

LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE

1.4.1 Eco-avertis : lire et questionner les indicateurs - Croissance linéaire et exponentielle

Auteurs :

- Julie Cornet, animatrice et formatrice, Compagnie du Code
- Anne-Cécile Orgerie, chargée de recherche, CNRS à l'IRISA
- Martine Olivi, chargée de recherche chez Inria

Activité 02.1 Êtes-vous victime du biais exponentiel ?

Présentation du contexte

Dans cette partie, nous vous proposons de vous familiariser avec des outils mathématiques et informatiques essentiels pour comprendre et analyser les indicateurs. Ceux-ci sont utilisés par les scientifiques et les curieux pour connaître et comprendre, par les politiques et les entreprises pour administrer et gouverner, et par tous pour se représenter les choses et communiquer. Il est important de les maîtriser un tant soit peu pour bien comprendre les enjeux et être capable de débattre en citoyen éclairé.

A propos des indicateurs, nous entendons souvent dire qu'ils augmentent de manière exponentielle. Nous allons commencer par nous familiariser avec cette notion de croissance exponentielle. Puis nous nous intéresserons à la situation mondiale et nous comparerons différents pays face à deux indicateurs, un environnemental et l'autre lié au numérique.

Diapo de la capsule

Êtes-vous victime du biais exponentiel ?

On parle d'accroissement exponentiel des usages du numérique, de la croissance exponentielle de la "pollution digitale".

Mais qu'est-ce que ça veut dire ? Ce modèle de croissance semble difficile à appréhender par notre cerveau : on parle même de biais de croissance exponentielle. Selon Albert Bartlett (1923-2013) : « La plus grande faiblesse de l'espèce humaine vient de son incapacité à comprendre la fonction exponentielle » [1] !

Nous vous donnons quelques pistes pour la comprendre !

Source : [1] [Albert Allen Bartlett, wikipedia, 2020](#)
[consultée le 16/12/2021]

Le texte associé

Êtes-vous victime du biais exponentiel ?

On parle d'accroissement exponentiel des usages du numérique, de la croissance exponentielle de la "pollution digitale".

Mais qu'est-ce que ça veut dire ? Ce modèle de croissance semble difficile à appréhender par notre cerveau : on parle même de biais de croissance exponentielle. Selon Albert Bartlett (1923-2013) : « La plus grande faiblesse de l'espèce humaine vient de son incapacité à comprendre la fonction exponentielle » [1] ! Nous vous donnons quelques pistes pour la comprendre !

Source : [1] [Albert Allen Bartlett, wikipedia, 2020](#) [consultée le 16/12/2021]

Diapo de la capsule	Le texte associé
<p>Exponentielle ou linéaire ?</p> <p>Attention!</p> <ul style="list-style-type: none"> On parle de croissance exponentielle lorsque l'accroissement d'une quantité par unité de temps est proportionnel à la quantité elle-même. C'est une multiplication. ex : La quantité de messages que je reçois dans ma boîte mail croît de 10% par mois. Dans une croissance linéaire, l'accroissement par unité de temps est un nombre fixe. C'est une addition. ex : Chaque mois je dois répondre à 10 mails de plus que le mois précédent. <p>Dans les exemples ci-après, identifiez ceux qui parlent de croissance exponentielle.</p>	<p>Exponentielle ou linéaire ?</p> <p>Attention!</p> <ul style="list-style-type: none"> On parle de croissance exponentielle lorsque l'accroissement d'une quantité par unité de temps est proportionnel à la quantité elle-même. C'est une multiplication. ex : La quantité de messages que je reçois dans ma boîte mail croît de 10% par mois. Dans une croissance linéaire, l'accroissement par unité de temps est un nombre fixe. C'est une addition. <p>ex : Chaque mois je dois répondre à 10 mails de plus que le mois précédent.</p> <p>Dans les exemples ci-après, identifiez ceux qui parlent de croissance exponentielle.</p>
<p>Retrouvez les affirmations qui parlent d'une croissance exponentielle</p> <ul style="list-style-type: none"> Le PIB a crû de 5% par an entre 1950 et 1970. (croissance exponentielle) Depuis 2010, le nombre d'objets connectés est multiplié par 10 tous les 5 ans. Green IT, 2019 (croissance exponentielle) La circonférence d'un chêne augmente de 1 à 1,5 cm par an. La consommation d'énergie finale du numérique dans le monde augmente d'environ 6% par an. The Shift project, 2021 (croissance exponentielle) Mes économies augmentent de 1 000 euros par an. La quantité mondiale de données numériques double tous les 2 à 3 ans. The conversation, 2021 (croissance exponentielle) J'ai mis mes économies sur un livret A car le taux d'intérêt est de 0.5% par an. (croissance exponentielle) Un youtubeur met une vidéo de plus chaque mois sur sa chaîne. Le taux de croissance des émissions de GES dues au numérique est d'environ 6 % par an. The Shift project, 2021 (croissance exponentielle) 	
<p>Feedback</p>	<p>Feedback selon la réponse :</p>

Diapo de la capsule

Vous êtes victime du biais de croissance exponentielle.

Rassurez-vous, vous n'êtes pas seuls dans ce cas : [Pourquoi notre cerveau ne comprend rien à la propagation du coronavirus, le temps.](#)

Il faut retenir que la croissance exponentielle d'une quantité peut se décliner de différentes façons :

- une quantité qui croît de x% par unité de temps,
- une quantité qui double à intervalle de temps réguliers,
- ou encore une suite géométrique de raison supérieure à 1.

D'ailleurs, un phénomène régi par une exponentielle peut croître extrêmement vite et soudainement, contrairement à un phénomène linéaire.



Le texte associé

Feedback 1 : *(si 4 ou plus des réponses sont incorrectes)* "Vous êtes victime du biais de croissance exponentielle."

Rassurez-vous, vous n'êtes pas le seul dans ce cas : [Pourquoi notre cerveau ne comprend rien à la propagation du coronavirus, le temps.](#)

OU **Feedback 2 :** *(si toutes les réponses sont correctes)* "Les deux types de croissances n'ont aucun secret pour vous !"

OU **Feedback 3 :** *(si 2-3 des réponses sont incorrectes)* "Vous avez de bonnes bases, mais encore quelques lacunes"

Feedback commun à toutes les réponses

Il faut retenir que la croissance exponentielle d'une quantité peut se décliner de différentes façons :

- une quantité qui croît de x% par unité de temps,
- une quantité qui double à intervalle de temps réguliers,
- ou encore une suite géométrique de raison supérieure à 1.

D'ailleurs, un phénomène régi par une exponentielle peut croître extrêmement vite et soudainement, contrairement à un phénomène linéaire.

Diapo de la capsule

Conclusion

Le biais exponentiel n'est pas une fatalité !

La notion de croissance exponentielle est aujourd'hui essentielle, en particulier parce que l'économie mondiale repose sur la croissance exponentielle du PIB. Parallèlement, l'empreinte écologique croît également de façon exponentielle.

Dans une archive de 1974, l'ornithologue Jean Dorst (1924-2001) rappelait qu'on ne peut pas inscrire une courbe exponentielle dans une enveloppe finie; ni concevoir qu'il y ait sur terre suffisamment de matières premières et d'énergie pour continuer à ce rythme. Il se voulait toutefois optimiste, soulignant le fait que l'homme, à l'inverse de l'animal, était suffisamment intelligent pour faire des courbes et anticiper.

À nous de réagir !

Source : [Covid-19 : le jour du dépassement recule de 3 semaines, France Culture, 2020](#) [consultée le 16/12/2021]

Le texte associé

Conclusion

Le biais exponentiel n'est pas une fatalité !

La notion de croissance exponentielle est aujourd'hui essentielle, en particulier parce que l'économie mondiale repose sur la croissance exponentielle du PIB. Parallèlement, l'empreinte écologique croît également de façon exponentielle.

Dans une archive de 1974, l'ornithologue Jean Dorst (1924-2001) rappelait qu'on ne peut pas inscrire une courbe exponentielle dans une enveloppe finie; ni concevoir qu'il y ait sur terre suffisamment de matières premières et d'énergie pour continuer à ce rythme. Il se voulait toutefois optimiste, soulignant le fait que l'homme, à l'inverse de l'animal, était suffisamment intelligent pour faire des courbes et anticiper.

À nous de réagir !

Source : [Covid-19 : le jour du dépassement recule de 3 semaines, France Culture, 2020](#) [consultée le 16/12/2021]

Si vous souhaitez approfondir certaines notions

La fiche [Mécanismes et limites de la croissance exponentielle](#) vous explique la différence entre une croissance linéaire et une croissance exponentielle et vous décrit les mécanismes et les limites de la croissance exponentielle.

Crédits :

<p>Auteurs :</p> <ul style="list-style-type: none">● Julie Cornet, animatrice et formatrice, Compagnie du Code● Anne-Cécile Orgerie, chargée de recherche, CNRS à l'IRISA● Martine Olivi, chargée de recherche chez Inria	<p>Une coproduction Class'Code / Inria</p> 
<p>Equipe pédagogique :</p> <ul style="list-style-type: none">● Laurence Farhi, Tatiana Khomenko, Inria Learning Lab● Sophie de Quatrebarbes, S24B pour Class'Code	<p>Avec le soutien du ministre de l'éducation nationale de la jeunesse et des sports et UNIT</p> 
<p>Graphismes :</p> <ul style="list-style-type: none">● Illustrations : Mikaël Cixous, 4 minutes 34● Photographies de Guillaume Clémencin : Nicolas Ledu	
<p>Cette ressource a été produite dans le cadre du Mooc Impacts environnementaux du numérique sous licence CC BY 4.0 FR 2021 www.fun-mooc.fr</p>	