



From Inventory Management to Open Systems Modeling: Toward a General Equation of Accumulation

De la gestion des stocks à la modélisation transdisciplinaire des systèmes ouverts : proposition d'une équation générale des accumulations

KAYUMBI KAYUMBI Léonard

Enseignant-Chercheur en Sciences de gestion
Chef de Travaux à l'Université de Mwene-Ditu
Doctorant à l'Université de Kisangani
Mwene-Ditu, République Démocratique du Congo

NKOMBE LODI Godefroid

Attaché de Recherche à l'Université de Mwene-Ditu
Doctorant à l'Université de Kisangani
Mwene-Ditu, République Démocratique du Congo

KABONZO TSHIDIAN Magnat

Chef de Travaux à l'Université de Mwene-Ditu
Doctorant à l'Université de Kisangani
MbujiMayi, République Démocratique du Congo

SIFA MUTHAKA Gloire

Professeure associée à l'Université de Kisangani
Kisangani, République Démocratique du Congo

PALUKU VAGHENI Norbert

Professeur à l'Institut Supérieur du Commerce de Beni
Beni, République Démocratique du Congo

MATATA MAKALAMBA Patrick

Honorable Député National et
Professeur à l'Université de Kisangani
Kisangani, République Démocratique du Congo

Résumé : L'équation $SF = SI + Entrées - Sorties$ constitue l'un des fondements de la gestion des stocks et de la comptabilité des inventaires. Bien qu'elle soit largement utilisée dans les sciences de gestion, sa portée théorique demeure relativement peu explorée. Cet article propose une relecture transdisciplinaire de cette relation en montrant qu'elle représente une forme particulière d'un principe général d'accumulation applicable aux systèmes ouverts. À partir d'une analyse comparative mobilisant la gestion, l'économie, la démographie, la sociologie, les ressources humaines, les sciences de l'éducation, les sciences de l'information, l'informatique, l'écologie, la santé publique et la physique, l'étude met en évidence l'existence d'une structure mathématique commune fondée sur l'interaction entre stocks et flux. En s'appuyant sur la théorie générale des systèmes, la dynamique des systèmes, l'approche stock-flux cohérente et la perspective transdisciplinaire, la recherche montre que des phénomènes relevant de domaines scientifiques distincts peuvent être interprétés comme des processus d'accumulation gouvernés par une logique structurelle similaire. Les résultats conduisent à proposer une équation générale des accumulations dans les systèmes ouverts, selon laquelle toute quantité accumulée évolue sous l'effet combiné de son niveau initial, des flux entrants, des flux sortants et des perturbations affectant son environnement. Cette formulation offre un cadre conceptuel unificateur susceptible de favoriser le dialogue entre disciplines et de contribuer à l'analyse des systèmes ouverts dans une perspective transdisciplinaire.

Mots-clés : accumulation, stock-flux, systèmes ouverts, transdisciplinarité, théorie générale des systèmes, gestion des stocks.

Abstract

The equation $SF = SI + Inflows - Outflows$ constitutes one of the fundamental principles of inventory management and stock accounting. Although it is widely used in management sciences, its theoretical scope remains relatively underexplored. This article offers a transdisciplinary reinterpretation of this relationship by demonstrating that it represents a specific form of a general accumulation principle applicable to open systems. Through a comparative analysis encompassing management, economics, demography, sociology, human resource management, educational sciences, information sciences, computer science, ecology, public health, and physics, the study highlights the existence of a common mathematical structure based on the interaction between stocks and flows. Drawing upon General Systems Theory, System Dynamics, the Stock-Flow Consistent approach, and the transdisciplinary

perspective, the research shows that phenomena belonging to distinct scientific domains can be interpreted as accumulation processes governed by a similar structural logic. The findings lead to the proposal of a general equation of accumulation in open systems, according to which any accumulated quantity evolves through the combined effects of its initial level, inflows, outflows, and environmental disturbances. This formulation provides a unifying conceptual framework that may foster interdisciplinary dialogue and contribute to the analysis of open systems from a transdisciplinary perspective.

Keywords: accumulation, stock-flow, open systems, transdisciplinarity, general systems theory, inventory management.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.20828411>

1. Introduction

La gestion des stocks repose sur une relation simple mais fondamentale :

$$SF = SI + E - S$$

Où SF représente le stock final, SI le stock initial, E les entrées et S les sorties.

Cette identité constitue le fondement des systèmes d'inventaire et de la planification logistique (Silver et al, 2017). Toutefois, une observation attentive montre que des structures similaires apparaissent dans de nombreuses disciplines des sciences sociales. L'évolution du capital économique dépend des investissements et des amortissements (Solow, 1956). Les populations évoluent sous l'effet des naissances, des décès et des migrations (Preston et al. 2001). Les effectifs organisationnels varient selon les recrutements et les départs (Dessler, 2020). Les compétences, les ressources budgétaires et le capital social obéissent également à des mécanismes d'accumulation et de déperdition (Becker, 1993) ; (Bourdieu, 1986).

Cette récurrence soulève une interrogation scientifique :

L'équation $SF = SI + Entrées - Sorties$ constitue-t-elle une simple identité comptable ou représente-t-elle une structure fondamentale commune aux systèmes sociaux ouverts ?

L'objectif de cette recherche est d'explorer cette hypothèse à travers une analyse théorique transdisciplinaire.

2. Cadre théorique

2.1. Théorie générale des systèmes

Selon Von Bertalanffy, les systèmes ouverts évoluent à travers les échanges qu'ils entretiennent avec leur environnement. Les flux entrants et sortants déterminent leur dynamique (von Bertalanffy, 1968).

2.2. Dynamique des systèmes

Forrester (Forrester, 1961) identifie les stocks et les flux comme les composantes fondamentales de tout système dynamique. Sterman montre que la plupart des comportements complexes observés dans les organisations émergent de leur interaction (Sterman, 2000).

2.3 Approche stock-flux

L'approche stock-flux cohérente développée par Godley et Lavoie (2007) démontre que les systèmes économiques peuvent être analysés à travers les relations entre variables accumulées et variables de flux.

2.4 Fondement épistémologique de la transdisciplinarité

Selon Nicolescu, la transdisciplinarité vise à identifier des structures communes traversant les frontières disciplinaires. Une même forme mathématique peut ainsi se retrouver dans plusieurs disciplines tout en conservant sa cohérence (Nicolescu, 1996).

3. Positionnement de la recherche par rapport à la littérature

Les travaux de Von Bertalanffy (1968), Forrester (1961), Sterman (2000) et Godley et Lavoie (2007) reconnaissent l'importance des relations entre stocks et flux. Cependant, aucun de ces travaux n'a explicitement identifié l'équation de gestion des stocks comme une représentation canonique des mécanismes d'accumulation observables dans différents systèmes ouverts.

La contribution de cet article consiste à montrer que la formule :

$SF = SI + E - S$, peut être interprétée comme un cas particulier d'une structure générale applicable à plusieurs disciplines.

4. Méthodologie

L'étude adopte une démarche qualitative, théorique et comparative.

Douze domaines ont été analysés :

- économie & gestion ;
- démographie ;
- gestion des ressources humaines ;
- sciences de l'éducation ;
- sociologie ;
- finances publiques ;
- sciences de l'information ;
- informatique ;
- écologie ;
- santé publique ;
- physique ;
- psychologie.

Pour chaque discipline, les mécanismes d'évolution d'une quantité accumulée ont été identifiés puis comparés à la structure générale :

$$\text{Accumulation finale} = \text{Accumulation initiale} + \text{Entrées} - \text{Sorties.}$$

5. Résultats : mise en évidence d'un invariant transdisciplinaire

5.1 Économie

$$\text{Capital final} = \text{Capital initial} + \text{Investissements} - \text{Amortissements}$$

(Solow, 1956).

5.2 Démographie

$$\text{Population finale} = \text{Population initiale} + \text{Naissances} - \text{Décès} \pm \text{Migrations}$$

(Preston et al. 2001).

5.3 Sociologie

$$\text{Capital social final} = \text{Capital social initial} + \text{Relations créées} - \text{Relations perdues}$$

(Bourdieu, 1986).

5.4 Ressources humaines

$$\text{Effectif final} = \text{Effectif initial} + \text{Recrutements} - \text{Départs}$$

(Dessler, 2020).

5.5 Éducation

$$\text{Compétences finales} = \text{Compétences initiales} + \text{Apprentissages} - \text{Oublis}$$

(Becker, 1993).

5.6 Finances publiques

$$\text{Budget final} = \text{Budget} + \text{Recettes} - \text{Dépenses}$$

(Musgrave et al. 1989).

5.7 Sciences de l'information

$$\text{Information finale} = \text{Information initiale} + \text{Acquisition} - \text{Perte}$$

(Shannon, 1948).

4.

5. 5.8. Physique

Les équations de conservation de la masse et de l'énergie reposent sur le principe :

$$\text{Quantité finale} = \text{Quantité initiale} + \text{Entrées} - \text{Sorties}$$

(Bird et al. 2002)

.

1.1.1

1.1.2 Exemple

Bilan de matière :

$$M_f = M_i + \text{Flux entrants} - \text{Flux sortants}$$

6. 5.9. Écologie

Les écosystèmes sont analysés comme des stocks de biomasse, de nutriments ou de carbone.

$$\text{Biomasse}_f = \text{Biomasse}_i + \text{Production} - \text{Consommation}$$

(Odum, 2005).

5.10. Informatique

Les files d'attente et mémoires tampons suivent :

$$\text{File}_f = \text{File}_i + \text{Arrivées} - \text{Départs}$$

(Kleinrock, 1975).

7.

8. 5.11. Psychologie cognitive

Les modèles de mémoire considèrent les connaissances comme un stock.

$$\text{Mémoire}_f = \text{Mémoire}_i + \text{Apprentissages} - \text{Oublis}$$

(Atkinson et al. 1968)

.

9. 5.12. Santé publique

Les modèles épidémiologiques reposent sur des compartiments.

Exemple :

$$\text{Infectés}_f = \text{Infectés}_i + \text{Nouveaux cas} - \text{Guérisons} - \text{Décès}$$

(Kermack et al. 1927)

.

Tableau 1. Invariance transdisciplinaire des mécanismes d'accumulation

Domaine	Stock	Entrées	Sorties
Gestion	Inventaire	Approvisionnement	Consommation
Économie	Capital	Investissement	Amortissement
Démographie	Population	Naissances	Décès
RH	Effectif	Recrutements	Départs
Éducation	Compétences	Apprentissages	Oublis
Sociologie	Capital social	Relations créées	Relations perdues
Finances publiques	Budget	Recettes	Dépenses
Information	Information	Acquisition	Pertes
Informatique	File d'attente	Arrivées	Départs
Écologie	Biomasse	Production	Consommation
Santé publique	Infectés	Nouveaux cas	Guérisons/Décès
Physique	Masse	Flux entrants	Flux sortants
Psychologie	Mémoire	Apprentissages	Oublis

Source : Adapté selon la littérature des systèmes

6. Formalisation théorique : équation générale des accumulations dans les systèmes ouverts

Les résultats précédents conduisent à proposer une formulation générale :

$$\mathbf{X}_{(t+1)} = \mathbf{X}_{(t)} + \mathbf{Entrées}_{(t)} - \mathbf{Sorties}_{(t)}$$

Où :

- $X_{(t)}$ représente une quantité accumulée à la période t ;
- $Entrées_{(t)}$ représente les flux entrants ;
- $Sorties_{(t)}$ représente les flux sortants.

Afin de tenir compte de la complexité des systèmes sociaux, cette relation peut être étendue :

$$\mathbf{X}_{(t+1)} = \mathbf{X}_{(t)} + \mathbf{Entrées}_{(t)} - \mathbf{Sorties}_{(t)} + \mathbf{P}_{(t)}$$

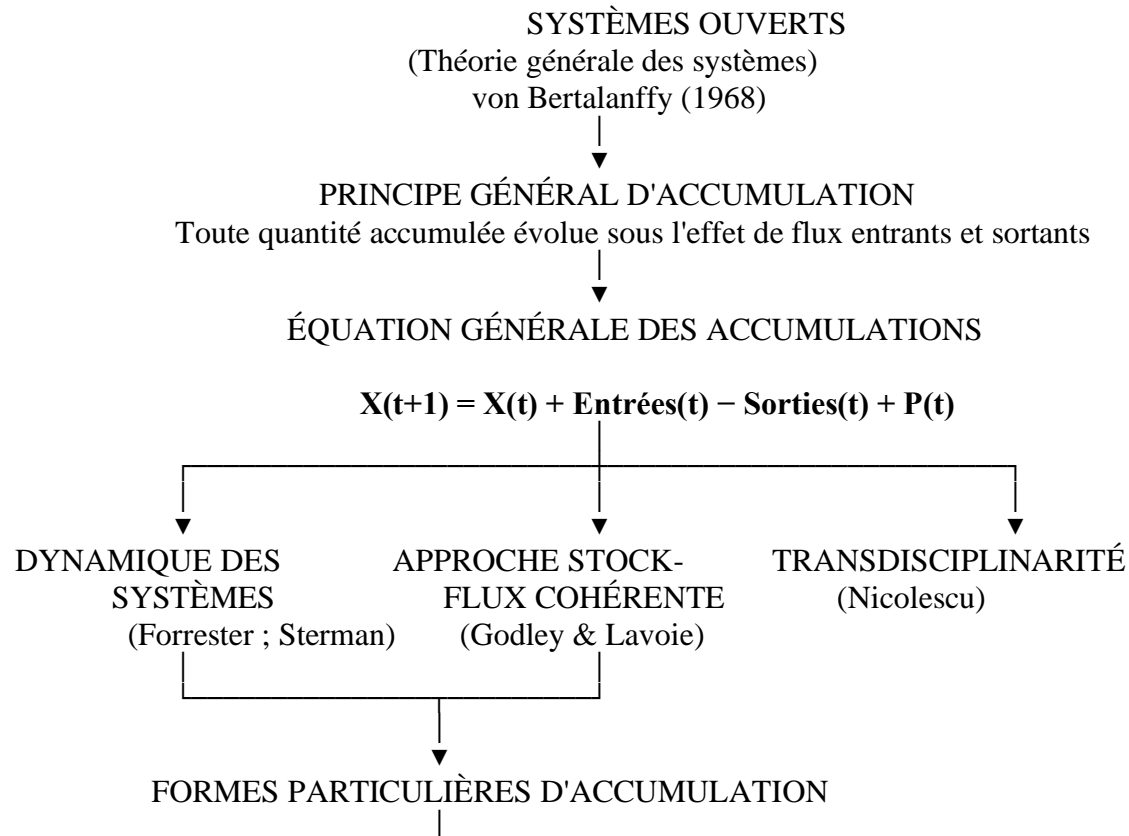
Où $P_{(t)}$ représente les perturbations, rétroactions et phénomènes émergents.

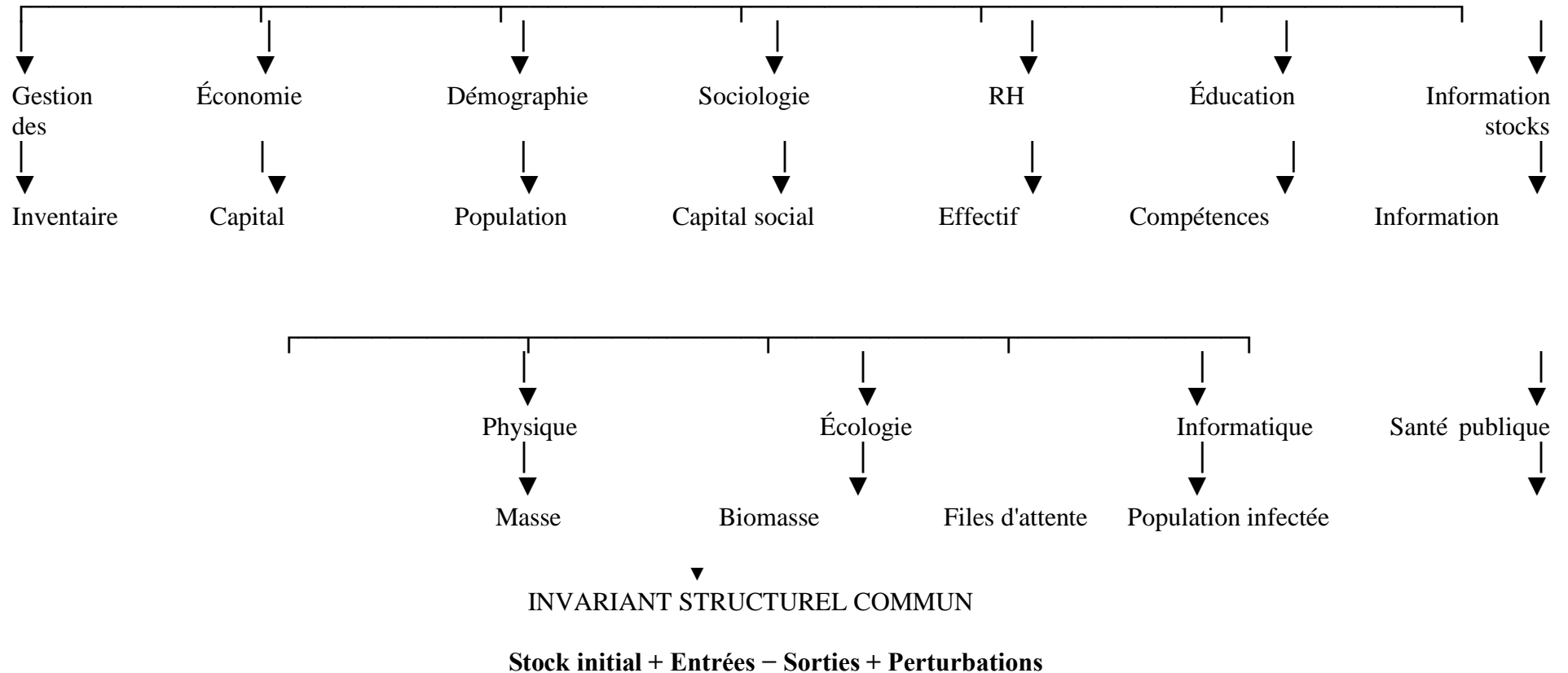
Proposition théorique

Principe général des accumulations dans les systèmes ouverts :

Toute quantité accumulée au sein d'un système ouvert évolue sous l'effet combiné de son niveau initial, des flux entrants, des flux sortants et des perturbations affectant son environnement.

Figure 1. Arbre transdisciplinaire des accumulations en systèmes ouverts





Source : Élaborée à partir de von Bertalanffy (1968), Forrester (1961), Sterman (2000), Godley et Lavoie (2007) et Nicolescu (1996)

Économie – Démographie – RH – Sociologie – Éducation – Finances publiques – Information – Informatique – Santé publique - Ecologie – Physique - Gestion



7. Discussion

L'analyse révèle une remarquable stabilité structurelle des mécanismes d'accumulation dans plusieurs disciplines. Cette observation confirme les intuitions de la théorie générale des systèmes (von Bertalanffy, 1968) et de la dynamique des systèmes (Forrester, 1961).

La contribution de cet article ne consiste pas à créer une nouvelle équation, mais à identifier le caractère transdisciplinaire d'une structure mathématique déjà présente dans plusieurs domaines scientifiques. Cette interprétation permet d'établir un langage commun entre les sciences sociales.

Par ailleurs, les modèles contemporains les plus avancés peuvent être interprétés comme des extensions de cette structure fondamentale :

- modèles stock-flux cohérents ;
- modèles stochastiques ;
- chaînes de Markov ;
- théorie des réseaux ;
- modèles multi-agents ;
- dynamique des systèmes complexes.

8. Limites de l'étude

L'étude demeure principalement théorique. Elle ne fournit pas de validation empirique directe de l'équation générale proposée. Certaines formes d'accumulation sociale présentent également des dimensions qualitatives difficiles à mesurer.

Enfin, les systèmes complexes peuvent nécessiter des modèles non linéaires plus sophistiqués.

9. Perspectives de recherche

Les recherches futures pourraient :

- tester empiriquement l'équation générale dans différents contextes ;
- intégrer les non-linéarités et les rétroactions ;
- étendre l'analyse aux sciences naturelles ;
- construire une théorie générale des accumulations applicable à l'ensemble des systèmes ouverts.

10. Conclusion

Cette recherche montre que l'équation de gestion des stocks $SF = SI + \text{Entrées} - \text{Sorties}$ possède une portée théorique largement supérieure à son domaine d'origine. Les analyses réalisées révèlent qu'elle constitue une manifestation particulière d'une structure générale d'accumulation observable dans plusieurs systèmes ouverts.

L'article propose ainsi une équation générale des accumulations dans les systèmes ouverts susceptible de servir de cadre conceptuel unificateur pour l'analyse des systèmes sociaux ouverts :

$$\mathbf{X}_{(t+1)} = \mathbf{X}_{(t)} + \mathbf{Entrées}_{(t)} - \mathbf{Sorties}_{(t)} + \mathbf{P}_{(t)}$$

REFERENCES

1. Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). Academic Press.
2. Becker, G. S. (1993). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education* (3rd ed.). University of Chicago Press.
3. Bird, R. B., Stewart, W. E., & Lightfoot, E. N. (2002). *Transport phenomena* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
4. Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), *Handbook of theory and research for the sociology of education* (pp. 241–258). Greenwood Press.
5. Dessler, G. (2020). *Human resource management* (16th ed.). Pearson.
6. Forrester, J. W. (1961). *Industrial dynamics*. MIT Press.
7. Godley, W., & Lavoie, M. (2007). *Monetary economics: An integrated approach to credit, money, income, production and wealth*. Palgrave Macmillan.

8. Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). *A contribution to the mathematical theory of epidemics. Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 115(772), 700–721.
9. Kleinrock, L. (1975). *Queueing systems. Volume I: Theory*. Wiley-Interscience.
10. Musgrave, R. A., & Musgrave, P. B. (1989). *Public finance in theory and practice* (5th ed.). McGraw-Hill.
11. Nicolescu, B. (1996). *La transdisciplinarité : Manifeste*. Éditions du Rocher.
12. Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of ecology* (5th ed.). Thomson Brooks/Cole.
13. Preston, S. H., Heuveline, P., & Guillot, M. (2001). *Demography: Measuring and modeling population processes*. Blackwell Publishers.
14. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379–423.
15. Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, R. (2017). *Inventory and production management in supply chains* (4th ed.). CRC Press.
16. Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94.
17. Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill.
18. von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. George Braziller.