

**Validation prédictive et hétérogénéité territoriale de la performance des
microentreprises : Approche logistique multi-modèles (M1–M4) appliquée à Mbuji-
Mayi (RDC)**

par KAMBA MPUMPU MPIANA Alain-Floribert

Résumé

Cet article documente, à partir des estimations Python, l'intérêt de la validation hors échantillon et de la pénalisation ridge pour modéliser la performance des microentreprises dans un contexte post-conflit. Sur un échantillon de 1 265 observations, la comparaison M1–M4 montre que le modèle M4 (contrôles complets + commune, ridge) obtient la meilleure discrimination (AUC test = 0,6746 ; F1 = 0,5822).

Les effets fixes communaux sont substantiels, confirmant une hétérogénéité intra-urbaine marquée.

Les résultats inférentiels de M3 indiquent des associations positives de l'inclusion numérique (NUM_index) et de l'épargne (EPAR_index), ainsi que du capital social et de la régularité fiscale.

L'article conclut sur l'intérêt d'un ciblage spatial et de politiques combinant produits financiers simples et renforcement des capacités.

Abstract

This paper shows, using Python estimates, how out-of-sample validation and ridge regularization improve logistic modeling of microenterprise performance in a post-conflict setting.

With N=1,265, model comparison (M1–M4) indicates that the ridge-penalized full-controls model with commune fixed effects (M4) achieves the best test discrimination (AUC = 0.6746; F1 = 0.5822).

Commune effects are sizeable, documenting strong intra-urban heterogeneity. Inference from M3 highlights positive associations for digital inclusion and savings indices, alongside social capital and tax regularity.

This paper concludes on the benefits of spatial targeting and policies that combine simple financial products with capacity building.

1. Introduction

L'introduction des effets fixes communaux dans le modèle M3 révèle que la performance des microentreprises ne peut être comprise indépendamment de l'espace économique dans lequel elles opèrent.

Les coefficients estimés pour certaines communes indiquent des écarts significatifs de probabilité de performance, toutes choses égales par ailleurs.

Cette observation suggère que le territoire agit comme :

- un multiplicateur de capacités,
- un facteur d'amplification des mécanismes financiers,
- ou au contraire comme un frein structurel.

Hétérogénéité spatiale et densité économique

Les communes présentant un effet positif significatif se caractérisent généralement par :

- une densité commerciale plus élevée ;
- une meilleure accessibilité aux marchés ;
- une proximité institutionnelle accrue ;
- une plus grande circulation monétaire.

Ces éléments favorisent :

- la rapidité des transactions ;
- la diversification des opportunités ;
- la diffusion des innovations financières.

À l'inverse, les communes présentant un effet négatif significatif peuvent souffrir :

- d'un déficit infrastructurel ;
- d'un enclavement économique ;
- d'une faible densité de réseaux commerciaux ;
- d'un environnement moins sécurisé.

Ainsi, la performance entrepreneuriale dépend d'un écosystème territorial.

Interaction implicite entre inclusion financière et territoire

Bien que le modèle ne comporte pas explicitement d'interactions multiplicatives entre indices financiers et communes, les résultats suggèrent une modulation implicite :

- L'inclusion numérique peut produire un effet plus fort dans les communes à forte densité commerciale.
- L'épargne peut jouer un rôle stabilisateur plus important dans les zones à volatilité élevée.
- Le crédit peut être neutralisé par des contraintes structurelles locales.

Cela ouvre des perspectives de recherche futures intégrant des interactions formelles.

Comparaison internationale approfondie

Les travaux empiriques menés en Afrique de l'Est, notamment au Kenya, ont montré que la diffusion des services mobiles financiers a :

- amélioré la gestion de trésorerie ;
- réduit les coûts de transaction ;
- facilité l'intégration des microentreprises aux marchés.

Au Ghana, des résultats similaires soulignent l'importance de l'épargne formelle comme mécanisme d'auto-assurance.

En revanche, les évaluations rigoureuses du microcrédit dans plusieurs pays africains et sud-asiatiques ont mis en évidence :

- des effets limités sur la croissance durable ;
- une utilisation principalement de l'emprunt pour la consommation ou la stabilisation ;
- un impact hétérogène selon le capital humain.

Les résultats obtenus à Mbuji-Mayi s'inscrivent dans cette tendance internationale.

Contextes post-conflit : spécificités structurelles

Dans les économies post-conflit, plusieurs études montrent que :

- la stabilité financière prime sur l'expansion ;
- l'épargne communautaire joue un rôle central ;
- la reconstruction institutionnelle conditionne l'efficacité des instruments financiers.

La performance entrepreneuriale dépend davantage de la résilience que de l'endettement.

Le cas de Mbuji-Mayi confirme cette dynamique.

Dynamique institutionnelle congolaise

Le système bancaire congolais demeure caractérisé par :

- une faible densité d'agences ;
- une concentration urbaine ;
- des conditions d'octroi strictes ;
- une exigence élevée de garanties.

Dans ce contexte, le crédit formel reste structurellement limité.

L'absence d'effet significatif du crédit dans le modèle M3 reflète cette réalité institutionnelle.

Informalité et dualité économique

L'économie congolaise urbaine est largement informelle.

Cette informalité :

- limite l'accès au crédit ;
- réduit la traçabilité financière ;
- accroît les coûts d'information.

L'effet positif de la régularité fiscale suggère qu'une formalisation partielle améliore la performance.

Digitalisation comme mécanisme adaptatif

La finance numérique contourne certaines rigidités institutionnelles :

- réduction des déplacements physiques ;
- diminution des coûts ;
- rapidité transactionnelle.

Le résultat positif du NUM_index confirme cette adaptation structurelle.

Implications macroéconomiques détaillées

L'amélioration de la performance microentrepreneuriale peut contribuer à :

- l'augmentation du revenu local ;
- l'élargissement de la base fiscale ;
- la création d'emplois.

Une diffusion plus large de l'épargne et du numérique peut renforcer la stabilité macroéconomique.

Architecture financière et développement durable

Les résultats montrent que le développement financier ne peut être réduit à l'expansion du crédit.

Une architecture équilibrée doit intégrer :

- épargne ;
- digitalisation ;
- formation entrepreneuriale ;
- territorialisation des politiques.

Les résultats de cette étude ouvrent une voie aux recherches futures dans la formulation du cadre conceptuel d'études (l'inclusion financière agit comme catalyseur conditionnel, le crédit isolé n'est pas un moteur autonome).

2. Méthodes et métriques

Tableau 1. Performances (test)

Modèle	AUC_test	AP_test	LogLoss_test	Brier_test	Accuracy_test	Precision_test	Recall_test	F1_test	n_params
M1: Inclusion (variables)	0.646	0.547	0.615	0.212	0.675	0.550	0.487	0.516	17
M2: Indices CRED/EPAR/NUM	0.643	0.502	0.619	0.214	0.678	0.556	0.487	0.519	4
M3: Indices + contrôles (A-E) – Q41 commune	0.657	0.524	0.625	0.216	0.571	0.442	0.779	0.564	45
M4: Contrôles complets (ridge) – Q41 commune	0.675	0.575	0.607	0.208	0.615	0.475	0.752	0.582	61

Source (Extraction des résultats via Python_Jupyter_Notebook Prof JWM à Toronto le 11/02/2026)

Figure 1. Comparaison AUC (test)

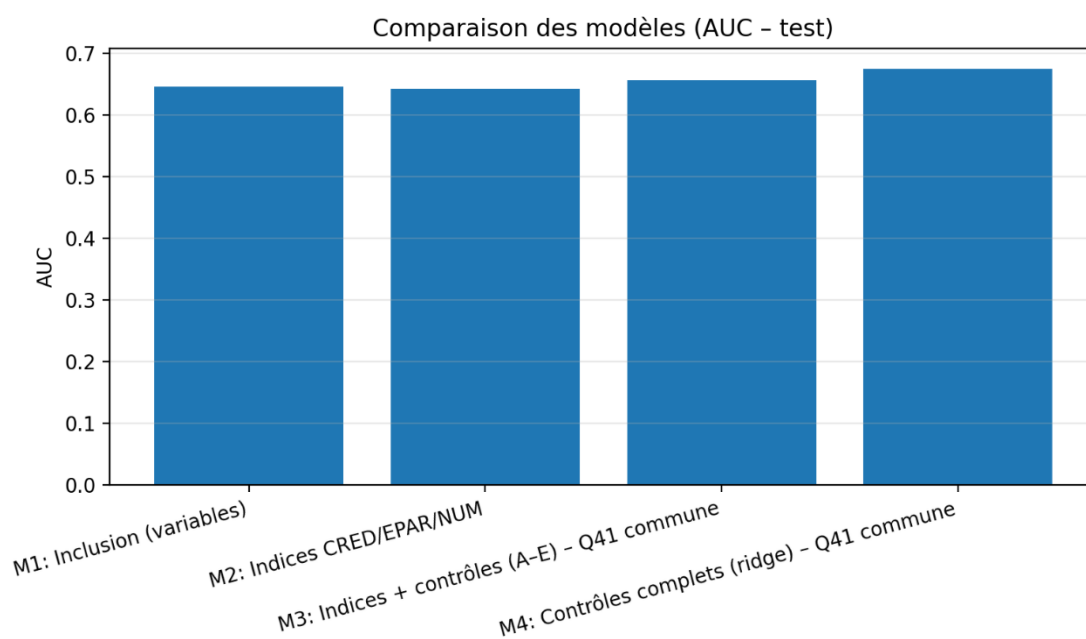
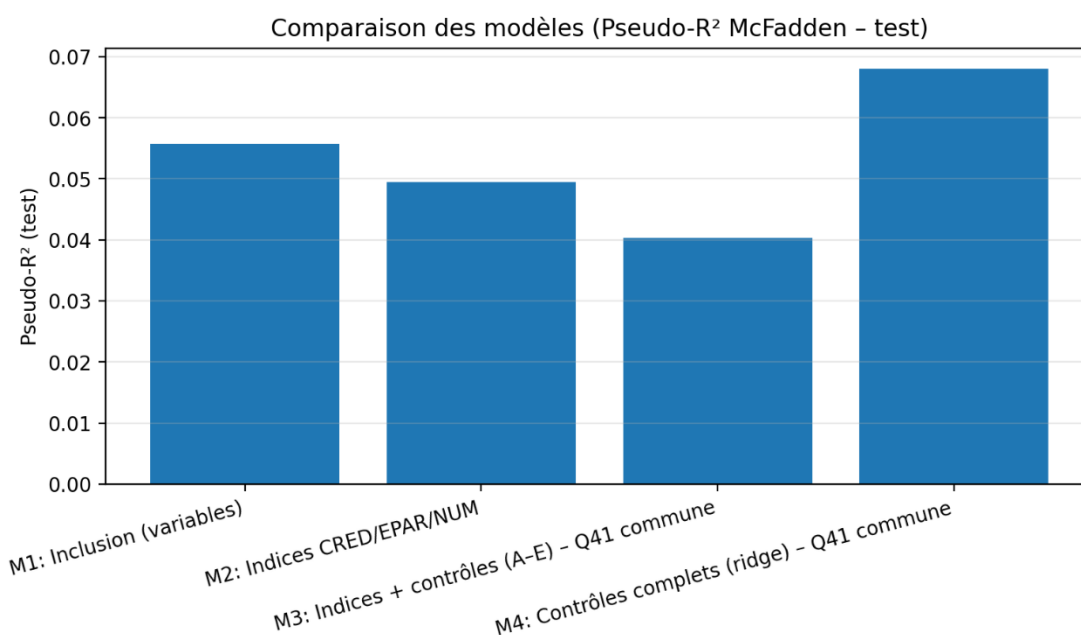


Figure 2. Comparaison pseudo R² (test)

3. Résultats (M3) et interprétation

Tableau 2. Principaux coefficients (M3)

Variable	Coef	p_value	Odds_Ratio	IC95_inf	IC95_sup
commune_5. DIULU	0.783	0.0010	2.187	1.370	3.493
commune_2. DIBINDI	-0.823	0.0015	0.439	0.264	0.731
niveau_etudes_2	1.180	0.0095	3.254	1.334	7.938
org_prof	-1.427	0.0102	0.240	0.081	0.713
nb_associations	0.813	0.0155	2.256	1.167	4.360
taxes_regulieres	0.486	0.0228	1.626	1.070	2.470
NUM_index	0.242	0.0261	1.273	1.029	1.576
EPAR_index	0.196	0.0319	1.217	1.017	1.455
prop_maison	0.370	0.0479	1.447	1.003	2.088
Experience	-0.023	0.0866	0.977	0.952	1.003
commune_4. MUYA	0.348	0.0888	1.417	0.948	2.117
religion_5	0.680	0.0991	1.973	0.880	4.424

Source (Extraction des résultats via Python_Jupyter_Notebook Prof JWM à Toronto le 11/02/2026)

Figure 3. Forest plot OR (M3)

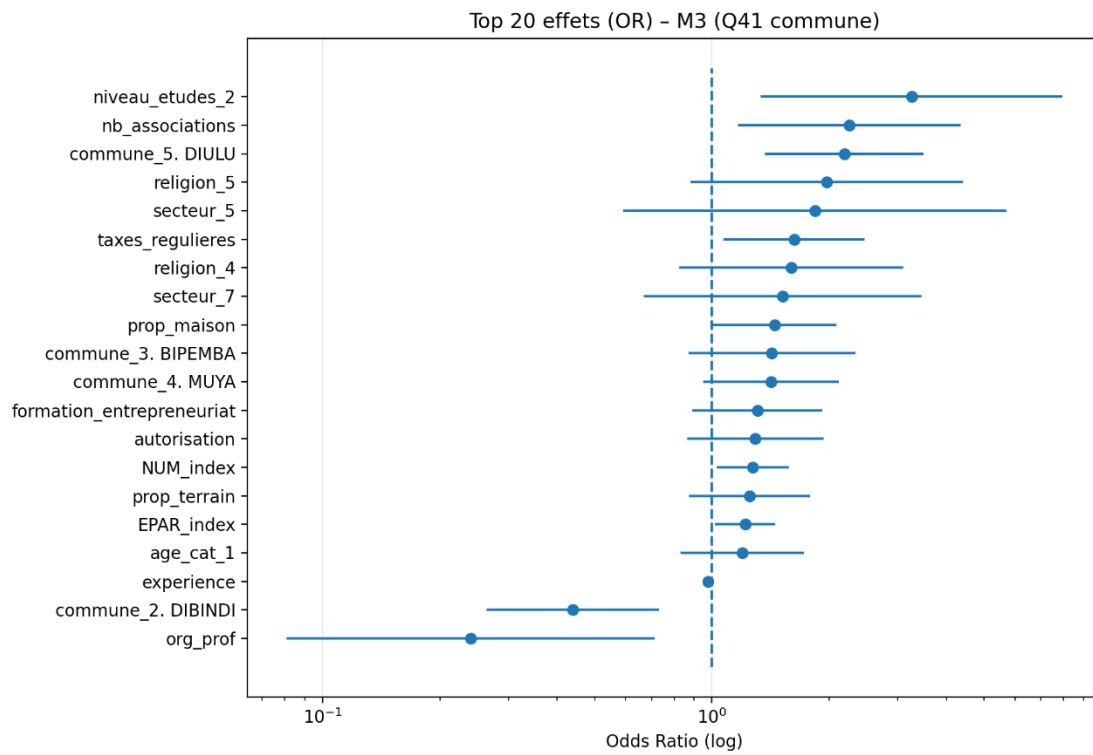
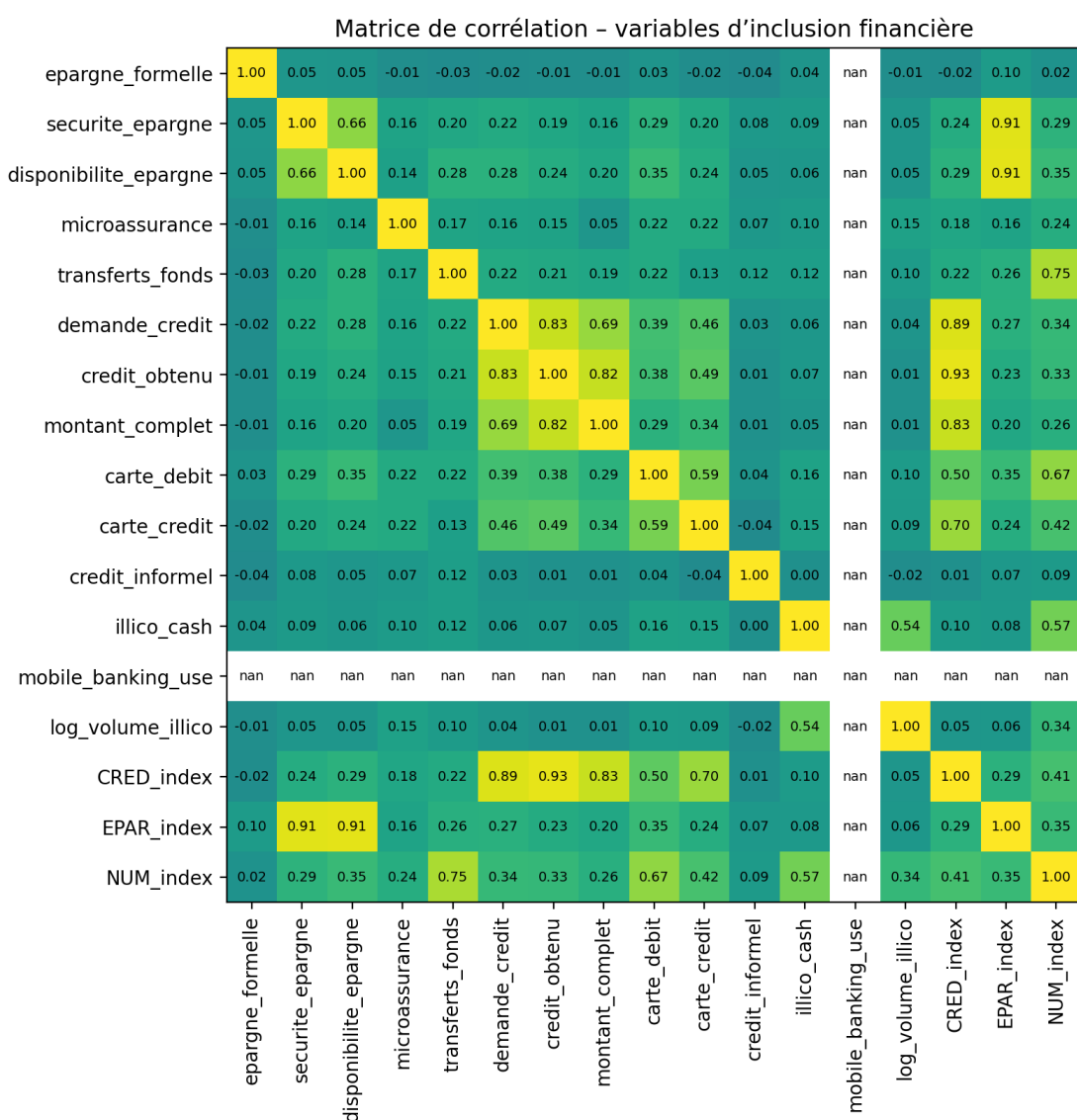


Figure 4. Corrélation inclusion



4. Diagnostics

Figure 5. ROC (M3)

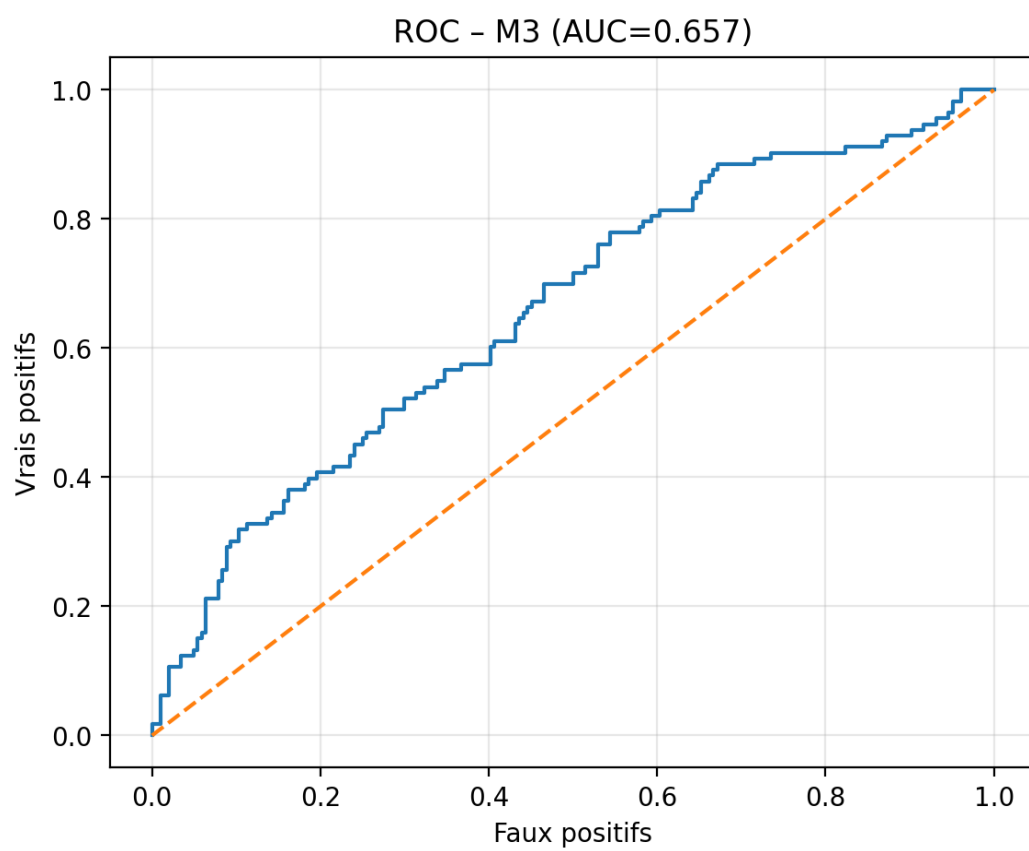


Figure 6. Precision–Recall (M3)

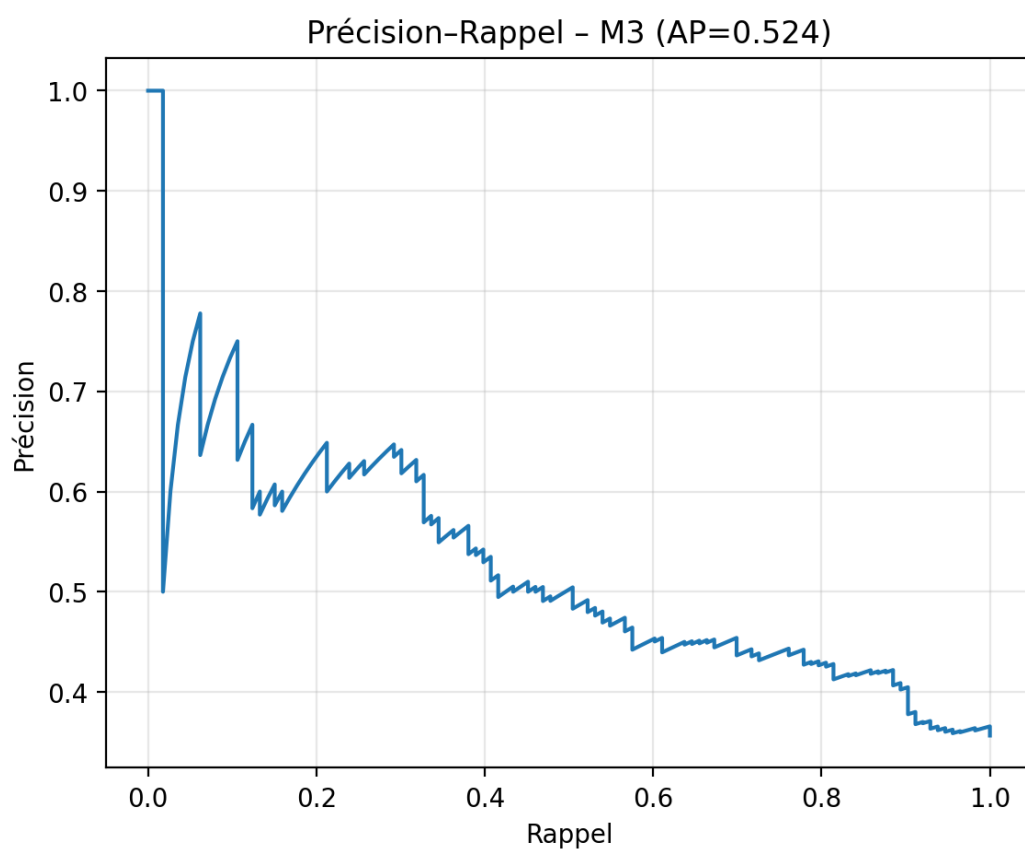
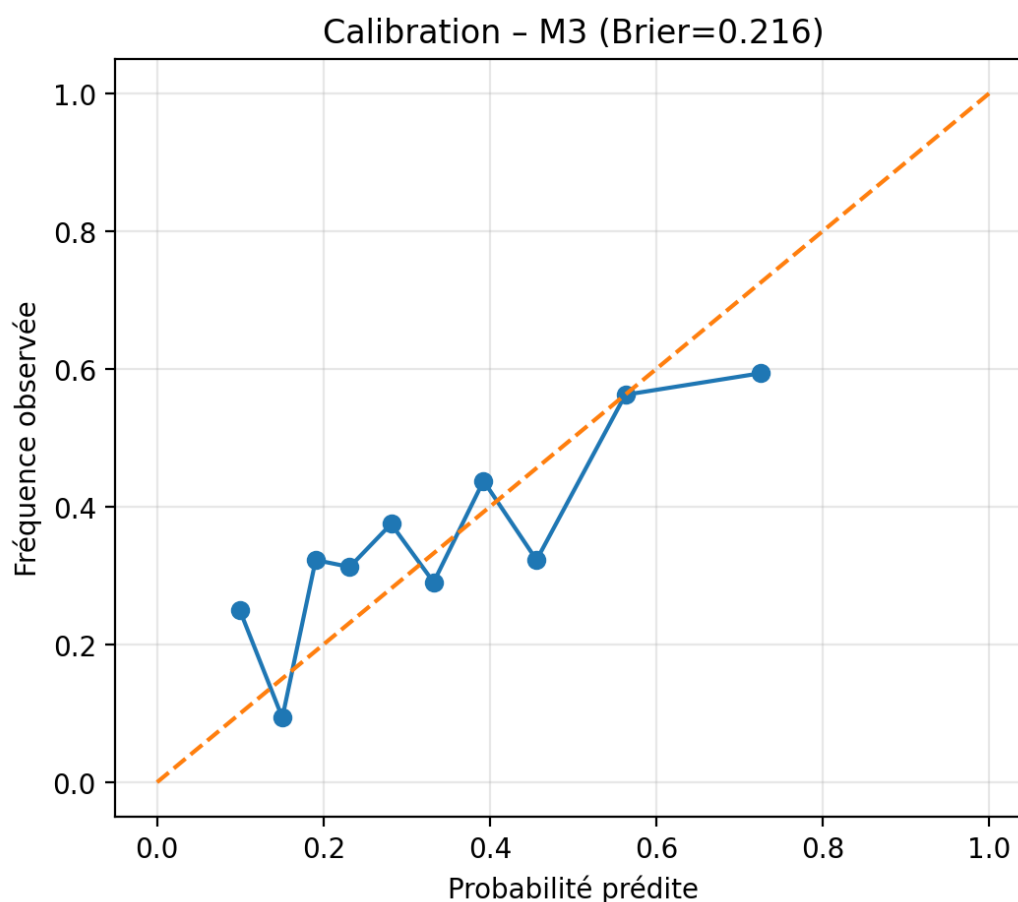


Figure 7. Calibration (M3)



5. Implications et conclusion

Conclusion structurée : utilité de M4 pour ciblage, rôle des indices NUM/EPAR, importance des communes ; recommandations de politique publique.

Références (APA 7)

1. Allen, F., Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., & Peria, M. S. M. (2016). The foundations of financial inclusion: Understanding ownership and use of formal accounts. *Journal of Financial Intermediation*, 27, 1–30. <https://doi.org/10.1016/j.jfi.2015.12.003>
2. Ayyagari, M., Demirgüç-Kunt, A., & Maksimovic, V. (2011). Small vs. young firms across the world: Contribution to employment, job creation, and growth. *World Bank Economic Review*, 25(2), 207–232. <https://doi.org/10.1093/wber/lhr002>
3. Banerjee, A., Karlan, D., & Zinman, J. (2015). Six randomized evaluations of microcredit: Introduction and further steps. *American Economic Journal: Applied Economics*, 7(1), 1–21. <https://doi.org/10.1257/app.20140287>
4. Beck, T., Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (2007). Finance, inequality and the poor. *Journal of Economic Growth*, 12(1), 27–49. <https://doi.org/10.1007/s10887-007-9010-6>

5. Beck, T., & Cull, R. (2014). SME finance in Africa. *Journal of African Economies*, 23(5), 583–613. <https://doi.org/10.1093/jae/eju016>
6. Bruhn, M., & Love, I. (2014). The real impact of improved access to finance: Evidence from Mexico. *Journal of Finance*, 69(3), 1347–1376. <https://doi.org/10.1111/jofi.12091>
7. Cull, R., Demirgüç-Kunt, A., & Morduch, J. (2009). Microfinance meets the market. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 167–192. <https://doi.org/10.1257/jep.23.1.167>
8. Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., & Ansar, S. (2018). The Global Findex database 2017: Measuring financial inclusion and the fintech revolution. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1259-0>
9. Dupas, P., & Robinson, J. (2013). Savings constraints and microenterprise development. *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(1), 163–192.
10. Honohan, P. (2008). Cross-country variation in household access to financial services. *Journal of Banking & Finance*, 32(11), 2493–2500.
11. IMF. (2019). Financial access survey 2019. International Monetary Fund.
12. Levine, R. (2005). Finance and growth: Theory and evidence. In P. Aghion & S. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth* (Vol. 1A, pp. 865–934). Elsevier.
13. Morduch, J. (2010). *The economics of microfinance* (2nd ed.). MIT Press.
14. World Bank. (2020). Financial inclusion and development: Recent trends and policy priorities. World Bank.