

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 156 (1976)

Vereinsnachrichten: Schweizerische Gesellschaft für Automatik

Autor: [s.n.]

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 31.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

B. Symposia

1. Schweizerische Gesellschaft für Automatik
Association Suisse pour l'Automatique ASSPA

Croissance et dégradation des grands systèmes socio-économiques

M. Cuénod (Genève): Compte rendu

Introduction

L'étude de la croissance des systèmes socio-économiques est à l'ordre du jour; cette croissance peut être caractérisée par la variation de l'une ou l'autre des variables d'état qui décrivent l'évolution d'un système, par exemple:

- le chiffre d'affaire d'une entreprise industrielle,
- la consommation d'électricité fournie par un réseau électrique,
- le produit national brut d'un pays, etc.

Ces variations peuvent être classées en 4 catégories:

- variations de *caractère aléatoire* quand la grandeur d'état prise en considération résulte de la superposition d'un grand nombre d'événements individuels, tels l'enclenchement des consommateurs d'un réseau électrique;
- fluctuations de *caractère cyclique* résultant de la succession des périodes de haute puis de basse conjoncture que connaît l'économie de tout pays;
- variations résultant de *modifications structurelles* internes et externes d'un pays ou d'un groupe de pays;
- variations à long terme caractérisant la *tendance générale* du phénomène de croissance pris en considération.

L'examen de l'évolution d'un grand nombre de systèmes socio-économiques montre que si on prend en considération une période suffisamment longue, les trois premiers types de variation peuvent être considérés comme des incidents qui ne changent pas l'allure générale du phénomène.

Dans de nombreux cas, ce phénomène peut être caractérisé par une courbe en S selon le principe représenté par la fig. 1 et pour laquelle on peut reconnaître 4 périodes:

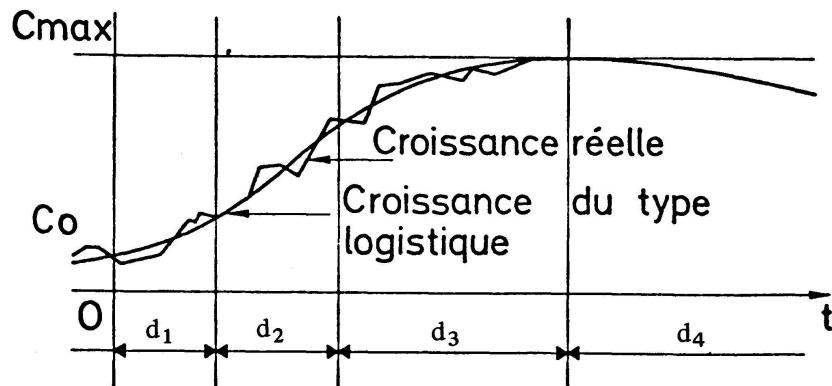


Fig. 1 Exemple de la courbe de croissance de la grandeur $C(t)$

- une période d_1 de “*démarrage*” avec une croissance plus que proportionnelle avec le temps,
- une période d_2 de “*vitesse de croisière*” au cours de laquelle la croissance est proportionnelle au temps,
- une période d_3 de “*saturation*” au cours de laquelle le phénomène tend vers une valeur constante,
- une période d_4 de “*stabilité, voire dégradation*” au cours de laquelle le phénomène tend à décroître progressivement ou brusquement.

La première partie du workshop a été consacrée à la présentation d'une méthode d'analyse du phénomène de croissance; la deuxième à une réflexion sur les phénomènes de décroissance et dégradation de phénomènes socio-économiques.

1. Analyse du phénomène de croissance

Le modèle mathématique qui permet de décrire de nombreux phénomènes de croissance est la courbe “logistique” définie par l'expression mathématique suivante:

$$C(t) = \frac{C_{\max}}{1 + ae^{-bt}}$$

avec C_{\max} = valeur de plafond

$$a = \frac{C_{\max}}{C_0} - 1$$

C_0 = valeur initiale du début de la période d'observation

b = taux de croissance initial.

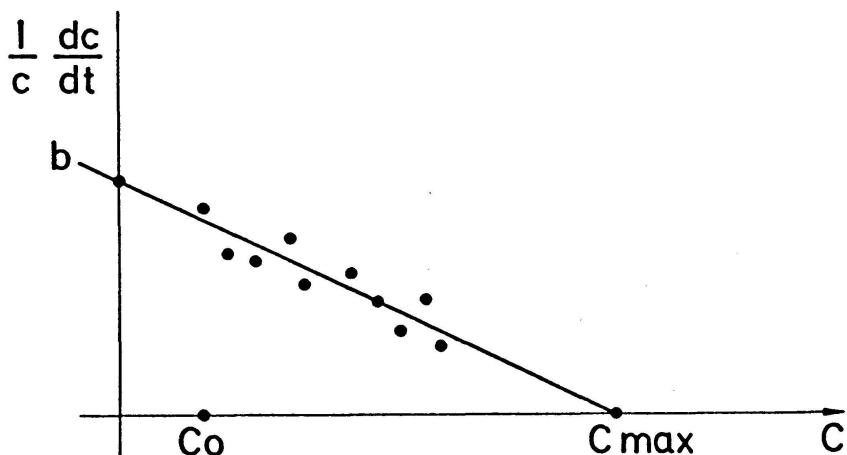


Fig. 2 Détermination des 2 paramètres C_{\max} et b caractéristiques d'une courbe logistique

Le taux de croissance annuel correspondant à la courbe logistique est une droite décroissante représentée par la fig. 2 et définie par l'expression suivante:

$$\text{taux de croissance annuel: } \frac{1}{C(t)} \frac{d C(t)}{dt} = \frac{b}{C_{\max}} (C_{\max} - C(t))$$

Cette droite coupe l'axe des abscisses à la valeur C_{\max} et l'axe des ordonnées à la valeur b ; elle peut donc être utilisée pour identifier la valeur numérique de ces deux paramètres en procédant de la manière suivante:

- calculer les taux d'accroissement moyens (pour réduire l'influence des variations aléatoires et cycliques)

$$\frac{C_m}{C(t)} = \frac{C(t+k) - C(t-k)}{2k C(t)}$$

avec $k = 2$ à 5 selon l'amplitude des variations à filtrer

- porter les points en fonction des valeurs annuelles $C(t)$
- si les points obtenus s'alignent autour d'une droite, on peut en conclure que le phénomène pris en considération est du type logistique,
- l'expression mathématique de cette droite peut se déterminer par la méthode des moindres carrés et l'intersection de cette droite avec les axes de coordonnées donne les 2 paramètres cherchés C_{\max} et b .

Les fig. 3 à 5 donnent, à titre d'exemple, l'application de cette méthode à l'analyse de 2 phénomènes de croissance pris en Suisse:

- nombre des ordinateurs installés en Suisse
- consommation d'électricité du canton de Genève.

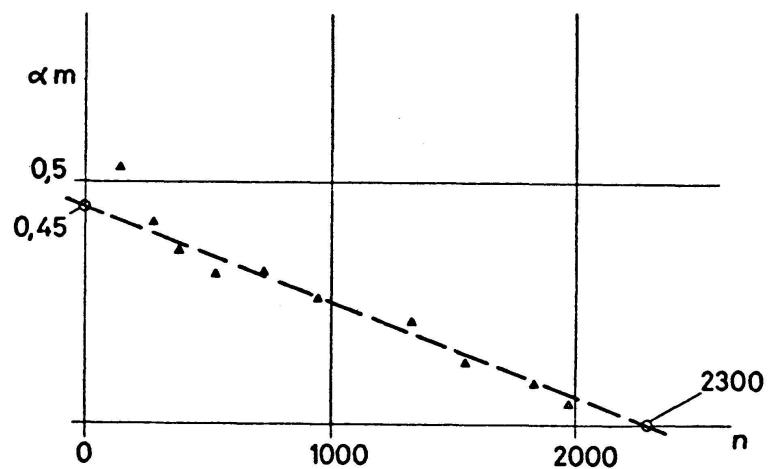


Fig. 3 Valeur moyenne α_m du taux d'accroissement annuel du nombre n des ordinateurs installés en Suisse.

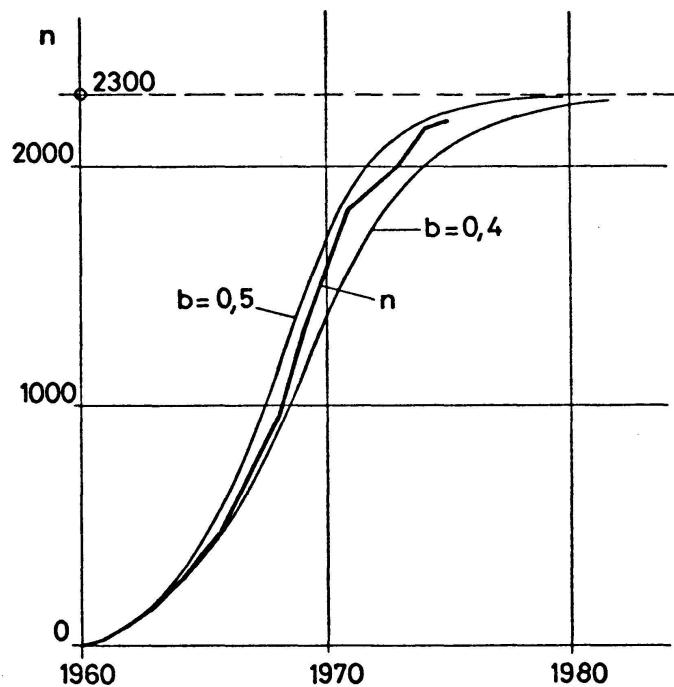


Fig. 4 Evolution du nombre $n(t)$ des ordinateurs installés en Suisse et approximation de cette évolution selon une courbe logistique avec $b = 0,4$ et $0,5$ et $n_{\max} = 2300$

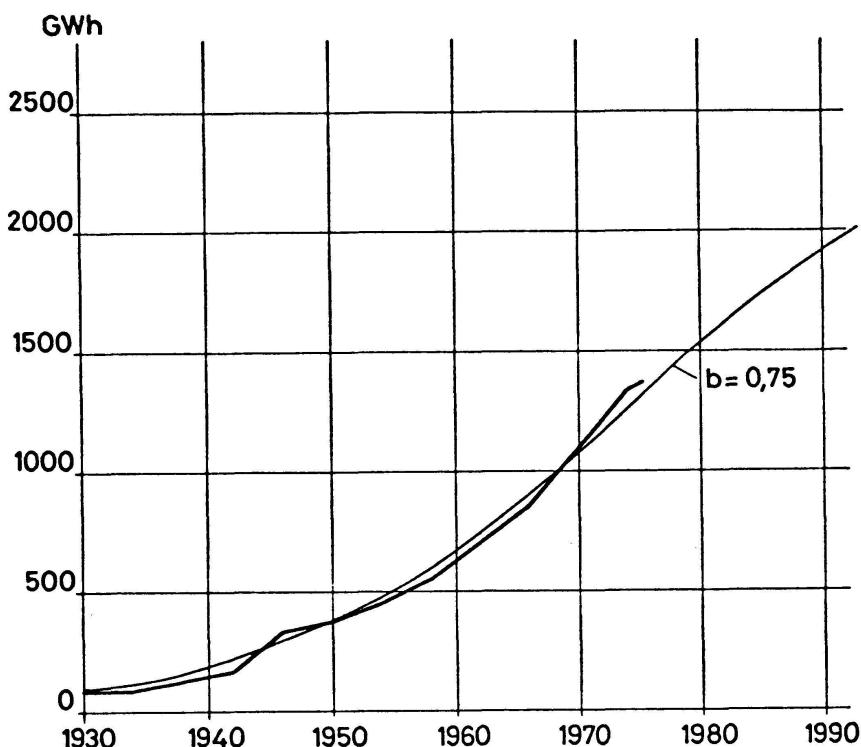


Fig. 5 Evolution de la consommation d'électricité du canton de Genève (très fort, CERN non compris) et approximation de cette évolution par une courbe logistique avec ($b = 0,75$) et $C_{\max} = 2500 \text{ GWh}$

Un des avantages de cette méthode est qu'elle permet de caractériser un phénomène de croissance par une expression mathématique simple avec seulement 2 paramètres numériques facilement identifiables; elle permet également d'établir des comparaisons entre plusieurs phénomènes de croissance et de déceler si on peut reconnaître un phénomène de saturation et cela bien avant qu'il ne se produise effectivement. Elle doit être cependant maniée avec beaucoup de prudence comme méthode de prévision.

2. Analyse des phénomènes de décroissance et de dégradation

S'il est relativement aisé de définir un modèle mathématique qui décrive la façon dont une croissance s'est déroulée dans le passé, il est par contre beaucoup plus malaisé de définir ce qui se passe en 4ème phase lorsqu'un plafond a été atteint.

Les modèles socio-économiques développés sur l'impulsion du Club de Rome ont mis en évidence que la limitation des ressources disponibles et les contraintes de l'environnement conduiraient inévitablement à un arrêt de l'expansion économique puis à une décroissance par suite de l'épuisement de

certaines ressources non renouvelables; la constante de temps de ces phénomènes est relativement très grande; ils s'accompagnent en général de substitution permettant de remplacer un moyen de satisfaire aux besoins des hommes par un autre moyen mis à disposition par le développement technologique; ainsi l'ère de construction des voies de chemin de fer qui a constitué un des grands événements du siècle dernier, a été remplacé par l'ère de la construction des auto-routes et des aéroports, et on peut faire confiance à l'ingéniosité humaine pour trouver des solutions de rechange et des nouveaux équilibres entre les besoins humains et les moyens de les satisfaire.

Il existe un autre type de décroissance, moins apparent et plus sournois, qui résulte de la complexité et de l'interdépendance croissantes des systèmes socio-économiques, celui de brusque blocage et des dégradations qui peuvent paralyser la marche d'un système. M. R. Vacca a présenté plusieurs scénarios de dégradation rapide qui sont décrits dans son livre "Demain le Moyen Age, la dégradation des grands systèmes".*

Ce risque est que la taille que prennent certains systèmes les rendent ingouvernables et provoque leur paralysie voire leur blocage, en particulier dans le domaine de la production d'énergie, de la circulation urbaine, de l'alimentation en eau et des communications, domaines qui sont vitaux pour le fonctionnement des sociétés industrielles.

Sous le nom de "théorie des catastrophes" des modèles mathématiques ont été développés qui permettent d'expliquer et de rendre compte de phénomènes de ce genre, du type "avalanche".*

Conclusion

Il apparaîtra probablement avec un peu de recul que les années 1960 auront marqué un tournant dans l'histoire de l'humanité, celui du point d'infexion de l'expansion économique et sociale de nombreux pays, et que nous sommes entrés dans l'ère des saturations; est-ce qu'elles conduiront à l'avènement de nouveaux équilibres et à des substitutions et adaptations progressives? Ou est-ce qu'elles précéderont des brusques dégradations et des blocages de secteurs économiques entiers provoquant ainsi de violentes crises qui pourraient être lourdes de conséquence par les guerres et révolutions qu'elles risqueraient de susciter?

L'avertissement du prof. Vacca mérite d'être entendu et faire l'objet de réflexion. Les économies d'échelle qui conduisent à des augmentations de la capacité des installations sont vraies à l'échelle micro-économique; elles cessent de l'être si on considère le coût social de la distribution et le risque que fait courir la mise hors service d'une installation géante.

* Edition Albin Michel, Paris 1973

Voir en particulier:

R. Thom "Stabilité structurelle et morphogenèse" (Ediscience, Paris mars 1972)

R. Thom "Modèles mathématiques de la morphogenèse" (10.18. No 887 Paris 1974)

C.E. Zeeman "Catastrophy theory in brain modelling" (intern. Journal Neuro-Science 6, 1973)

Ceci milite en faveur du développement de systèmes décentralisés de taille limitée, même si le montant total des investissements qu'ils entraînent sont plus élevés. Ce développement dépend de décisions politiques conditionnées à leur tour par l'opinion publique.

C'est dans la recherche d'une meilleure prise de conscience des risques que fait courir une croissance purement quantitative que doit être cherchée la solution ainsi que le relève R. Vacca en conclusion de son livre: "Les agglomérations humaines se dégradent, les décisions des puissants les poussent vers l'instabilité et il serait déraisonnable de renverser ses tendances en se contentant d'adresser un défi à la société et aux gouvernements des Etats. Seules les exhortations adressées aux individus peuvent avoir des conséquences directes et limitées. L'existence indéniable de processus d'apprentissage chez les individus suffit à démontrer que l'accroissement de la quantité d'informations disponibles peut — au moins dans certains cas — assurer le salut".