

Chapitre 3-4 : Modèles démographiques

Document 1 : Extrait d'un ouvrage de Malthus

Comptons pour 11 millions la population de la Grande-Bretagne, et supposons que le produit actuel de son sol suffit pour la maintenir. Au bout de vingt-cinq ans, la population sera de 22 millions ; et la nourriture ayant également doublé, elle suffira encore à l'entretenir. Après une seconde période de vingt-cinq ans, la population sera portée à 44 millions, mais les moyens de subsistance ne pourront plus nourrir que 33 millions d'habitants.

Dans la période suivante, la population – arrivée à 88 millions – ne trouvera des moyens de subsistance que pour la moitié de ce nombre. [...] La race humaine croîtra selon la progression 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, etc. tandis que les moyens de subsistance croîtront selon la progression 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Thomas R. Malthus,
Essai sur le principe de population, 1798.

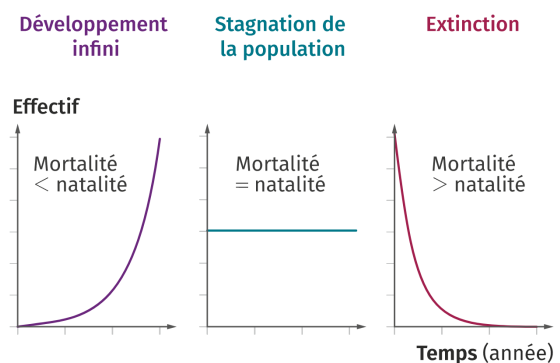
1. *Doc. 1* : Identifier le type d'évolution de la population selon Malthus. Faire de même avec l'évolution des moyens de subsistance.

Document 2 : Le modèle exponentiel de Malthus

Le modèle exponentiel [de Malthus] est utilisé afin de quantifier l'accroissement démographique d'une population donnée dans un environnement idéal, c'est-à-dire où les ressources sont illimitées. [...] Il est vrai qu'une petite population peut croître rapidement durant un certain temps si elle se situe dans un milieu favorable. Par contre, en réalité, les ressources de l'environnement des individus concernés finiront forcément par s'épuiser et il y aura conséquemment [un accroissement] de la mortalité. Ce modèle n'est donc jamais représentatif de l'accroissement démographique réel.

D'après *Les modèles d'accroissement démographique de Malthus et Verhulst*

Document 3 : Évolution de la population selon Malthus



Le modèle démographique de Malthus est un modèle exponentiel d'évolution de l'effectif de la population. Il peut être traduit par une suite géométrique de raison $q = 1 + t$ où t est le taux d'accroissement de la population. Le taux d'accroissement de la population est calculé en faisant la différence entre le taux de natalité et le taux de mortalité. Ce taux peut être négatif, nul ou positif.

Document 4 : Vue malthusienne de Londres



Illustration d'après les travaux de Malthus,
George Cruikshank, gravure, 1851.

Document 5 : La controverse

[Les travaux de Malthus ont] déclenché dès 1798 une très vive controverse. Godwin, en particulier, estime de son devoir de réfuter le « principe fondamental » de Malthus. [...] Comment des peuples ont-ils pu disparaître avec une telle puissance de peuplement ? En cas de dépopulation, la contrainte des subsistances devenant moins forte, la population devrait augmenter à nouveau.

La controverse s'est saisie des raisons de la rapide croissance démographique des États-Unis. Si la population y a pu doubler en 25 ans comme le montre Malthus, est-ce une simple conséquence de la puissance de peuplement sur un territoire où les ressources sont abondantes ou bien le résultat d'une forte immigration en provenance d'Europe, alors que le désir d'émigrer était très fort ? [...]

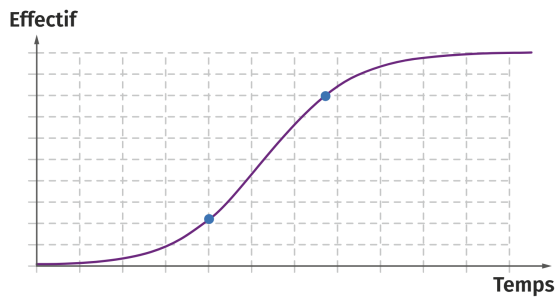
Dans [un] texte paru en 1830 [...] Malthus reste fidèle à sa vision du principe de population. Comme déjà en 1798, il dénonce les effets pervers des lois d'assistance aux pauvres qui reviennent à reconnaître « un droit de plein soutien à tout ce qui devrait naître ».

D'après *L'Essai* de Malthus : *le principe et la controverse*, Ined.fr, août 2017

2. Doc 4 et 5 : Quelle vision de l'avenir avait Malthus ? Quelles conclusions (contestables) en tire-t-il ?

3. Doc 2 et 3 : Identifier les limites et les erreurs du modèle de Malthus.

Document 6 : Le modèle logistique de Verhulst



Tout comme Malthus, Verhulst créa un second modèle décrivant l'accroissement démographique d'une population donnée. Par contre, la différence majeure de l'invention de ce dernier est qu'il crée un modèle logistique intégrant dans son équation la notion de capacité limite du milieu. Cette dernière est « Le nombre maximal d'individus d'une population qui peuvent vivre dans un milieu au cours d'une période donnée, sans dégradation de l'habitat ». Elle est notée K et sa valeur change selon l'abondance ou la rareté des ressources présentes dans le milieu en question. En effet, de nombreux facteurs sont limitants dans un habitat, tels que les sites appropriés de nidification, l'eau, la richesse du sol, la quantité de prédateurs, les abris adéquats et la quantité de nourriture.

4. *Doc 6* : Identifier les modifications de Verhulst par rapport au modèle de Malthus.

5. *Doc 1* : En utilisant les prédictions de Malthus, calculer la population de Grande-Bretagne en 1823 puis en 1848. Extrapoler jusqu'en 2023.

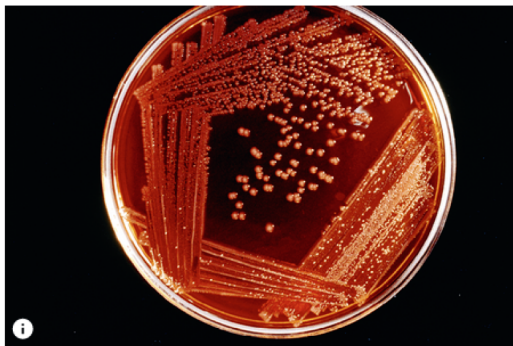
6. Le modèle de Malthus est-il juste sur des temps courts ? sur des temps longs ?

Exercices d'entraînement

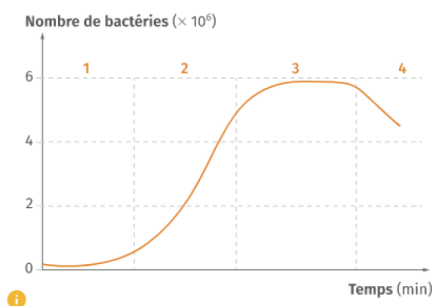
Exercice 10. En 2014, le taux de natalité francilien est de 1,52 % tandis que le taux de mortalité est de 0,6 %. L'Île-de-France compte 12 027 565 habitants au 1^{er} janvier 2014 (données Insee).

1. En comptant uniquement les morts et les naissances, que vaut le taux d'évolution de la population ?
2. Écrire le terme général de la suite u donnant la population francilienne au bout de n années, en prenant l'année 2014 pour le rang 0 selon ce modèle de croissance géométrique.
3. Vérifier que la population francilienne devrait être de 12 823 849 en 2021.
4. Comparer cette estimation avec le nombre donné par l'Insee : 12 213 447. Comment expliquer la différence ?

Exercice 11. Les bactéries possèdent une forte vitesse de croissance, environ une génération toutes les vingt minutes dans des conditions favorables. Pour cette raison, on peut facilement les utiliser en laboratoire afin d'étudier les phénomènes d'évolution de populations dans différentes situations. Ci-dessous est tracée la courbe d'évolution d'une population de bactéries dans une boîte de Petri (milieu fermé, donc ressources limitées).



1 Colonies de bactéries dans une boîte de Petri.



2 Évolution d'une population bactérienne dont les phases sont indiquées en orange.

1. Identifier le type de croissance de la population bactérienne dans la phase 2.
2. Quelle différence existe-t-il du point de vue des ressources entre un milieu fermé et un milieu ouvert ? Expliquer alors l'allure de la courbe dans les phases 3 et 4.
3. La courbe obtenue correspond-elle au modèle de Verhulst ou au modèle de Malthus ?
4. On place cette fois une colonie de bactéries identique dans un milieu ouvert. Tracer l'allure de la courbe de la population en vous inspirant de celle donnée en énoncé.

Exercice 12. La population allemande était estimée à 83 019 213 habitants en 2019. Son taux de natalité en 2013 était de 0,85 % pour un taux de mortalité de 1,11 %. Le taux de croissance annuel était de 0,30 % en 2013.

1. En supposant que les taux de mortalité et de croissance restent constants, calculer le taux d'accroissement de la population selon Malthus.
2. Pour un taux d'accroissement t , l'effectif de la population suit une loi géométrique de raison $q = 1 + t$. Calculer cette raison et donner l'évolution attendue de cette population.
3. Le solde migratoire (différence entre le nombre de personnes entrant dans le pays et le nombre de personnes sortant du pays) peut expliquer la différence entre le taux calculé et le taux observé. Déterminer si le solde migratoire de l'Allemagne est positif ou négatif.
4. Calculer l'effectif théorique de la population en conservant l'accroissement de 2013. Le comparer aux projections des démographes de 79 000 000 d'habitants en 2100.

Exercice 13. Le modèle de Verhulst peut être décrit par la suite logistique suivante : on pose $u_0 = 1000$ et $u_{n+1} = 1,5u_n - \frac{u_n^2}{10\,000}$. Conjecturer la valeur de K .