

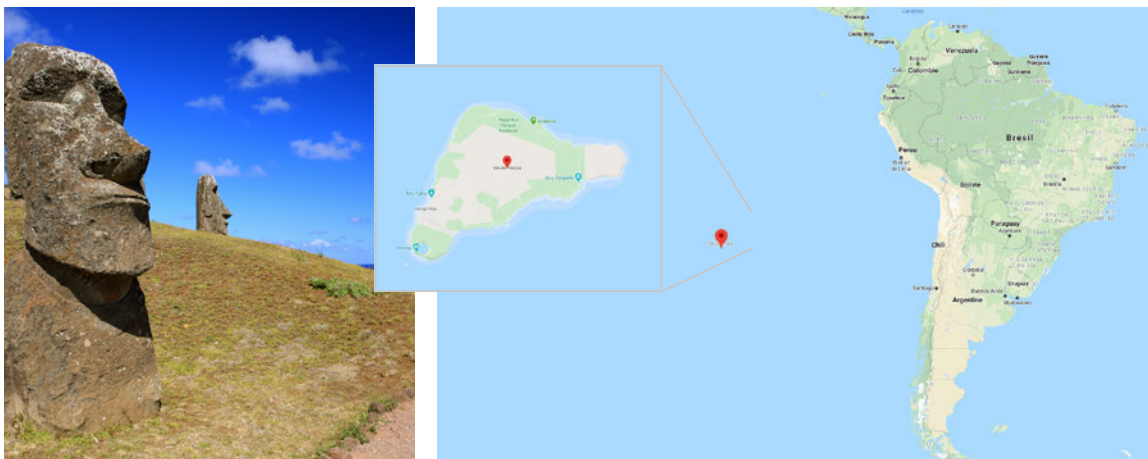
✚ Sujet pour s'entraîner

Exercice B Le mystère des Moaï de l'île de Pâques

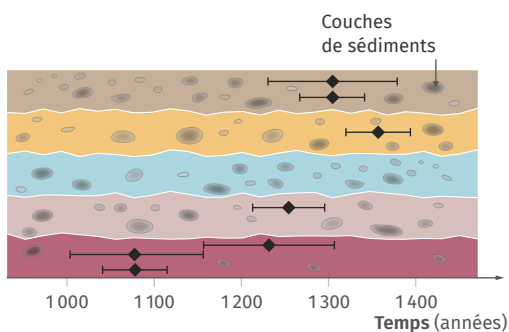


La mise en place des Moaï, ces statues géantes, sur l'île chilienne de Pâques, a longtemps intrigué les savants du XIX^e siècle : comment ont-elles été dressées sans recourir à des matériaux fabriqués à partir d'arbres (rondins, cordages, etc.) ? Qui les a érigées ? En effet, au XIX^e siècle et l'île est peu peuplée, aucun arbre n'y pousse. Les chercheurs avancent alors la thèse de « l'écocide » : les habitants de l'île, les *Matamua*, auraient surexploité et fait disparaître les arbres, surtout des palmiers, et par là leurs ressources. Cette disparition serait la cause de leur déclin. Cette hypothèse est aujourd'hui remise en question.

Doc. 1 Statue de Moaï sur l'île de Pâques



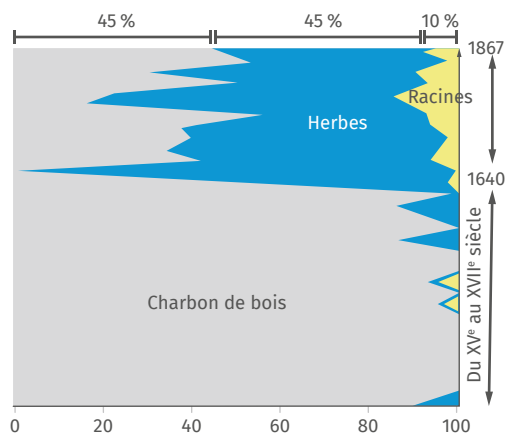
Doc. 2 Des indices apportés par l'étude des combustibles



Position et âge (en abscisse) du morceau de charbon

Incertitude sur l'âge due aux erreurs possibles de mesure

► Datation de 7 morceaux de charbon de bois. Ces charbons attestant de présence humaine, trouvés dans des couches de sédiments de l'île de Pâques (chaque tranche représente la couche où le morceau a été trouvé).



► Nature des combustibles retrouvés dans les fours d'un village de l'île, occupé sans discontinuité dès le XV^e siècle. Un exemple de pourcentage est donné pour l'année 1867.

>>> Préparation aux évaluations communes

Doc. 3 Hypothèses expliquant la disparition des forêts de l'île de Pâques (ou Rapa Nui)

Les premiers colons de *Rapa Nui* sont arrivés vers [date à déterminer]. Puis, leur nombre augmenta vite, peut-être d'environ 3 % par an. [Cela] signifierait qu'une population initiale de 50 personnes dépasserait le millier au bout d'un siècle. Les observations archéologiques montrent que la population a atteint un maximum d'environ 3 000 personnes ou un peu plus vers 1350, puis est sans doute restée stable jusqu'à l'arrivée des Européens. Les premiers navigateurs, au XVII^e siècle, décrivent de loin une île boisée et fertile. Mais au XIX^e, la végétation a disparu. Vers 1860, soit 138 ans après leurs premiers contacts avec les Européens, il restait 110 habitants sur *Rapa Nui*.

HYPOTHÈSE 1 – par M. et C. Orliac, du CNRS de Nanterre : Comment expliquer cette brusque disparition ? Par l'abattage des arbres ? Si ce fut le cas, quelle folie se serait donc emparée de ce petit peuple de marins ? Selon nous, il faut plutôt penser à une grave période de sécheresse. [La flore de l'île de Pâques] vit entre 25 et 40 °C mais avec beaucoup moins d'eau que la forêt tropicale humide. [...] Cette végétation était manifes-

tement proche de sa limite de survie, puisque la température (moyenne annuelle 20,4 °C) peut descendre au-dessous de 14 °C. Par ailleurs, [...] les pluies sont bien plus rares et sporadiques que sur les autres îles polynésiennes. Il aura donc suffi d'une sécheresse de plusieurs années pour accomplir ce que les hommes auraient eu du mal à réaliser à mains nues : éradiquer massivement la végétation.

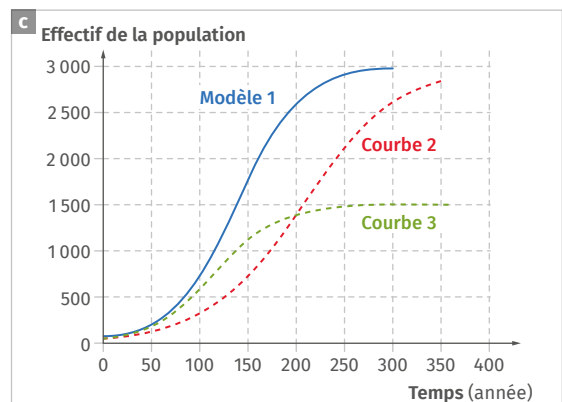
HYPOTHÈSE 2 – par T. Hunt, de l'Université de Hawaï : Les rats arrivés [de Polynésie] avec les premiers colons n'ont pu que proliférer, car ils se retrouvaient dans un environnement plein de ressources et dépourvu de prédateurs. Or une population de rats placée dans pareilles conditions de vie double toutes les six semaines ! Un seul couple fondateur peut ainsi produire jusqu'à 17 millions d'individus en seulement trois ans. Étant donné les ressources de nourriture de *Rapa Nui*, l'île a pu porter jusqu'à 3,1 millions de rats. Plus que l'abattage des cocotiers par les hommes, la consommation de leurs noix par le rat polynésien

aurait contribué au déboisement. Très dures, ces noix germaient si lentement que les rats les consommaient pratiquement toutes avant qu'elles ne poussent. Quand le capitaine Roggeveen arriva en 1722, la plupart des forêts avaient disparu, sans que cela n'entraîne pour autant un effondrement culturel. Comme ce fut souvent le cas quand un peuple de l'âge de pierre entra en contact avec une civilisation avancée, la décadence *rapanui* est seulement due à l'arrivée des Européens. La première [conséquence] fut l'arrivée de maladies européennes contre lesquelles les *Rapanui* n'étaient pas immunisés [ex : la variole].

Doc. 4 Simulation de l'évolution d'une population selon le modèle logistique

```
1 N=50 # Nombre initial d'individus
2 K=3000 # Taille limite de la population
3 r=0.03 # Taux annuel de croissance de la population
4 a=1 # Nombre d'années écoulées
5 while a <= 100 :
6     N=N+N*r*(1-N/K) # Effectif de la population l'année n+1
7     a=a+1 # Décompte des années
8 print(N)
```

```
1 N=50 # Nombre initial d'individus
2 K=3000 # Taille limite de la population
3 r=0.03 # Taux annuel de croissance de la population
4 a=1 # Nombre d'années écoulées
5 while N <= 2990 :
6     N=N+N*r*(1-N/K) # Effectif de la population l'année n+1
7     a=a+1 # Décompte des années
8 print(a)
9
```



Des programmes informatiques avec le logiciel Python **a**, **b**. Résultat des simulations du programme **a**) et de deux autres modèles **c**.

⊕ Sujet pour s'entraîner

Données

Suite logistique de croissance d'une population : $N_{n+1} = N_n + N_n \cdot r \cdot \left(1 - \frac{N_n}{K}\right)$

- $N(n)$: effectif de la population
- r : taux de croissance de la population à chaque génération
- n : nombre de générations
- K : effectif maximal du milieu (capacité limite)

► Questions

Partie 1 : Simulation de la croissance d'un population.

- En utilisant les graphiques du **doc. 2**, répondez au QCM suivant :
 - Les colons sont arrivés sur l'île vers l'an :
 900. 1050. 1250. 1640.
 - Le bois a commencé à manquer vers l'an :
 1050. 1250. 1640. 1867.
- D'après le **doc. 3** et votre réponse à la question 1, combien de temps a-t-il fallu pour atteindre 3 000 personnes ?
- On modélise la croissance de la population à partir de l'arrivée des premiers colons en utilisant la « suite logistique de croissance d'une population » avec les valeurs : $N(1) = 50$, $r = 0,03$ et $K = 3\ 000$ (modèle 1). Justifier le choix de ces valeurs à partir du **doc. 3**.
- Avec ces valeurs, calculer l'effectif N de la population au bout de 2 puis 3 ans (arrondir à la 2^e décimale).
- À quoi correspond le nombre affiché par le premier programme Python ? Le programme renvoie la valeur « 741 ». Interpréter cette valeur et discuter de l'affirmation en italique dans le **doc. 3**.
- À quoi correspond le nombre affiché par le second programme Python ? Le programme renvoie la valeur « 327 ». Interpréter cette valeur et discuter de l'affirmation surlignée dans le **doc. 3**.
- La courbe en traits pleins du **doc. 5c** représente les valeurs prises par la variable « N » dans ce programme pour « a » allant jusqu'à 300 (modèle 1). Puis le programme a été modifié. Répondre au QCM. Justifier en précisant ce que signifie la modification.
 - Modèle 2 : $r = 0,02$, les autres variables sont les mêmes. Ce modèle correspond :
 à la courbe 2. à la courbe 3.
 - Modèle 3 : $K = 1\ 500$, les autres variables sont les mêmes. Ce modèle correspond :
 à la courbe 2. à la courbe 3.
- Par lecture graphique du **doc. 2**, montrer que seule la modélisation du modèle 1 est en accord avec les valeurs issues de l'observation archéologique proposées dans les doc. 1 et 2.

Partie 2 : Les hypothèses explicatives de la catastrophe

- La valeur K représente la « capacité limite de l'écosystème ». Après avoir expliqué ce que représente cette valeur, préciser comment évolue l'effectif si la capacité limite du milieu diminue.
- Dans le cas des rats de l'île de Pâques, quelle était la ressource principale ? Pourquoi K a-t-il diminué ?
- Relever dans le **doc. 3** deux explications à la diminution de ces ressources.
- D'après les **doc. 3 et 4**, quelle est la cause principale de la diminution de l'effectif de la population humaine ? Expliquer ce phénomène.