec des conséquences environnementales énormes.

1. En partant d'une population initiale de 200 000 habitants, la courbe ci-contre représente la population finale (exprimée en millions d'habitants) au bout de 57 ans en fonction du taux d'évolution (exprimé en pourcentage). En supposant que l'évolution de la population de Lagos répond au modèle exponentiel (taux d'évolution constant), déterminer graphiquement le taux d'évolution de cette ville.
2. Indiquer la formule générale correspondant à ce modèle exponentiel.
3. Sous l'hypothèse d'un modèle linéaire de variation annuelle égale à +150 000 habitants, calculer combien d'années seraient nécessaires pour passer d'une population de 200 000 à 20 millions d'habitants ?
4. À titre de comparaison, le taux d'évolution démographique en France était entre 2019 et 2020 de 0,13 %. On souhaite déterminer le nombre d'années nécessaires pour passer d'une population de 200 000 à 20 millions d'habitants avec un taux d'évolution démographique constant égal à 0,13 %. Compléter l'algorithme ci-contre et l'exécuter sous Python pour répondre au problème.
5. SPÉ MATHS Résoudre algébriquement une inéquation pour répondre à la question 4.



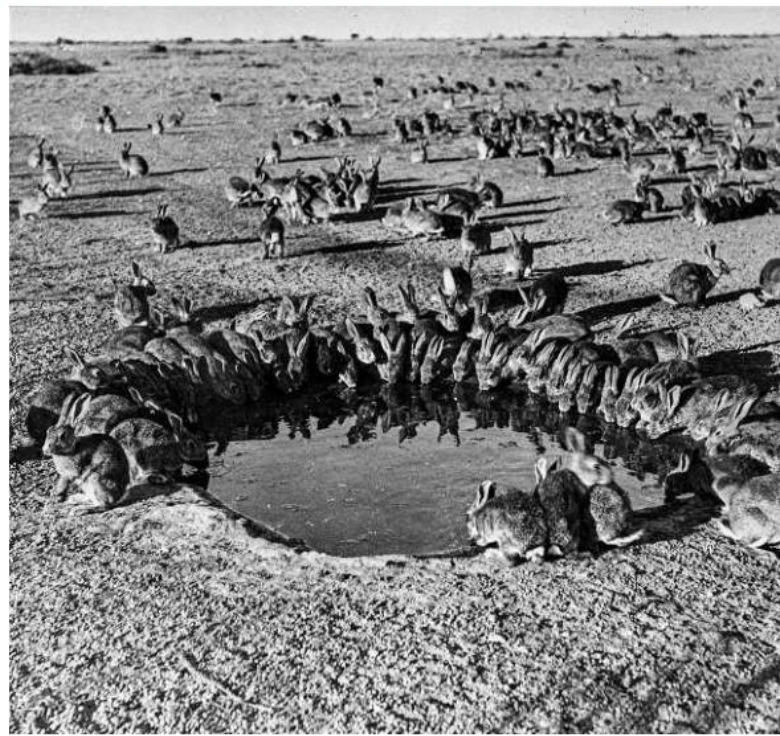
```
u=200000
n=0
while ... :
    u=...
    n=n+1
print(n)
```

16 Lapins en Australie

En 1859, des colons européens ont importé quelques couples de lapins à partir d'Europe. Cinquante ans plus tard, l'Australie comptait 600 millions de lapins qui ont colonisé 60 % de son territoire et ont ainsi causé des millions de dollars de dégâts aux cultures et érodé les sols. Un virus responsable de la myxomatose, pathologie mortelle pour les lapins, introduit dans les années 1950, puis un autre virus mortel occasionnant la maladie hémorragique du lapin répandu en 2017 ont nettement réduit l'effectif, actuellement stabilisé.

Une telle prolifération, qui obéit au modèle démographique de Malthus, est souvent observée suite à l'introduction d'une espèce dans une région où elle n'est normalement pas présente. Ces espèces deviennent ainsi invasives et menacent la biodiversité autochtone. Leur prolifération s'explique par une très forte compétitivité dans un milieu ne présentant pas de prédateurs ou d'agents pathogènes naturels.

1. **Énumérer** des facteurs responsables de la croissance exponentielle de l'effectif des lapins en Australie.
2. **Raisonner** pour imaginer l'évolution de l'effectif des lapins en Australie sans l'introduction de virus mortels.
3. **Réaliser** une recherche internet pour citer d'autres espèces envahissantes introduites par l'être humain et proliférant de manière exponentielle en France.



Pullulation de lapins en Australie (1938)

17 Pyramides des âges

Prépa E3C



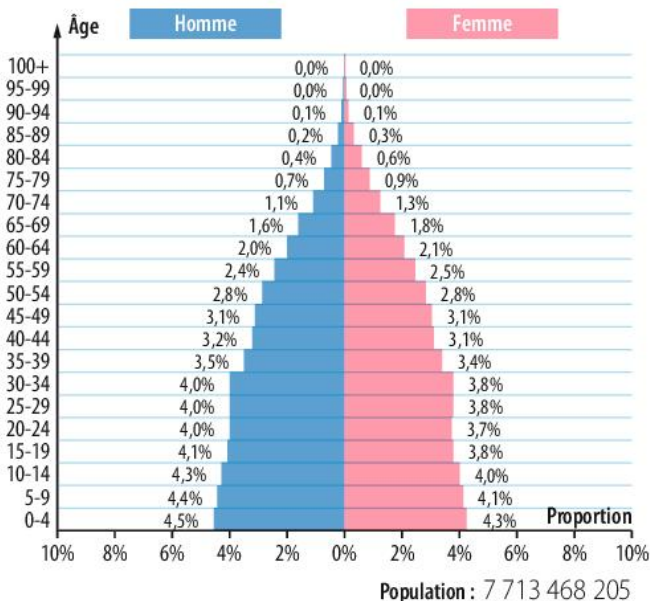
Une pyramide des âges représente graphiquement la structure d'une population (proportions des individus dans une tranche d'âge, en distinguant leur sexe) à un temps donné.

Expliquer l'expression : « une pyramide des âges constitue une image synthétique du passé, du présent et du futur de la population ».

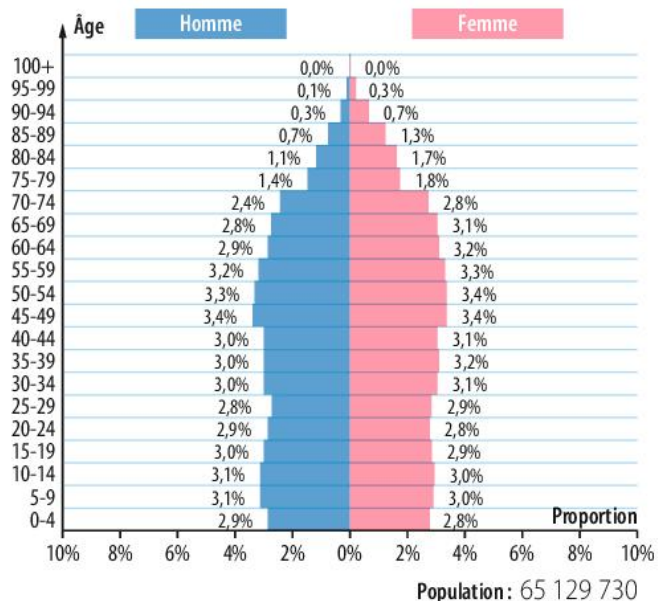
Analyser la pyramide des âges mondiale : expliquer sa forme générale et sa symétrie.

Comparer la pyramide des âges de la France avec celle du monde, tant au niveau de sa forme que de sa symétrie. **Conclure**.

1. Pyramide des âges Monde 2019



2. Pyramide des âges France 2019



L'élimination des requins, une bonne solution ?

Les Grands Requins sont des super-prédateurs, situés au sommet des chaînes alimentaires en milieu marin.

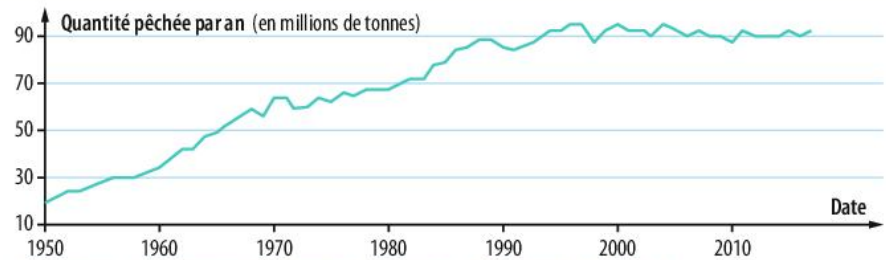
Depuis la seconde moitié du ^{xx}e siècle, l'opinion publique leur prête une réputation d'agressivité et de voracité, pouvant constituer une menace pour l'humain et faire diminuer les stocks de petits poissons exploités par la pêche. Les cas d'attaques de requins sont particulièrement médiatisés.

Des programmes d'abattage ont été mis en place dans plusieurs pays, visant les espèces les plus dangereuses, et les Grands Requins sont également pêchés pour une consommation alimentaire.



1 Impact des activités humaines sur les populations de Grands Requins

L'arrêt de l'augmentation des captures est attribué à un épuisement du stock de requins. Certaines espèces sont sous protection, mais leur statut est peu respecté. Ainsi, 16 % du nombre total d'espèces de requins sont menacées, certaines étant proches de l'extinction.

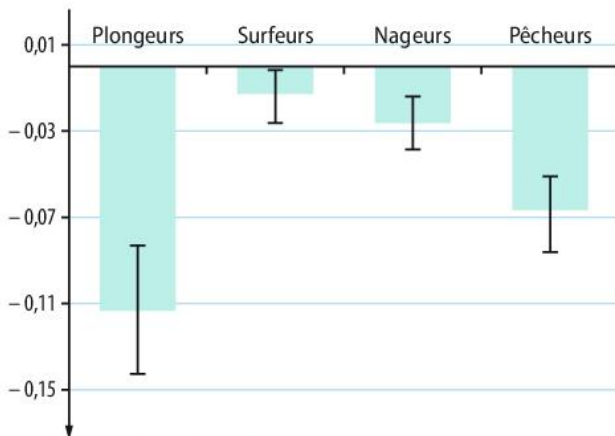


Évolution de la quantité de Grands Requins pêchés, de 1950 à 2017

Source : FAO, 2017

2 Évolution du danger pour l'humain

Le nombre d'attaques de requins a augmenté de 1950 à 2017, passant de 30 à 110 attaques par an en moyenne. Cependant, il y a également eu augmentation des activités touristiques et sportives. Tenir compte de la fréquentation du bord de mer permet de calculer l'évolution de la probabilité d'attaque par an.

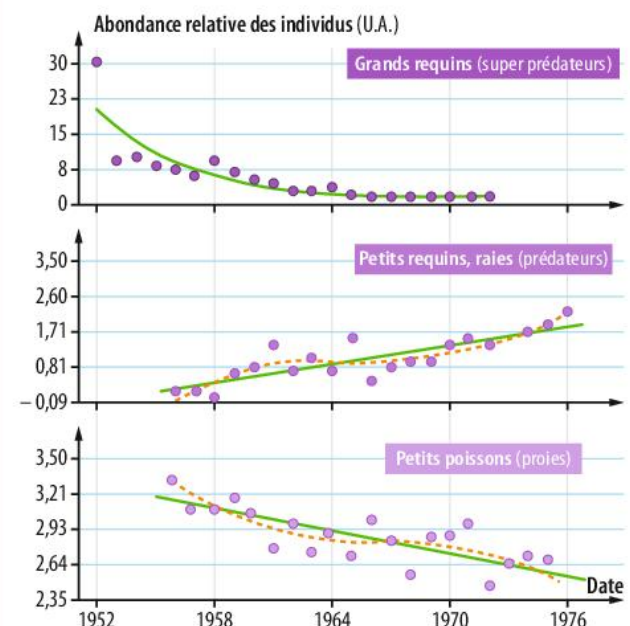


Évolution de la probabilité d'attaque par an

Source : Ferretti, Front Ecol Environ, 2015

3 Évolution du danger pour les écosystèmes

Afin de déterminer l'impact de la pêche au Grand Requin sur le reste de l'écosystème de Kwa-Zulu Natal (Afrique du Sud), différents groupes de poissons ont été suivis au cours du temps, en fonction de leur place dans la chaîne alimentaire.



Abondance relative de différentes espèces

Source : Ferretti, Ecology Letters, 2010

À VOTRE AVIS

Voir Esprit scientifique
➤ esprit critique p. 6-11

- Une élimination des Grands Requins est-elle bénéfique à l'humain et aux autres espèces de poissons ?