# Économistes, économistes-statisticiens : adoptez les échelles logarithmiques !

## Pourquoi les grandeurs qui croissent à taux constant se lisent sur une échelle logarithmique

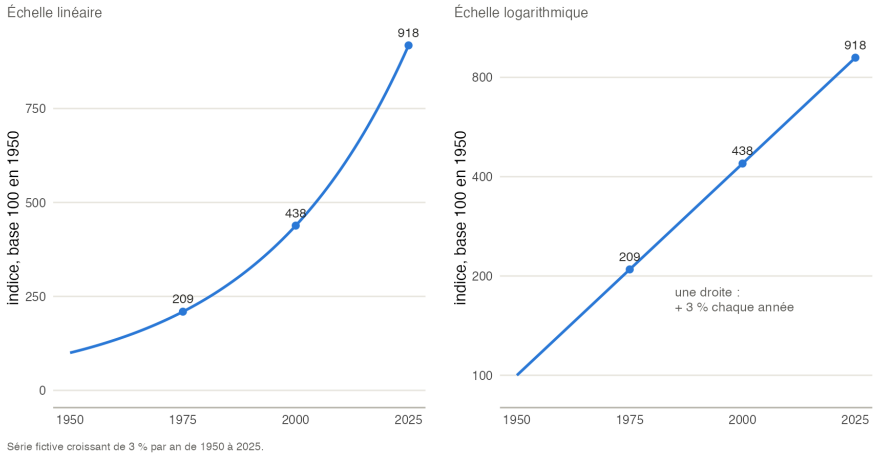
François Geerolf

2026-10-12

Section 1

# Introduction

# Une même croissance, deux histoires




Série fictive croissant de 3 % par an de 1950 à 2025.

- Une série qui croît de **3 % par an**, tous les ans. À gauche, elle semble **s'accélérer** : les vingt-cinq dernières années font **59 %** de la hausse totale, les vingt-cinq premières **13 %**. À droite, chaque année ressemble à la précédente.

# Trois illusions, toujours dans le même sens

- Le PIB, le pouvoir d'achat, les prix, les salaires, les cours boursiers croissent à peu près **à taux constant** : ce sont des grandeurs **exponentielles**.
- Elles sont presque toujours tracées sur une **échelle linéaire**, souvent en « base 100 ».
- Appliquée à une grandeur exponentielle, l'échelle linéaire :
  1. **exagère les hausses récentes** ;
  2. **masque les ruptures de pente** ;
  3. **fait diverger** deux grandeurs qui croissent au même rythme.
- L'Insee le savait : ses publications des années 1970 et 1980 utilisaient l'**échelle logarithmique** pour les indices en base 100.

# Le plan

1. **Le principe** : une échelle où les pentes sont des taux de croissance.
2. **Trois illusions** : inflation américaine, Nasdaq, pouvoir d'achat, PIB par habitant, consommation, Smic, comparaisons internationales.
3. **Un savoir-faire qui s'est perdu** : l'Insee en 1976, Kessler et Strauss-Kahn en 1982.
4. **Objections et mode d'emploi**.

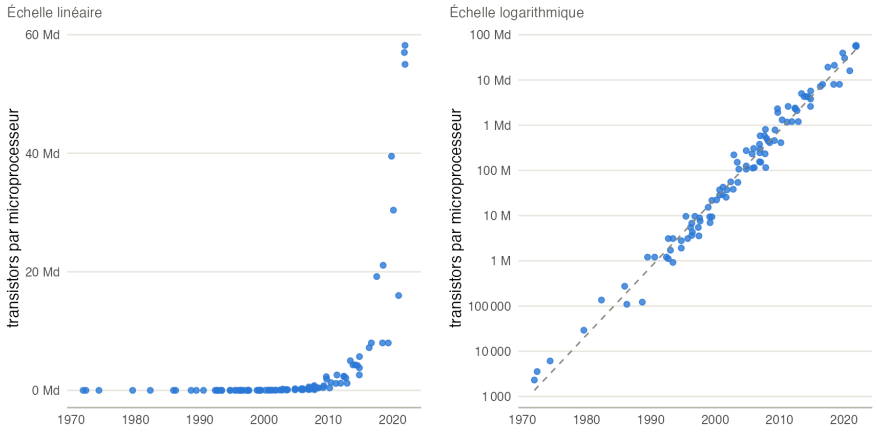
Section 2

# Le principe

# Des rapports égaux, des distances égales

- **Échelle linéaire** : des distances égales représentent des **différences** égales (100, 200, 300).
- **Échelle logarithmique** : des distances égales représentent des **rapports** égaux (100, 200, 400).
- Trois règles de lecture :
  1. **La pente est le taux de croissance.** Une droite est une croissance à taux constant.
  2. **L'écart vertical entre deux courbes est leur rapport.** Deux courbes parallèles croissent au même rythme.
  3. **Une même hauteur, une même variation en pourcentage**, où qu'elle se trouve : un doublement en 1950 occupe la même place qu'un doublement en 2020.
- Cleveland recommande les logarithmes dès qu'il importe de comprendre des **variations en pourcentage** ou des **facteurs multiplicatifs** (Cleveland 1994).

# Le cas extrême : la loi de Moore




Source : K. Rupp, microprocessor-trend-data (données de 1971 à 2021). Pointillés : ajustement à taux constant.

- Linéaire : rien pendant quarante ans, puis tout **explose** après 2015. Logarithmique : une **droite**, un doublement tous les **2,0 ans** depuis 1971. Le graphique linéaire suggère une **rupture qui n'existe pas**.

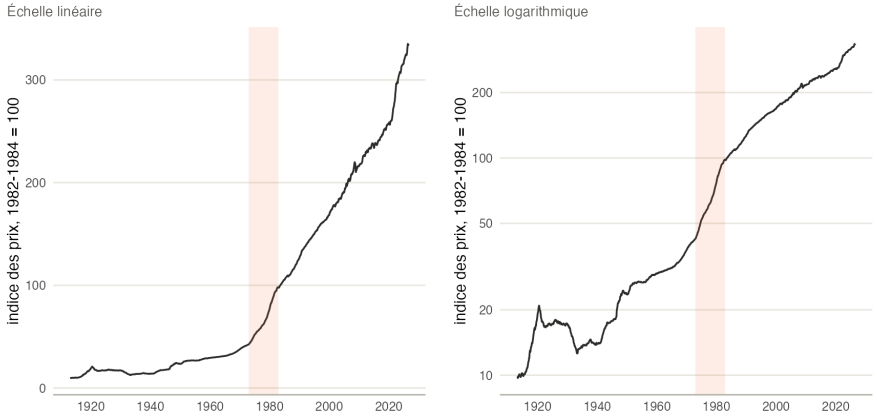
# La « base 100 » est un aveu

- Ramener une série à 100 une année donnée, c'est dire que **seul compte le rapport** à la valeur initiale : la grandeur est **sans dimension**.
- Un indice de 250 signifie « **2,5 fois plus** ». On compare deux indices en les **divisant**, pas en les soustrayant.
- Les graphiques en base 100 appellent donc, par construction, une **échelle logarithmique**.
- Les deux échelles se **confondent** quand la série varie de quelques pour cent. La question se pose dès que la série **double** : longue période, prix, salaires, grandeurs en valeur, comparaisons entre pays.

Section 3

# Première illusion : les hausses récentes

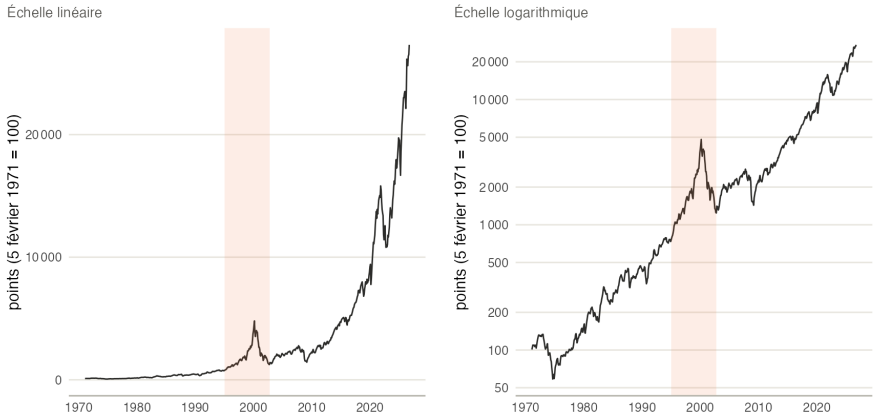
# L'inflation américaine depuis 1913




Source : U.S. Bureau of Labor Statistics, CPI-U non corrigé des variations saisonnières (FRED, CPIAUCNS), mensuel, janvier 1913 - dernier point disponible.
Zones orangées : décembre 1972 - décembre 1982, et depuis décembre 2020.

- Linéaire : depuis décembre 2020, **75 points** jusqu'en août 2026, contre **55 points** de 1972 à 1982. En réalité : prix $\times$ **2,30** de 1972 à 1982 ($+$ 130 %), $\times$ **1,29** depuis 2020 ($+$ 29 %).

# Le Nasdaq et la bulle Internet




Source : Nasdaq OMX Group, indice Nasdaq Composite (FRED, NASDAQCOM), moyenne mensuelle des cours de clôture.
Zone orangée : la bulle Internet, de janvier 1995 à octobre 2002.

- Janvier 1995 - mars 2000 : $\times$ **6,3**, puis **— 74 %** jusqu'en octobre 2002. En linéaire, une **bosse modeste** : la hausse de 2016-2021 ($\times$ 3,4 seulement) y occupe **2,8 fois** plus de hauteur que la bulle.

Section 4

# Deuxième illusion : les ruptures de pente

# Le pouvoir d'achat selon l'Insee

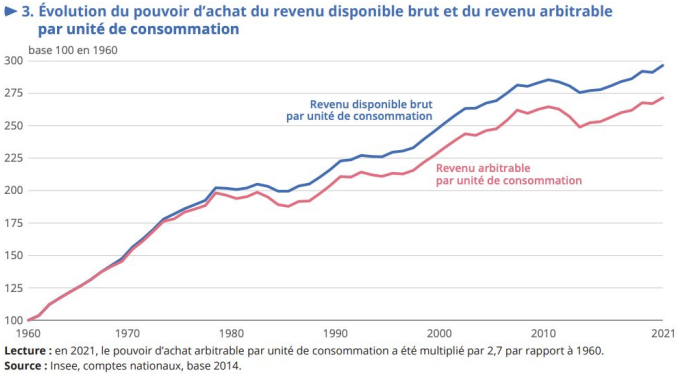
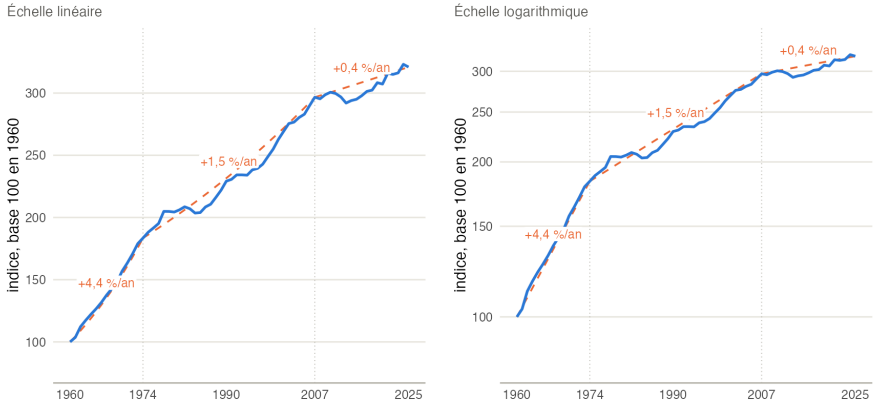



Figure 1 – Pouvoir d'achat du RDB et du revenu arbitrable par unité de consommation (base 100 en 1960, échelle linéaire). Source : Insee, *France, portrait social* 2022, fiche 2.9 (Insee 2022a).

- Une progression **à peu près régulière** de 1960 à 2007. Hervé Le Bras reprend le même type de graphique (Le Bras 2019).

# Le pouvoir d'achat par unité de consommation



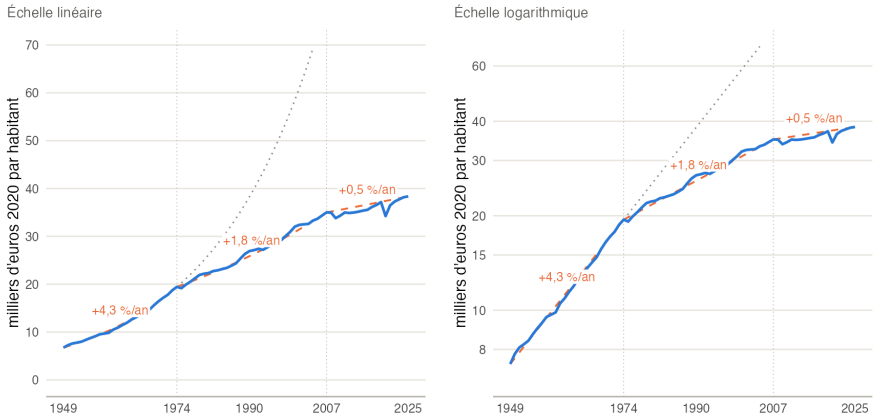

Source : Insee, comptes nationaux annuels (base 2020) ; unités de consommation de la base 2014 avant 1996. Calculs de l'auteur.
Pouvoir d'achat du revenu disponible brut des ménages par unité de consommation, déflaté par le prix de la consommation des ménages.
Tirets : évolution à taux constant entre les bornes de chaque période.

- **4,4 % par an** de 1960 à 1974, **1,5 %** de 1974 à 2007, **0,4 %** depuis : le rythme est divisé par **trois**, puis encore par **trois**.

# Pourquoi l'échelle linéaire ne voit pas 1974

- L'indice gagne **6,0 points par an** de 1960 à 1974, et encore **3,4 points par an** de 1974 à 2007.
- La croissance plus lente s'applique à un **niveau plus élevé** : une division par trois du taux de croissance devient, en points, une baisse de **42 %**.
- En linéaire, les années 1990 et 2000 **ressemblent aux Trente Glorieuses**. En logarithmique, elles s'en distinguent nettement.
- Le débat sur le pouvoir d'achat porte précisément sur ces **ruptures de tendance** (Geerolf 2024, 2026).

# Le PIB par habitant



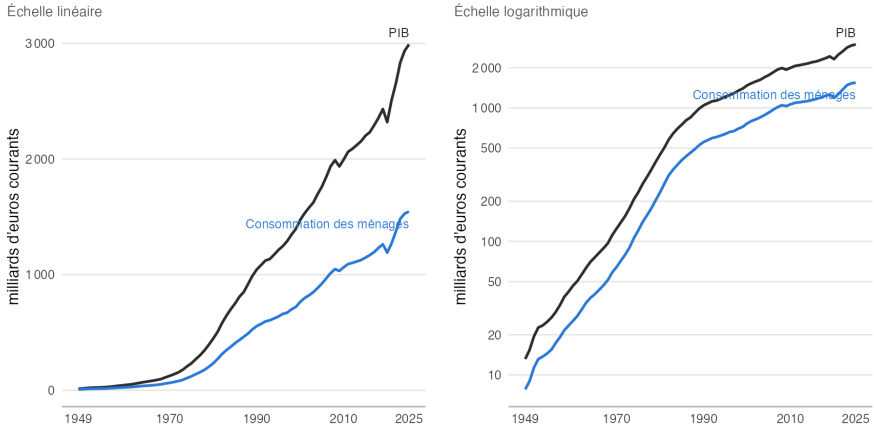

Source : Insee, comptes nationaux annuels (base 2020), PIB par habitant en volume (prix chaînés de 2020).
Tirets : évolution à taux constant entre les bornes de chaque période ; pointillés gris : prolongement du rythme de 1949-1974.

- **4,3 % par an** de 1949 à 1974, **1,8 %** de 1974 à 2007, **0,5 %** depuis. Au rythme des Trente Glorieuses, le PIB par habitant serait aujourd'hui **4,4 fois** plus élevé qu'il ne l'est : en linéaire, la tendance **sort du cadre**.

Section 5

# Troisième illusion : la divergence

# Le PIB et la consommation des ménages




Source : Insee, comptes nationaux annuels (base 2020), prix courants. Consommation : dépense de consommation des ménages (hors ISBLSM et administrations).

- Consommation : **59 %** du PIB en 1949, **52 %** en 2025, entre 51 et 54 % depuis 1970. Mais l'écart en niveau passe de **5,3** à **1 445 milliards** d'euros : en linéaire, la consommation semble **décrocher**.

# Le Smic et les prix selon l'Insee

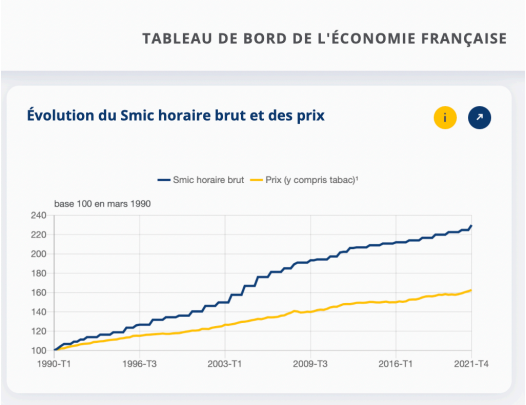
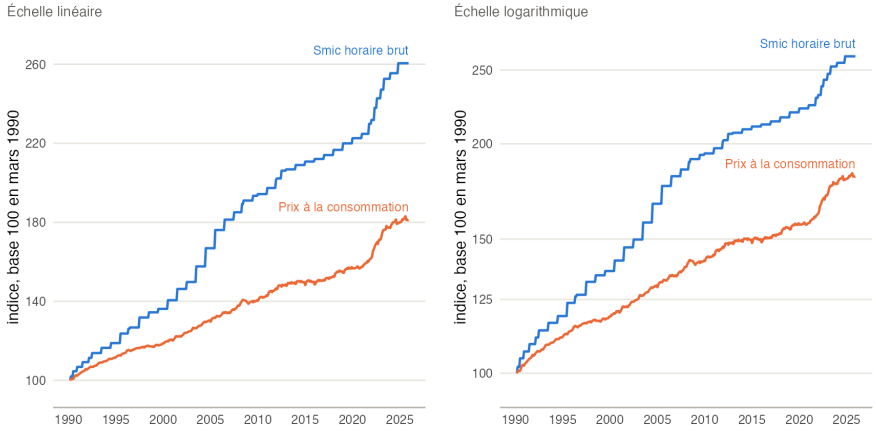



Figure 2 – Évolution du Smic horaire brut et des prix (base 100 en mars 1990, échelle linéaire). Source : Insee, *Tableau de bord de l'économie française* (Insee 2022b).

- L'écart **semble se creuser** régulièrement jusqu'en 2021.

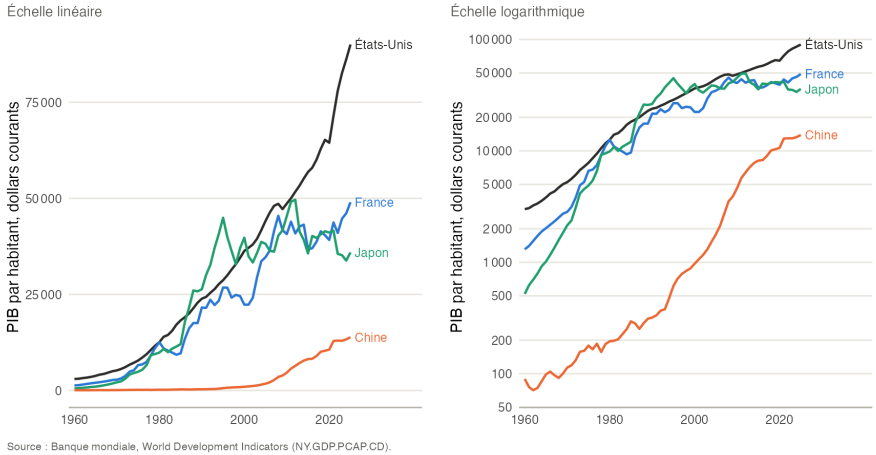
# Le Smic et les prix




Source : Insee, montant du Smic horaire brut ; indice des prix à la consommation, ensemble des ménages, France, base 2015 (séries arrêtées en décembre 2025).

- Pouvoir d'achat du Smic horaire brut : **1,6 % par an** de 1990 à 2005, **0,5 %** de 2005 à 2025. Après 2005, les courbes sont **presque parallèles** ; en linéaire, l'écart en points continue de grandir.

# Comparer des pays en dollars courants




Source : Banque mondiale, World Development Indicators (NY.GDP.PCAP.CD).

- États-Unis - Chine : l'écart passe de **35 361** à **76 165 dollars**, mais le rapport tombe de **37** à **6,5**. Seule l'échelle logarithmique montre le **rattrapage** chinois, et celui du Japon et de la France jusqu'aux années 1980-1990.

Section 6

# Un savoir-faire qui s'est perdu

# L'indice des prix, présenté par l'Insee en 1976

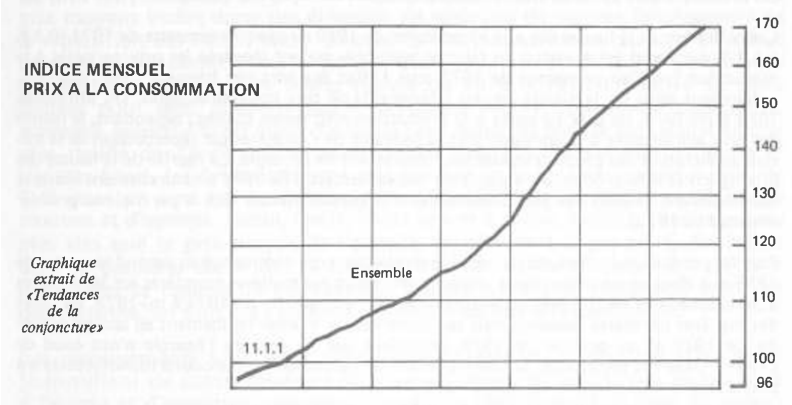



Figure 3 – Indice mensuel des prix à la consommation, échelle logarithmique. Source : Insee, *Pour comprendre l'indice des prix*, 1976 (Insee 1976).

- La plus suivie des séries de l'Insee, dans un ouvrage de **pédagogie**, sur l'échelle qui lui convient.

# Les séries longues de l'Insee

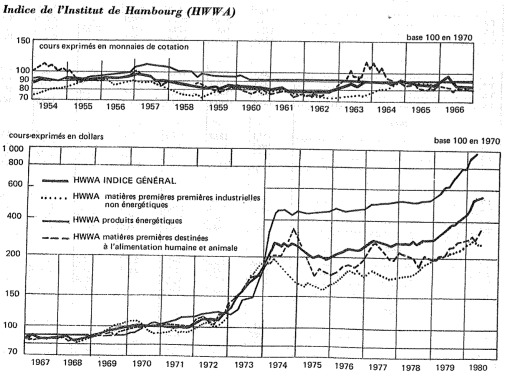
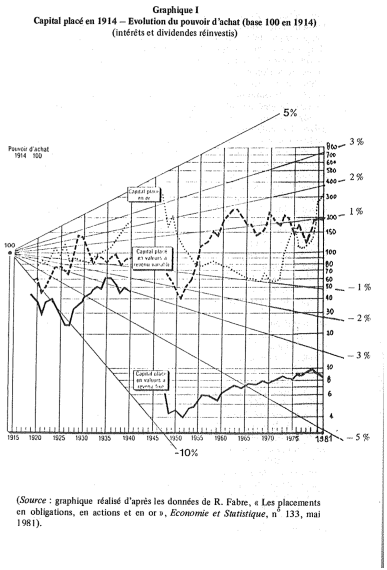



Figure 4 – Indice des prix des matières premières HWWA, base 100 en 1970, échelle logarithmique.
Source : Insee, *Séries longues macroéconomiques*, p. 222.

- Le **quadruplement** de 1973-1974 et le **doublement** de 1979-1980 occupent des hauteurs comparables.

# Kessler et Strauss-Kahn (1982)




(*Source* : graphique réalisé d'après les données de R. Fabre, « Les placements en obligations, en actions et en or », *Economie et Statistique*, n° 133, mai 1981).

- Pouvoir d'achat d'un capital placé en **1914**, en or, en actions et en obligations (Kessler et Strauss-Kahn 1982), d'après Fabre (1981).
- Un éventail de **droites de taux de croissance constants**, de + 5 % à − 10 % par an.
- On lit directement, sans calcul, le **rendement réel annuel moyen** de chaque placement sur n'importe quelle période.
- Les pentes sont des taux de croissance, et **l'on peut les graduer**.

# Pourquoi cela s'est perdu

- Les indices en base 100 de l'Insee sont aujourd'hui presque toujours tracés en **linéaire**, même au-delà de 300 ou 600 (Insee 2022a, 2020, 2022b).
- Une partie de la presse économique et des sites comme *Our World in Data* l'ont **conservée ou retrouvée**.
- Un effet des **logiciels** : le tableur propose le linéaire par défaut, le logarithmique est enfoui dans les options de l'axe.
- Le dessinateur choisissait son papier ; **le tableur choisit pour l'utilisateur**.

Section 7

# Objections et mode d'emploi

# « Le public ne sait pas lire une échelle logarithmique »

- **93 %** de bonnes réponses avec des axes linéaires, **56 %** avec des axes logarithmiques (Menge et al. 2018) ; pendant le Covid-19, **84 %** contre **41 %** (Romano et al. 2020).
- Ces études mesurent la lecture d'un **niveau**. Pour une grandeur exponentielle, ce qui compte est une **évolution** ou une **comparaison**, que le linéaire **fausse**.
- Le public des publications économiques n'est pas celui de ces expériences.
- L'objection plaide pour un **apprentissage** : présenter les deux échelles côte à côte, et le dire.

# Quand ne pas l'utiliser

- Les **taux** et les **parts** : chômage, inflation, taux d'intérêt, partage de la valeur ajoutée.
- Les **soldes**, qui changent de signe : solde commercial, déficit public.
- Les **décompositions additives** : aires empilées, contributions à la croissance.
- Les **séries courtes et peu variables** : les deux échelles se confondent.
- Autre solution : tracer directement le **taux de croissance** ou le **rapport** (le pouvoir d'achat du Smic plutôt que le Smic et les prix).

# Mode d'emploi

1. **Dire** que l'échelle est logarithmique.
2. **Graduer avec les valeurs**, pas avec les logarithmes : 100, 200, 400, pas 4,6, 5,3, 6,0.
3. **Graduations multiplicatives simples** : 100, 200, 400, 800, ou 1, 2, 5, 10, 20, 50.
4. **Aider à lire les pentes** : taux de croissance par période, ou droites de taux constants.
5. **Ne pas partir de zéro** : zéro n'existe pas sur une échelle logarithmique.

```
ggplot(donnees, aes(date, indice)) + geom_line() +
  scale_y_log10(breaks = c(100, 200, 400, 800)) +
  labs(y = "indice, base 100 (échelle logarithmique)")
```

Section 8

# Conclusion

# Points saillants

- Pour une grandeur exponentielle, l'échelle linéaire n'est **pas neutre** : elle est biaisée, et **toujours dans le même sens**.
- Elle fait paraître les **hausses récentes** plus fortes que les anciennes : l'inflation américaine depuis 2020, la hausse du Nasdaq depuis 2016.
- Elle **efface les ralentissements** survenus à un niveau élevé : le pouvoir d'achat par unité de consommation croissait **trois fois plus vite** avant 1974 qu'après.
- Elle fait **diverger** des grandeurs qui progressent au même rythme : le PIB et la consommation, le Smic et les prix.
- La statistique publique et les économistes gagneraient à revenir à une pratique que **l'Insee connaissait bien**.

# Bibliographie I


Cleveland, William S. 1994. *The Elements of Graphing Data*. 2 éd. Summit, NJ : Hobart Press.

Fabre, Robert. 1981. « Les placements en obligations, en actions et en or ». *Économie et Statistique* 133 (1) : 45-55. https://doi.org/10.3406/estat.1981.4490.

Geerolf, François. 2024. « Mesurer « le » pouvoir d'achat ». https://fgeerolf.com/mesurer-le-pouvoir-d-achat.html.

Geerolf, François. 2026. « Pouvoir d'achat : avant le vent, le thermomètre ». https://fgeerolf.com/reponse-au-blog-ressenti.html.

Insee. 1976. *Pour comprendre l'indice des prix*. Paris : Insee.

Insee. 2020. « Multimédias ». In *Tableaux de l'économie française, édition 2020*. Insee Références. Insee. https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277719.

Insee. 2022a. « Revenu disponible brut et pouvoir d'achat des ménages ». In *France, portrait social, édition 2022*. Insee Références. Insee. https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/6535273/FPORSOC22-F29.pdf.

# Bibliographie II

Insee. 2022b. « Tableau de bord de l'économie française : évolution du Smic horaire brut et des prix ». https://www.insee.fr/fr/outil-interactif/5367857/tableau/50_MTS/53_SRA.

Kessler, Denis, et Dominique Strauss-Kahn. 1982. *L'Épargne et la retraite*. Paris : Economica.

Le Bras, Hervé. 2019. *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*. La Tour-d'Aigues : Éditions de l'Aube.

Menge, Duncan N. L., Anna C. MacPherson, Thomas A. Bytnerowicz, Andrew W. Quebbeman, Naomi B. Schwartz, Benton N. Taylor, et Amelia A. Wolf. 2018. « Logarithmic scales in ecological data presentation may cause misinterpretation ». *Nature Ecology & Evolution* 2 (9) : 1393-1402. https://doi.org/10.1038/s41559-018-0610-7.

Romano, Alessandro, Chiara Sotis, Goran Dominioni, et Sebastián Guidi. 2020. « The scale of COVID-19 graphs affects understanding, attitudes, and policy preferences ». *Health Economics* 29 (11) : 1482-94. https://doi.org/10.1002/hec.4143.