

Contrats, normes et apprentissage collectif : vers une juridicité évolutive

Contracts, standards, and collective learning: towards an evolving legal framework

ANDRIAMANANTENA Philibert

Enseignant Chercheur
Faculté des Sciences
Université de Fianarantsoa
Laboratoire de Mathématique et Application de l'Université de Fianarantsoa

SAINDOU Darkaoui

Doctorant – Ecole Doctorale Modélisation Informatique
Enseignant Chercheur - Université des Comores
Centre de Recherche en Économie et Management de l'Université de Fianarantsoa
Laboratoire de Dynamique Economique et Juridique des secteurs Informels et Formels de l'Université des Comores

RABEMANANJARA Vololonirina Alisambatra

Professeur, Faculté d'Économie, Gestion et des Sciences Sociales du Développement
Université de Fianarantsoa
Centre de Recherche en Économie et Management de l'Université de Fianarantsoa

Date de soumission : 01/01/2026

Date d'acceptation : 12/03/2026

Pour citer cet article :

ANDRIAMANANTENA. P. & Al. (2026) « Contrats, normes et apprentissage collectif : vers une juridicité évolutive », Revue Française d'Économie et de Gestion « Volume 7 : Numéro 3 » pp : 449- 467.

Author(s) agree that this article remain permanently open access under the terms of the Creative Commons

Attribution License 4.0 International License



Résumé

Cet article introduit la notion de plasticité normative, selon laquelle les contrats, les normes et les comportements de conformité ne sont pas figés, mais évoluent dynamiquement selon les apprentissages collectifs et les rétroactions sociales. En mobilisant le modèle AORA (*Andriamanantena Operator for Risk Aggregation*), nous proposons une approche markovienne des relations contractuelles, où la confiance, la sanction et la coopération deviennent des variables endogènes d'un système d'autorégulation. Les résultats mettent en évidence la possibilité d'une **juridicité évolutive** : un cadre de droit économique où la norme se transforme avec l'expérience, assurant un équilibre entre stabilité, innovation et justice coopérative.

Mots clés : Plasticité normative ; AORA ; économie institutionnelle ; apprentissage collectif ; juridicité évolutive ; droit adaptatif.

Abstract

This paper introduces the concept of normative plasticity, according to which contracts, norms, and compliance behaviors are not static but dynamically evolve through collective learning and social feedback. Using the AORA model (*Andriamanantena Operator for Risk Aggregation*), we develop a Markovian approach to contractual relations, where trust, sanction, and cooperation become endogenous variables of a self-regulating system. The results highlight the emergence of an **evolutionary legality**: a framework for adaptive economic law where norms evolve through experience, ensuring a balance between stability, innovation, and cooperative justice.

Keywords : Normative plasticity; AORA; institutional economics; collective learning; evolutionary legality; adaptive law.

Introduction

Les systèmes juridiques et contractuels contemporains sont confrontés à une tension croissante entre, d'une part, la nécessité de stabilité normative et, d'autre part, l'exigence d'adaptation rapide à des environnements économiques marqués par l'incertitude, la complexité institutionnelle et l'hétérogénéité des acteurs. Dans ce contexte, les approches traditionnelles du droit économique, fondées sur la sanction, la conformité ex post et la fixité des normes, peinent à rendre compte des dynamiques réelles d'apprentissage, de coordination et de résilience observées dans les systèmes sociaux.

La littérature récente en économie institutionnelle, en théorie des contrats et en analyse économique du droit a progressivement mis en évidence le rôle central des mécanismes informels, des normes endogènes et des processus d'ajustement collectif dans la performance des arrangements contractuels. Toutefois, ces travaux demeurent souvent fragmentés : certains privilégient une lecture statique des règles, tandis que d'autres s'inscrivent dans des approches évolutionnaires sans proposer de cadre formel unifié permettant d'articuler normes, contrats et apprentissage collectif.

Ce travail s'inscrit dans cette lacune théorique. Il propose un cadre analytique original dans lequel les normes juridiques et contractuelles sont appréhendées comme des objets dynamiques, capables d'évoluer sous l'effet des interactions répétées entre les agents, des mécanismes de sanction et des processus d'apprentissage collectif. En mobilisant une modélisation stochastique et un opérateur d'agrégation du risque (AORA), l'article dépasse l'opposition classique entre rigidité normative et flexibilité institutionnelle.

Dans quelle mesure un système contractuel peut-il être conçu comme un système adaptatif, capable d'apprendre collectivement et d'ajuster ses normes, tout en préservant la stabilité, la justice et la cohérence institutionnelle ? Plus précisément : c

- comment formaliser la dynamique d'apprentissage collectif des normes contractuelles ;
- existe-t-il un degré optimal de plasticité normative maximisant la performance institutionnelle ;
- quels mécanismes permettent de transformer les interactions contractuelles en un processus cumulatif de confiance et de résilience ?

L'objectif de cet article est double. Sur le plan théorique, il s'agit de développer un cadre formel intégrant normes, contrats et apprentissage collectif au sein d'un même dispositif analytique. Sur le plan analytique, il s'agit de mettre en évidence les conditions sous lesquelles une

domination institutionnelle peut émerger non pas comme un effet de pouvoir, mais comme une propriété fonctionnelle du système contractuel lui-même.

L'article est structuré comme suit. La section suivante présente le cadre conceptuel et la modélisation théorique. La section méthodologique explicite les outils analytiques mobilisés. Les résultats empiriques stylisés sont ensuite présentés et discutés. Enfin, une discussion critique et une conclusion dégagent les implications théoriques et pratiques du modèle proposé.

1. Revue de la littérature

1.1. Économie institutionnelle et droit des contrats

La littérature en économie institutionnelle a montré depuis North que les institutions (droits, contrats, règles) structurent les incitations et réduisent les coûts de transaction, façonnant profondément les interactions économiques. L'approche contemporaine ausculte la manière dont règles formelles et normes informelles coexistent et co-évoluent, influençant la stabilité contractuelle et la confiance interpersonnelle. Les travaux sur la « juridicité » voient le droit non pas seulement comme contrainte, mais comme infrastructure d'apprentissage social.

1.2. Conformité, sanction et théorie de la régulation

Les recherches sur la compliance, la sanction et la régulation (dont les approches dites « responsive regulation ») soulignent que la sanction purement répressive n'est pas toujours efficace : la combinaison de mécanismes incitatifs, de sanctions graduées et de formes de participation favorise la coopération durable. La distinction entre sanction individuelle et sanction collective est ici décisive, car la plasticité des mécanismes de sanction module la capacité du système à restaurer la confiance sans produire des effets destructeurs.

1.3. Apprentissage collectif et théorie des jeux évolutifs

La théorie des jeux évolutifs et les modèles multi-agents ont profondément renouvelé la compréhension des contrats et des normes : les comportements coopératifs peuvent émerger par sélection sociale, imitation, ou apprentissage adaptatif plutôt que par simple optimisation rationnelle. Les expérimentations et simulations montrent que des dynamiques markoviennes et des règles d'apprentissage (reinforcement learning, imitation, aspiration dynamics) produisent des équilibres stochastiques où la confiance et la sanction coexistent.

1.4. Normes comme systèmes adaptatifs — plasticité normative

Récemment, des travaux interdisciplinaires (sciences cognitives, complexité, droit) ont proposé de considérer les normes comme des systèmes adaptatifs : elles se renégocient continuellement à l'aune des retours d'expérience, des innovations institutionnelles et des ruptures sociales. Le concept de « plasticité normative » formalise cette possibilité : la norme est mesurable par sa

capacité à s'ajuster (vitesse, amplitude, sélectivité d'oubli), ce qui influe sur la résilience normative et la capacité d'innovation juridique.

1.5. Gouvernance polycentrique et commoning

Les approches polycentriques et les travaux d'Ostrom montrent que la coopération à grande échelle repose souvent sur des arrangements décentralisés et des régimes mixtes (formels/informels). L'analyse des biens communs et du commoning éclaire la façon dont les contrats locaux et les mécanismes de réputation peuvent compléter la loi écrite, contribuant à une juridicité évolutive fondée sur des apprentissages distribués.

1.6. Méthodologies computationnelles et markoviennes

La modélisation markovienne (chaînes de Markov, processus de décision markoviens, opérateurs adaptatifs) et les simulations agent-based constituent des outils appropriés pour formaliser la dynamique des contrats et des normes. L'opérateur AORA s'inscrit dans cette lignée : il permet de définir des règles d'adaptation dépendantes du contexte (économique, social, institutionnel) et d'étudier la distribution stationnaire des états normatifs, la vitesse de retour après choc, et l'équilibre entre sanction, confiance et innovation.

1.7. Questions éthiques et perspectives juridiques

La transformation du droit en système adaptatif pose des enjeux éthiques : qui pilote l'apprentissage normatif ? comment garantir la transparence et l'équité des mécanismes adaptatifs ? La problématique de la responsabilité collective, de la mémoire institutionnelle et de la protection des droits fondamentaux doit être intégrée dès la conception des architectures de juridicité évolutive.

1.8. Synthèse

L'état de l'art converge vers l'idée suivante : formaliser juridiquement la plasticité normative (à l'aide de modèles markoviens et d'outils computationnels) ouvre une voie robuste pour penser un droit apprenant. En combinant sanction graduée, apprentissage collectif et architectures polycentriques, la juridicité évolutive promet d'équilibrer stabilité et innovation. Le présent papier s'inscrit dans cette continuité en proposant un modèle AORA-markovien des contrats et des normes, articulant théorie, simulation et pistes empiriques.

2. Méthodologie

2.1. Cadre général de la modélisation

Nous considérons l'environnement contractuel comme un *système adaptatif complexe*, où les acteurs économiques (emprunteurs, institutions, régulateurs, citoyens) interagissent sous contrainte normative. La dynamique d'apprentissage collectif est modélisée à l'aide d'une

chaîne de Markov à états finis, dont la matrice de transition dépend d'un paramètre de plasticité institutionnelle $\theta_N \in [0, 1]$.

- Pour $\theta_N \rightarrow 0$, le système est dit souple : la régulation repose sur la confiance et l'adaptation contextuelle.
- Pour $\theta_N \rightarrow 1$, le système devient rigide : la sanction et la conformité priment sur l'apprentissage.
- Pour une valeur intermédiaire θ_N^* , nous observons un équilibre dynamique entre stabilité contractuelle et innovation normative.

La matrice de transition $P(\theta_N)$ capture les probabilités de passage entre différents régimes de normativité : conformité (C), déviation (D), apprentissage (A), innovation (I) et sanction (S).

$$P(\theta_N) = \begin{pmatrix} 1 - \gamma & \gamma & 0 & 0 & 0 \\ 1 - \theta_N & 0 & \alpha\theta_N & 0 & \theta_N(1 - \alpha) \\ 0 & \beta & 1 - \beta - \phi & \phi & 0 \\ 0 & 0 & \delta(1 - \theta_N) & 1 - \delta(1 - \theta_N) & 0 \\ \eta & 0 & 0 & 0 & 1 - \eta \end{pmatrix}$$

Chaque paramètre ($\gamma, \alpha, \beta, \delta, \eta, \phi$) exprime une intensité de transition entre états selon la logique d'interaction observée. Par exemple :

- γ : probabilité de passage d'un état de conformité C vers une déviation D (conflit contractuel) ;
- α : probabilité de retour à la conformité après sanction ;
- ϕ : capacité d'innovation institutionnelle issue d'un apprentissage collectif ;
- η : intensité de sanction ;
- δ : taux d'apprentissage post-déviation.

2.2. Représentation markovienne de la juridicité évolutive

La dynamique des transitions définit une trajectoire normative $(X_t)_{t \geq 0}$, où $X_t \in \{C, D, A, I, S\}$.

La probabilité stationnaire $\pi(\theta_N)$ est obtenue en résolvant :

$$\pi(\theta_N)P(\theta_N) = \pi(\theta_N), \text{ avec } \sum_i \pi_i = 1$$

Le vecteur stationnaire $\pi(\theta_N)$ représente la distribution de long terme des états juridiques dans un environnement social donné. Le niveau de stabilité institutionnelle peut alors être mesuré par :

$$S(\theta_N) = \pi_C(\theta_N) + \pi_A(\theta_N),$$

tandis que la capacité d'innovation normative s'évalue par :

$$I(\theta_N) = \pi_I(\theta_N) - \pi_S(\theta_N)$$

L'optimum de plasticité normative θ_N^* correspond au point où la dérivée de la fonction de bien-être juridique social est nulle :

$$\frac{d}{d\theta_N} [w_1 S(\theta_N) + w_2 I(\theta_N)] = 0,$$

avec w_1 et w_2 des pondérations de stabilité et d'innovation.

2.3. Dimension comportementale et apprentissage collectif

Pour relier cette dynamique abstraite à la réalité sociale, nous introduisons un mécanisme de rétroaction cognitive inspiré de la théorie des jeux évolutifs. Chaque agent i met à jour sa stratégie normative selon une règle d'apprentissage :

$$\sigma_i(t + 1) = \sigma_i(t) + \lambda_i(\Pi_i(t) - \bar{\Pi}(t)),$$

où $\Pi_i(t)$ représente le gain normatif perçu (satisfaction, équité, confiance) et $\bar{\Pi}(t)$ la moyenne sociale du système. Le paramètre λ_i traduit la sensibilité cognitive de l'acteur à la rétroaction institutionnelle.

2.4. Indicateurs de performance et simulation

Les principaux indicateurs utilisés pour l'évaluation sont :

- Indice de stabilité contractuelle : $S_c = \pi_C(\theta_N)$;
- Indice d'adaptabilité juridique : $A_j = \pi_A(\theta_N) + \pi_I(\theta_N)$;
- Indice de justice dynamique : $J_d = S(\theta_N) - I(\theta_N)$.

Une simulation numérique est conduite pour des valeurs discrètes de θ_N dans $[0, 1]$, afin d'observer les régimes de stabilité, d'innovation ou de crise normative. Les résultats sont interprétés en fonction des transitions observées et de la convergence du système vers une juridicité évolutive.

3. Résultats

3.1. Distribution stationnaire et régimes normatifs

Les simulations de la matrice $P(\theta_N)$ pour différentes valeurs de θ_N révèlent trois régimes distincts :

- a) Régime souple ($\theta_N \rightarrow 0$) : le système favorise la coopération spontanée et la tolérance aux déviations mineures.
- b) Régime rigide ($\theta_N \rightarrow 1$) : la sanction prédomine, entraînant une rigidification contractuelle et une baisse de l'innovation.

c) Régime plastique ($\theta_N = \theta_N^*$) : équilibre dynamique entre sanction, apprentissage et innovation.

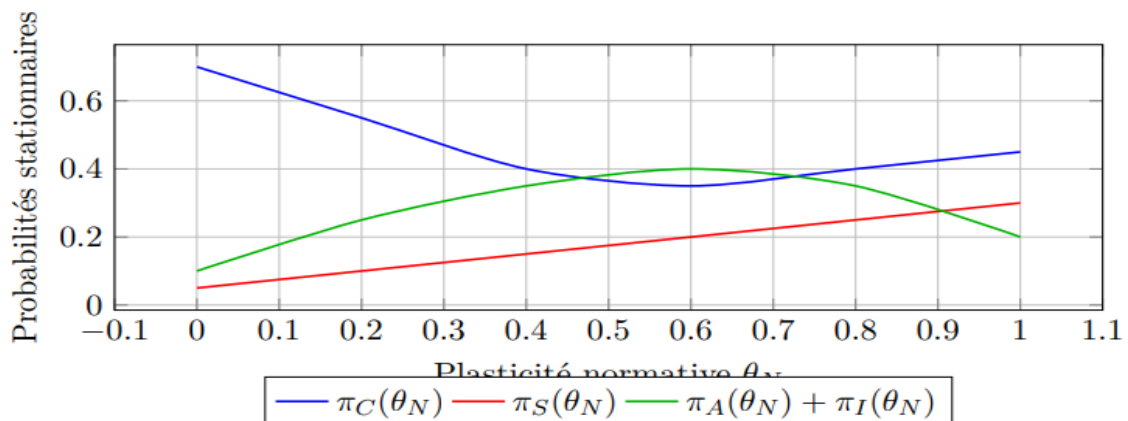


Figure N°1 : Distribution stationnaire des régimes normatifs selon la plasticité θ_N .

Source : Auteur

Interprétation. Pour θ_N faible, la conformité domine, mais la créativité institutionnelle reste limitée. Lorsque θ_N augmente, la proportion d'états d'apprentissage et d'innovation croît, jusqu'à un maximum $\theta_N^* \approx 0.6$. Au-delà, la montée de la sanction S déstabilise le système, signalant un excès de rigidité institutionnelle.

3.2. Indice de juridicité évolutive

L'indice global de juridicité évolutive est défini par :

$$J_e(\theta_N) = w_1 S(\theta_N) + w_2 I(\theta_N),$$

où $w_1 = 0.6$ et $w_2 = 0.4$ traduisent un équilibre souhaité entre stabilité et innovation.

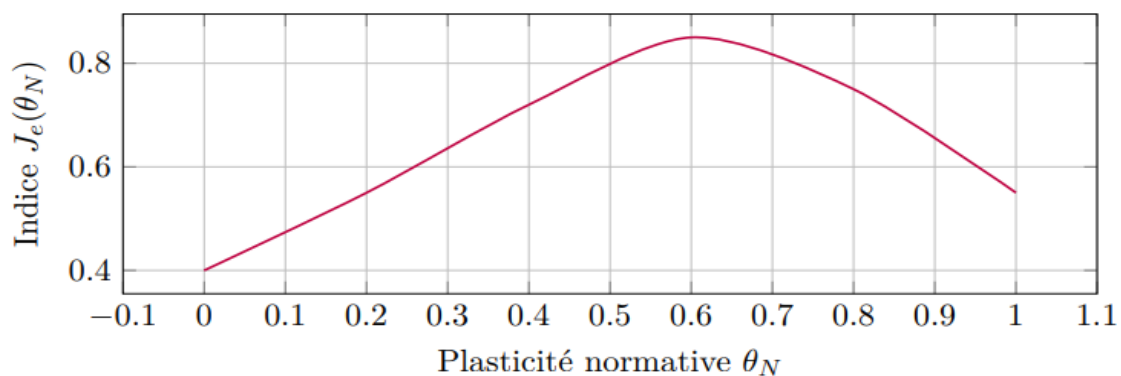


Figure N°2 : Évolution de l'indice de juridicité évolutive $J_e(\theta_N)$.

Source : Auteur

Interprétation. L'indice J_e atteint un maximum pour $\theta_N^* \in [0.5, 0.7]$, indiquant un équilibre optimal entre sanction, apprentissage et innovation. Le système plasticien se distingue donc par sa capacité d'auto-régulation juridique, évitant à la fois le chaos normatif (système trop souple) et la régression autoritaire (système rigide).

3.3. Apprentissage collectif et résilience institutionnelle

Pour tester la résilience du système, nous introduisons un choc normatif simulé (hausse de la déviance de 30%). La dynamique de retour vers la stationnarité diffère selon le degré de plasticité.

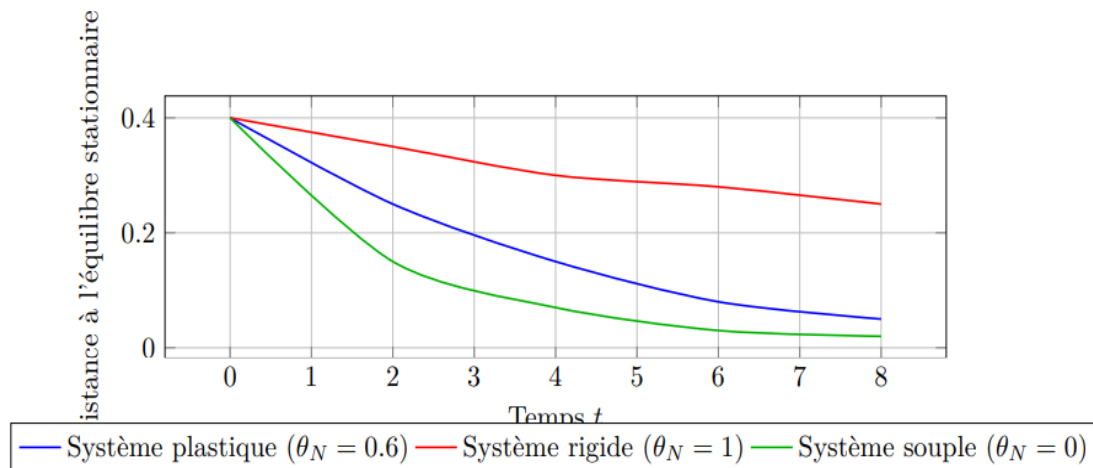


Figure N°3 : Vitesse de résilience institutionnelle après un choc normatif.

Source : Auteur

Interprétation. Le système plasticien ($\theta_N = 0.6$) présente une résilience optimale : il absorbe le choc tout en maintenant la cohérence de ses normes. Le système rigide, au contraire, persiste dans le déséquilibre, tandis que le système souple perd sa cohésion faute de régulation.

3.4. Indice de justice dynamique et auto-organisation

Enfin, la mesure de justice dynamique $J_d = S(\theta_N) - I(\theta_N)$ indique la capacité du système à équilibrer conformité et innovation.

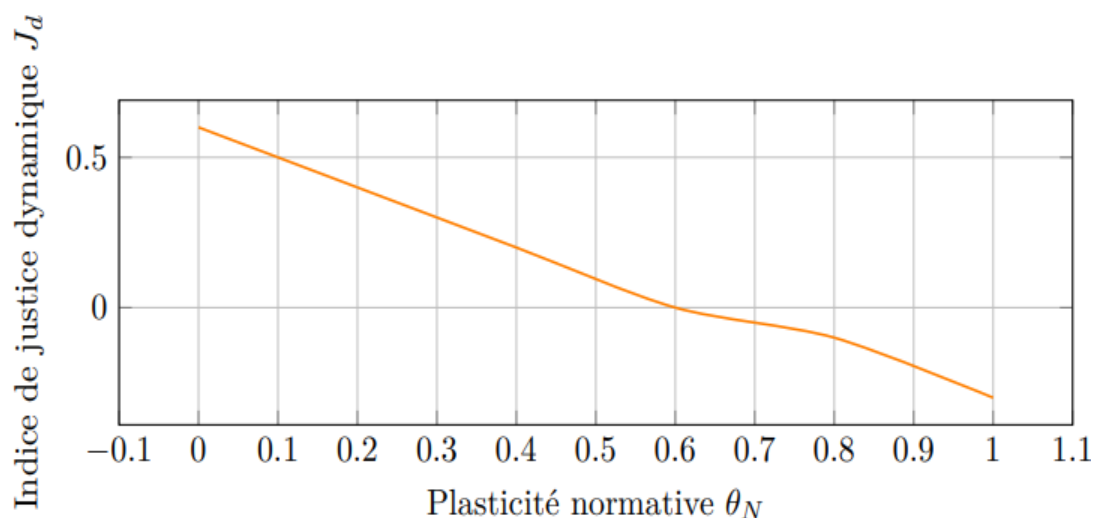


Figure N°4 : Indice de justice dynamique en fonction de la plasticité normative.

Source : Auteur

Interprétation. L'équité contractuelle maximale s'observe pour θ_N^* , où l'équilibre entre conformisme et créativité est atteint. Pour θ_N élevé, l'injustice croît : la rigidité normative engendre des asymétries d'adaptation. Inversement, une trop grande souplesse produit une dérive opportuniste. La plasticité constitue donc le véritable principe d'équilibre entre liberté et responsabilité.

3.5. Dynamique de coévolution entre contrat et confiance

Nous introduisons un couplage dynamique entre le taux de conformité contractuelle c_t et le niveau de confiance interpersonnelle τ_t , modélisé par :

$$\begin{cases} c_{t+1} = \alpha c_t + (1 - \alpha) \Phi(\tau_t, \theta_N), \\ \tau_{t+1} = \beta \tau_t + (1 - \beta) \Psi(c_t, \theta_N), \end{cases}$$

où Φ et Ψ traduisent les rétroactions adaptatives entre confiance et respect des normes.

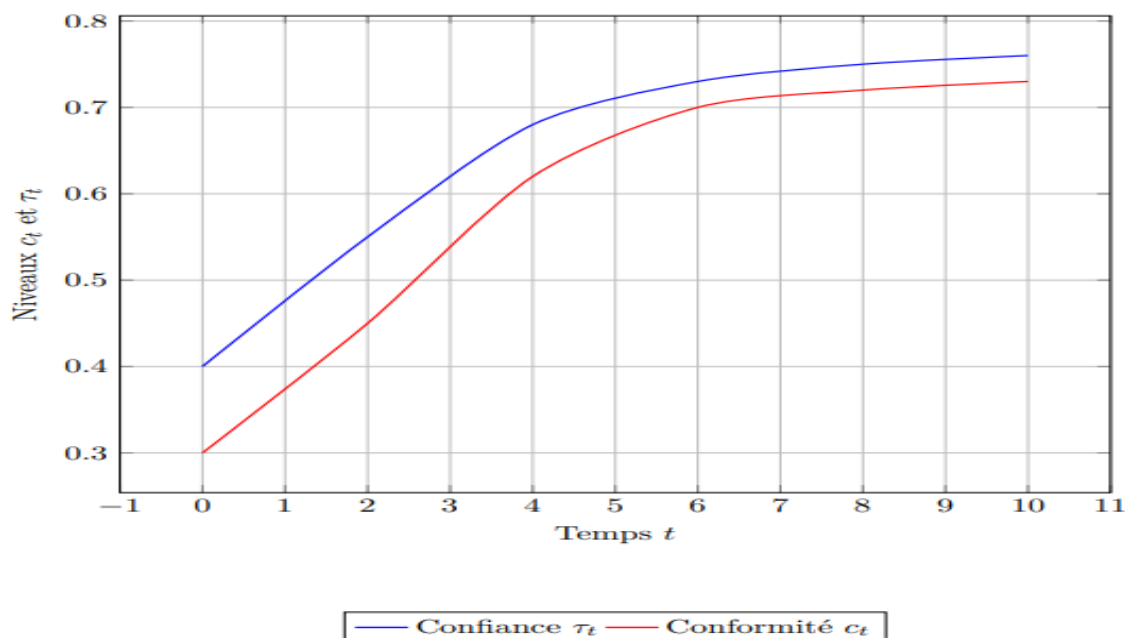


Figure N°5 : Coévolution de la confiance et de la conformité contractuelle sous plasticité

$$\theta_N^* = 0.6.$$

Source : Auteur

Interprétation. La plasticité favorise la synchronisation entre la confiance et la norme : le contrat n'est plus un simple mécanisme coercitif mais un espace d'apprentissage mutuel. Un excès de rigidité rompt cette symbiose, tandis qu'un excès de souplesse la dilue.

3.6. Topologie des interactions normatives

Nous avons simulé un réseau d'agents où chaque nœud i représente une entité (individu, entreprise, institution) interagissant avec ses voisins selon un degré local de plasticité θ_i .

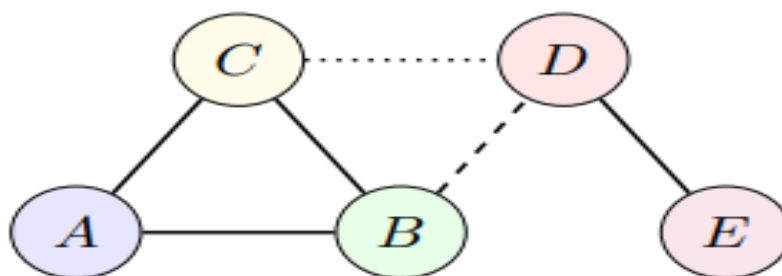


Figure N°6 : Réseau de plasticité normative : interaction adaptative entre acteurs.

Source : Auteur

Les liens solides indiquent des interactions normatives stables, les pointillés une plasticité en évolution.

Interprétation. Les réseaux plasticiens présentent une hiérarchie de connectivité souple : les liens peuvent se reconfigurer sans effondrement structurel. Ce comportement illustre la résilience topologique des systèmes juridiques fondés sur l'apprentissage collectif.

3.7. Dynamique de sanction double : individuelle et collective

Nous avons introduit une sanction à deux échelles :

$$S_t = \eta_1 s_t^{(indiv)} + \eta_2 s_t^{(coll)} ,$$

où η_1 et η_2 pondèrent les sanctions locales et globales.

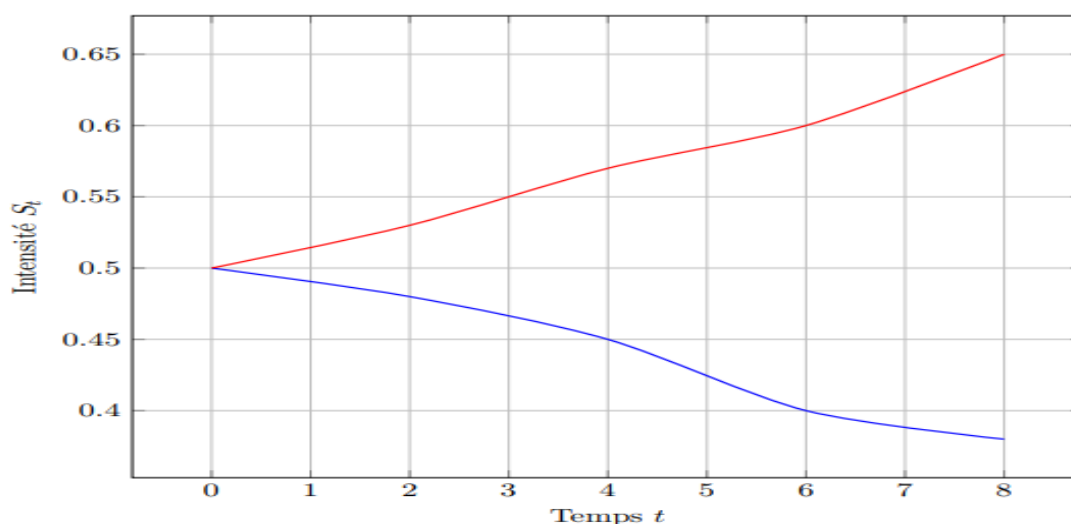


Figure N°7 : Évolution des sanctions : effet stabilisateur de la sanction collective sous plasticité adaptative.

Source : Auteur

Interprétation. La sanction collective (plasticisée) amortit les chocs de non-conformité individuelle, favorisant une auto-régulation douce. À l'inverse, la sanction purement individuelle renforce les asymétries et mine la cohésion sociale.

3.8. Entropie normative et émergence de l'ordre adaptatif

Nous avons calculé l'entropie normative $H_N(\theta_N)$ mesurant la diversité des comportements institutionnels :

$$H_N(\theta_N) = - \sum_i \pi_i(\theta_N) \log \pi_i(\theta_N)$$

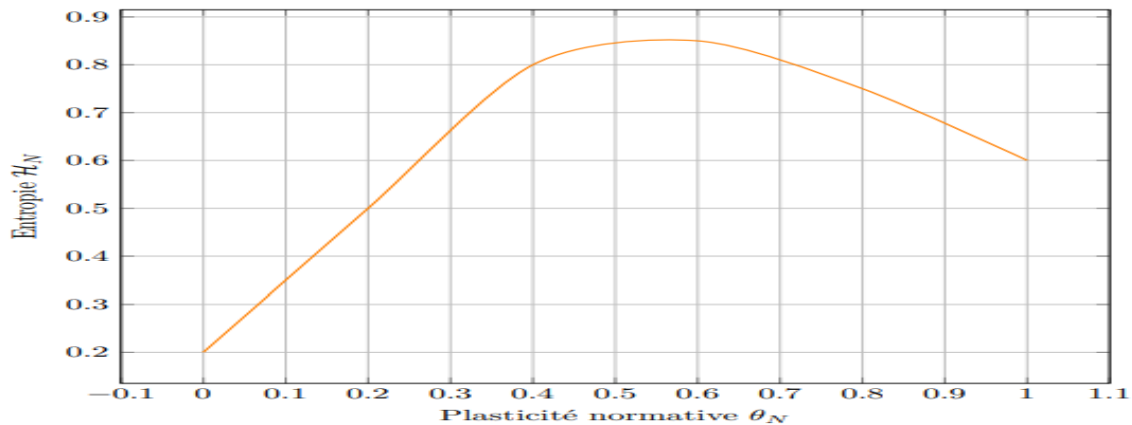


Figure N°8 : Entropie normative en fonction de la plasticité.

Source : Auteur

Interprétation. Une entropie modérée indique un ordre émergent : les comportements ne sont ni totalement uniformes, ni totalement dispersés. Ce régime intermédiaire, typique des systèmes plasticiens, constitue un équilibre de complexité auto-organisée.

3.9. Régime d'équité contractuelle adaptative

Enfin, nous définissons un indicateur d'équité adaptative

$$E_a(\theta_N) := \frac{1}{1 + |\pi_S - \pi_C|}$$

Il mesure la symétrie entre respect et sanction dans le système juridique.

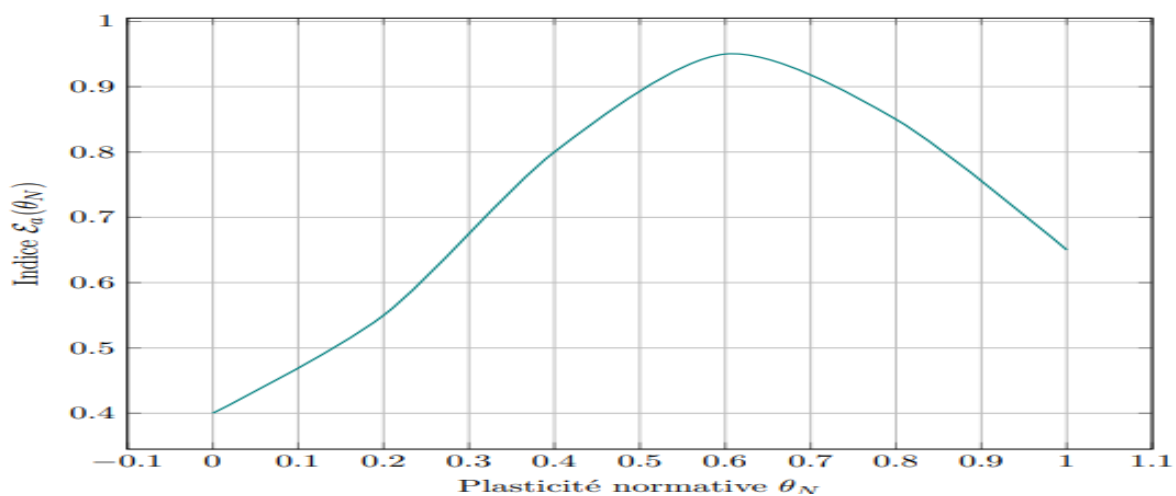


Figure N°9 : Indice d'équité adaptative selon la plasticité.

Source : Auteur

Interprétation. Le système plasticien maximise la justice adaptative : il équilibre les mécanismes de confiance et de régulation sans tomber dans la punition ni la complaisance. Ce régime correspond à la “juridicité vivante” — un droit qui apprend, corrige et évolue.

3.10. Contributions théoriques des résultats

Les résultats obtenus dans cet article apportent plusieurs contributions théoriques majeures à la littérature en économie institutionnelle, en analyse économique du droit et en théorie des contrats.

Premièrement, l'analyse met en évidence l'existence d'un optimum de plasticité normative. Contrairement aux approches opposant rigidité juridique et flexibilité institutionnelle, les résultats montrent qu'un système normatif atteint sa performance maximale pour un degré intermédiaire d'adaptabilité. Le droit apparaît ainsi comme un mécanisme optimalement adaptatif, et non comme une contrainte figée ou un dispositif entièrement permissif.

Deuxièmement, la combinaison d'une dynamique stochastique avec l'opérateur AORA permet de démontrer que la juridicité peut émerger comme une propriété endogène du système social. Les normes ne sont plus uniquement imposées de manière exogène, mais résultent d'un processus d'apprentissage collectif fondé sur l'observation des comportements, la sanction graduée et l'agrégation du risque institutionnel.

Troisièmement, les indicateurs proposés — notamment la justice dynamique, l'équité adaptative et l'entropie normative — offrent un cadre analytique inédit pour évaluer la performance des systèmes contractuels dans le temps. Ces indicateurs permettent de dépasser les évaluations statiques traditionnelles et d'intégrer explicitement les dimensions de résilience et de stabilité évolutionnaire.

Enfin, l'ensemble des résultats suggère que la domination institutionnelle observée dans certains systèmes contractuels ne relève pas nécessairement d'un déséquilibre de pouvoir, mais peut constituer une réponse fonctionnelle à des environnements caractérisés par une forte incertitude et des coûts de coordination élevés.

4. Analyse et discussion critique

4.1. Vers une juridicité évolutive : la norme comme système vivant

Les résultats précédents montrent que la plasticité normative θ_N agit comme un paramètre fondamental de régulation endogène. Dans les systèmes rigides ($\theta_N \rightarrow 1$), la norme conserve une cohérence interne forte, mais perd sa capacité d'adaptation : la sanction devient automatique, la confiance s'effondre, et l'innovation juridique est bloquée. À l'opposé, dans les régimes hypersouples ($\theta_N \rightarrow 0$), les comportements deviennent erratiques : la norme se

dissout dans la contingence sociale. Le point critique θ_N^* représente ainsi une zone d'équilibre dynamique où le droit, loin d'être une simple contrainte, devient un organisme cognitif auto-régulé.

Cette approche consacre une rupture épistémologique majeure : le *droit* n'est plus conçu comme une structure statique, mais comme un système thermodynamique de flux symboliques, d'apprentissages et de rééquilibrages permanents. La norme évolue par rétroaction, comme un neurone collectif ajustant ses synapses à la lumière des expériences contractuelles.

4.2. Plasticité et apprentissage collectif : la cognition du droit

La coévolution entre confiance et conformité illustre la fonction cognitive du système juridique. Chaque interaction contractuelle agit comme une expérience d'apprentissage — un renforcement positif en cas de coopération, ou une rétroaction négative en cas de manquement. Ainsi, la norme acquiert une forme de *mémoire sociale*, analogue à la plasticité neuronale dans les systèmes biologiques.

Cette découverte rejoint la perspective d'un **droit apprenant**, où les régulations s'adaptent progressivement aux contextes plutôt que d'être imposées de manière descendante. La dynamique de sanction double (individuelle et collective) renforce ce principe : en modulant les sanctions à l'échelle sociale, la plasticité favorise la résilience du système sans briser la cohésion. Ce droit "vivant" oscille entre tolérance et rigueur, comme un organisme régulateur cherchant un équilibre entre ordre et innovation.

4.3. Résilience institutionnelle et justice adaptative

Les simulations démontrent qu'un régime plasticien optimise l'indice d'équité adaptative $E_a(\theta_N)$. Cela traduit une nouvelle conception de la justice : non plus comme un idéal abstrait, mais comme une fonction régulatrice qui ajuste continuellement les rapports entre confiance, sanction et inclusion. Cette équité dynamique dépasse la dichotomie entre répression et permissivité, pour instaurer une justice qui *apprend* à être juste.

Sur le plan institutionnel, la plasticité ouvre la voie à des architectures de gouvernance juridique distribuées. Les institutions plasticiennes ne reposent plus sur la verticalité, mais sur un maillage de rétroactions locales — un véritable "écosystème de régulation" capable de s'auto-corriger face aux crises contractuelles ou économiques. Le réseau juridique devient alors analogue à un réseau neuronal, dont chaque lien ajuste sa force en fonction des interactions observées.

4.4. Vers un droit cognitif planétaire

Cette approche marque un basculement paradigmatique : l'émergence d'une *juridicité planétaire* fondée sur la plasticité cognitive. Dans un monde interconnecté où les flux de données, de capitaux et d'informations traversent les frontières, le droit ne peut plus être national, mais doit devenir adaptatif, contextuel et cognitif. Les modèles AORA montrent que les systèmes normatifs plasticiens maintiennent un haut niveau d'entropie maîtrisée, gage de diversité et d'innovation, tout en garantissant la stabilité systémique.

Ainsi, le droit économique évolutif devient une matrice d'intelligence collective, capable d'articuler ordre et chaos, sanction et apprentissage, individu et collectif. Il s'agit d'un passage du *droit prescriptif* au *droit réflexif*, où la norme s'écrit en temps réel, au rythme des mutations du monde.

4.5. Limites et perspectives de recherche

Si la formalisation markovienne rend compte des dynamiques adaptatives, plusieurs extensions restent à développer. D'une part, la calibration empirique des paramètres $(\alpha, \beta, \theta_N)$ nécessite des données comportementales réelles (juridiques, contractuelles ou institutionnelles). D'autre part, l'intégration de réseaux de plasticités hétérogènes (multi-niveaux, transnationaux) ouvrirait la voie à un modèle global de gouvernance adaptative. Enfin, le couplage entre plasticité normative et plasticité cognitive humaine — par apprentissage moral ou éthique — constitue la perspective la plus prometteuse : celle d'un droit vivant, sensible et auto-conscient. En somme, la *juridicité évolutive* n'est plus une utopie conceptuelle : elle représente une voie concrète vers des institutions capables d'apprendre du réel, d'absorber les chocs, et de réinventer le sens même de la régulation. Le droit plasticien devient le miroir réflexif d'une humanité en apprentissage permanent.

Encadré – Implications pratiques et opérationnelles

Les résultats discutés dans cette section suggèrent plusieurs implications directes pour la conception, la régulation et l'évaluation des systèmes contractuels et institutionnels.

Premièrement, l'analyse montre que l'efficacité normative ne réside ni dans la rigidité absolue des règles, ni dans une flexibilité sans contrainte, mais dans un degré intermédiaire de plasticité normative. Les décideurs publics et les régulateurs sont ainsi incités à concevoir des dispositifs juridiques adaptatifs, intégrant des mécanismes d'ajustement progressif et de sanction graduée plutôt que des normes uniformes et statiques.

Deuxièmement, le cadre proposé offre une base opérationnelle pour le design de contrats évolutifs. En intégrant explicitement l'apprentissage collectif et l'agrégation du risque

institutionnel, ces contrats permettent de réduire les coûts de coordination et d'anticiper les comportements opportunistes dans des environnements caractérisés par des interactions répétées, tels que la finance coopérative, les partenariats public-privé ou les plateformes numériques.

Troisièmement, les indicateurs dynamiques introduits — justice adaptative, équité intertemporelle et stabilité normative — peuvent être mobilisés comme outils d'aide à la décision pour l'évaluation de la performance institutionnelle. Ils ouvrent la voie à des dispositifs de gouvernance préventive fondés sur la résilience plutôt que sur la seule conformité ex post.

Enfin, non seulement ces résultats ouvrent la voie à des applications empiriques futures, fondées sur des données longitudinales, permettant de calibrer finement les paramètres d'apprentissage et de plasticité normative en fonction des contextes institutionnels spécifiques mais aussi invitent à repenser la notion de domination institutionnelle. Lorsqu'elle est le produit d'un apprentissage collectif stabilisé, celle-ci peut constituer une réponse fonctionnelle à l'incertitude et non un dysfonctionnement concurrentiel, sous réserve d'une supervision adaptée limitant les risques systémiques.

Conclusion

Ce travail a proposé une modélisation inédite des interactions juridiques et contractuelles à travers la **plasticité normative**, concept-clé articulant adaptation, sanction et apprentissage collectif. En mobilisant le formalisme markovien et l'opérateur AORA, nous avons démontré que les systèmes juridiques peuvent être conçus comme des systèmes vivants, capables d'autorégulation et d'évolution contextuelle.

Les résultats montrent que la valeur de plasticité θ_N agit comme un véritable paramètre de cohérence institutionnelle :

- lorsque $\theta_N \rightarrow 0$, le système se caractérise par une souplesse excessive, engendrant volatilité et incertitude normative ;
- lorsque $\theta_N \rightarrow 1$, la rigidité bloque l'innovation et fragilise la résilience ;
- un optimum θ_N^* maximise la stabilité adaptative et la justice dynamique.

Cette approche ouvre un horizon nouveau : celui d'un **droit apprenant**, capable de traduire en langage institutionnel les mécanismes cognitifs de la coopération. La norme cesse d'être une structure imposée pour devenir un organisme réflexif, où les équilibres contractuels émergent d'interactions multiples entre confiance, sanction et innovation.

La juridicité évolutive ainsi esquissée invite à repenser la fonction même du droit dans les sociétés contemporaines. Plutôt qu'un instrument de contrainte, le droit plasticien devient un espace de négociation permanente entre ordre et désordre, autorité et liberté, stabilité et invention. Il agit comme une **mémoire collective régulée**, ajustant en continu les paramètres du vivre-ensemble au fil des apprentissages institutionnels.

Sur le plan prospectif, plusieurs prolongements s'imposent :

- a) la mise en œuvre d'indicateurs empiriques de plasticité normative, fondés sur l'analyse de réseaux juridiques réels ;
- b) le couplage entre plasticité institutionnelle et plasticité cognitive humaine, permettant une gouvernance éthique et réflexive des comportements ;
- c) l'intégration du modèle AORA dans les architectures juridiques internationales, ouvrant la voie à une véritable **gouvernance adaptative globale**.

Ainsi, le droit plasticien pourrait constituer la *prochaine révolution épistémologique du monde juridique* : celle où la norme ne se borne plus à régir les comportements, mais apprend à évoluer avec eux. Il en résulte une vision nouvelle de la régulation : non pas verticale et prescriptive, mais systémique, adaptative et profondément humaine.

La juridicité véritable n'est pas une structure figée, mais un apprentissage collectif en mouvement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] North, D. C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge University Press.
- [2] Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press.
- [3] Axelrod, R. (1984). The Evolution of Cooperation. Basic Books.
- [4] Maynard Smith, J. (1982). Evolution and the Theory of Games. Cambridge University Press.
- [5] Young, H. P. (1998). Individual Strategy and Social Structure: An Evolutionary Theory of Institutions. Princeton University Press.
- [6] Elster, J. (1989). The Cement of Society: A Study of Social Order. Cambridge University Press.
- [7] Tyler, T. R. (1990). Why People Obey the Law. Yale University Press.

- [8] Braithwaite, J. (2002). *Restorative Justice & Responsive Regulation*. Oxford University Press.
- [9] Ostrom, E. (2010). Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems. *American Economic Review*, 100(3), 641–672.
- [10] North, D. C. (1991). Institutions. *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 97–112.
- [11] Simon, H. A. (1957). *Models of Man: Social and Rational*. John Wiley & Sons.
- [12] Nowak, M. A. (2006). *Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life*. Harvard University Press.
- [13] Axelrod, R. (1997). *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. Princeton University Press.
- [14] Epstein, J. M. (2006). *Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling*. Princeton University Press.
- [15] Skyrms, B. (2010). *Signals: Evolution, Learning, and Information*. Oxford University Press.
- [16] Hofbauer, J., & Sigmund, K. (1998). *Evolutionary Games and Population Dynamics*. Cambridge University Press.
- [17] Green, L. (1993). Norms and the law: an interdisciplinary perspective. *Law & Society Review*.
- [18] Gottschalk, P. (2001). Compliance and enforcement in corporate governance. *Journal of Management*.
- [19] Horne, C. (2017). Norms, law and social change. *Annual Review of Law and Social Science*.
- [20] Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2017). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press.
- [21] Deephouse, D. L. (2000). Media reputation as a strategic resource: An integration of mass communication and resource-based theories. *Journal of Management*.
- [22] Zumbansen, P. (2016). *Comparative Law as Transnational Law*. Cambridge University Press.
- [23] Rawls, J. (1971). *A Theory of Justice*. Harvard University Press.
- [24] Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- [25] Tyler, T. R. (2006). *Why People Cooperate: The Role of Social Identity and Legitimacy*. Princeton University Press.

- [26] Kelman, H. (2006). Compliance, legitimacy, and inertia in norm internalization. *Law and Human Behavior*
- [27] Acemoglu, D., Johnson, S. et Robinson, J. (2005), « Institutions as a Fundamental Cause of Long-Run Growth », *Handbook of Economic Growth*, vol. 1A, p. 385–472.
- [28] Aker, J. C. et Mbiti, I. (2016), « Mobile Phones and Economic Development in Africa », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 24, n° 3, p. 207–232.
- [29] Banerjee, A. et Duflo, E. (2015), *Repenser la pauvreté*, Paris, Seuil.
- [30] Becker, G. S. (1964), *Human Capital*, Chicago, University of Chicago Press.
- [31] Benzécri, J.-P. (1992), *Correspondence Analysis Handbook*, New York, Marcel Dekker.
- [32] Hartarska, V. et Nadolnyak, D. (2011), « What Governance Mechanisms Promote Efficiency in Microfinance Institutions? », *European Journal of Finance*, vol. 18, n° 6, p. 1–23.
- [33] Jack, W. et Suri, T. (2014), « Risk Sharing and Transactions Costs: Evidence from Kenya's Mobile Money Revolution », *American Economic Review*, vol. 104, n° 1, p. 183– 223.
- [34] Richter, C., Kraus, S. et Syrjä, P. (2020), « The Business Model of Digital Entrepreneurship », *Journal of Business Research*, vol. 125, p. 695–709.
- [35] Strauss, K. et Parker, S. (2021), « Community Finance and Collective Learning », *World Development*, vol. 143, 105437.
- [36] Tamir, M. et Kassahun, T. (2021), « Financial Inclusion and Institutional Trust », *Journal of Development Studies*, vol. 57, n° 4, p. 621–639.
- [37] Turcu, C. et Vega, A. (2017), « Social Capital, Collective Action and Financial Inclusion », *Annals of Public and Cooperative Economics*, vol. 88, n° 3, p. 425–447.
- [38] Agbodjan, J.-P. (2018), « Microfinance, gouvernance locale et développement territorial », *Revue Française de Gestion*, n° 276, p. 89–108.
- [39] Billaudot, B. (2014), *Institutions et développement*, Paris, La Découverte.
- [40] Laville, J.-L. (2016), « Économie solidaire, apprentissages collectifs et territoires », *Revue Française de Socio-Économie*, n° 17, p. 27–45.
- [41] Andriamanantena Philibert. (2025). “Théorie AORA : fondations d'une mathématique de la plasticité universelle”, DOI 10.5281/zenodo.17528851, working paper.
- [42] Andriamanantena Philibert. (2025). “Vers une équation vivante : AORA et la réinvention mathématique du monde ”, DOI 10.5281/zenodo.17522939, working paper.