

Les signaux mathématiques qui annoncent une crise financière

Économétrie, indicateurs avancés et early warning systems

Pinel Baudelaire T. DAHOUI

Data Scientist & IA | Ingénieur en Travaux Statistiques
Master Statistiques Appliquées aux Sciences du Vivant
tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12

CIPMA-CHAIRE UNESCO | Bénin

Lundi 17 Mars 2025

Série LinkedIn STEM au Quotidien — Jour 15/40

Plan de la présentation

- 1 Mise en contexte
- 2 Concepts clés
- 3 Développement mathématique
- 4 Cas pratique
- 5 Conclusion
- 6 Références

Les crises financières : récurrentes et coûteuses

Chiffre clé

La crise financière de 2008 a détruit **9 400 milliards de dollars** de richesse mondiale (FMI, 2009) — soit l'équivalent du PIB des États-Unis de l'époque. Pourtant, des modèles économétriques avaient émis des signaux d'alerte précoces dès 2006.

- Le FMI recense **147 crises bancaires** entre 1970 et 2011 dans le monde (Laeven & Valencia, 2012).
- L'économiste Nouriel Roubini avait prévu la crise de 2008 en 2006, en s'appuyant sur des indicateurs d'endettement et de valorisation immobilière — lui valant le surnom de « Dr Doom ».
- En Afrique, la crise de la dette des années 1980 a plongé de nombreux pays dans des décennies de récession, dont le Bénin (BAD, 2020).

Question centrale

Peut-on détecter mathématiquement les signaux précurseurs d'une crise financière avant qu'elle ne se déclare ?

Indicateurs avancés des crises bancaires

Variables macrofinancières prédictives identifiées dans la littérature :

Indicateur	Seuil d'alerte	Source
Crédit privé / PIB (gap)	$> +10$ pts	BRI (Borio & Lowe, 2002)
Prix immobiliers (croissance)	$> +15\%/an$	FMI, 2011
Spread interbancaire (TED)	> 1 pp	Fed Reserve
Levier bancaire (ratio D/E)	$> 30\times$	Lehman 2008
Ratio prêts non-performants	$> 10\%$	BM, 2023
Croissance M2 (excès liquidité)	$> +15\%/an$	Kaminsky, 1999

Approche signal (Kaminsky & Reinhart, 1999)

Un signal d'alerte est émis quand un indicateur dépasse un seuil θ^* optimisé pour maximiser le ratio signal/bruit : $NSR = P(\text{crise}|\text{signal})/P(\text{signal}|\text{pas de crise})$.

Modèle Logit/Probit pour la prédiction de crise

Variable cible binaire : $y_t = 1$ si crise bancaire dans les h prochains mois (typiquement $h = 12$ à 24).

Modèle Logit :

$$P(y_t = 1 \mid \mathbf{x}_t) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta^T \mathbf{x}_t)}}$$

Modèle Probit :

$$P(y_t = 1 \mid \mathbf{x}_t) = \Phi(\alpha + \beta^T \mathbf{x}_t)$$

où Φ est la fonction de répartition de la loi normale standard.

Évaluation par AUC-ROC et AUROC partielle :

$$\text{AUROC} = P(\hat{p}_{\text{crise}} > \hat{p}_{\text{pas crise}})$$

Un AUROC > 0.75 est considéré comme satisfaisant en prédiction de crise (Holopainen & Sarlin, 2017).

ARCH(q) (Engle, 1982) :

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

GARCH(p, q) (Bollerslev, 1986) :

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

Conditions de stationnarité : $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$, $\sum(\alpha_i + \beta_j) < 1$.

Application

La volatilité conditionnelle σ_t^2 s'emballe avant les crises — c'est un signal d'alerte fiable. La crise de 2008 a vu le VIX (indice de volatilité) passer de 10 à 89 en quelques semaines.

Système d'alerte précoce — BRI (Borio & Lowe, 2002)

L'étude fondatrice

Borio & Lowe (2002) de la Banque des Règlements Internationaux ont montré que la combinaison du **gap crédit/PIB** et de la **croissance des prix d'actifs** permettait de prédire les crises bancaires avec une **performance AUROC de 0.80** sur 28 pays, 1 à 3 ans avant la crise.

Signal d'alerte composite :

$$\text{Alerte}_t = \mathbf{1} [\text{Gap_crédit}_t > 10] \cap \mathbf{1} [\Delta \text{Prix_actifs}_t > 15\%]$$

Performance sur la crise de 2008 :

Indicateur	Valeur en 2006 (USA)
Gap crédit/PIB	+18 points (seuil : 10)
Croissance prix immobiliers	+12%/an
Levier Lehman Brothers	30× (seuil : danger)
Spread TED	Montée progressive 2007

Synthèse

Les modèles économétriques et les indicateurs macrofinanciers permettent de détecter des vulnérabilités systémiques avant les crises. Ces outils sont aujourd'hui intégrés dans les systèmes de surveillance des banques centrales et du FMI — mais la prédiction parfaite reste hors d'atteinte, car les crises évoluent et s'adaptent.

Perspectives :

- Machine learning pour détecter des patterns de crises non-linéaires (Random Forest, XGBoost)
- NLP pour l'analyse de sentiment dans les rapports de banques centrales
- Surveillance des risques systémiques en temps réel grâce aux données de marché à haute fréquence
- Application aux économies africaines : indicateurs adaptés aux dettes en devises étrangères

« Les crises financières ne tombent pas du ciel. Elles s'accumulent dans les données — et les mathématiques peuvent les y lire. »

Références bibliographiques

-  Borio, C., & Lowe, P. (2002). *Assessing the risk of banking crises*. BIS Quarterly Review, December 2002.
-  Kaminsky, G., Lizondo, S., & Reinhart, C. M. (1998). Leading indicators of currency crises. *IMF Staff Papers*, 45(1), 1–48.
-  Laeven, L., & Valencia, F. (2012). *Systemic Banking Crises Database : An Update*. IMF Working Paper WP/12/163.
-  Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007.
-  Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
-  Holopainen, M., & Sarlin, P. (2017). Toward robust early-warning models : A horse race, ensembles and model uncertainty. *Quantitative Finance*, 17(12), 1933–1963.

Merci pour votre attention

Pinel Baudelaire T. DAHOUI

Data Scientist & IA | CIPMA-CHAIRE UNESCO, Bénin

`tpineldahoui@gmail.com | github.com/Baudelaire12`

LinkedIn : @Pinel Baudelaire DAHOUI

Série STEM au Quotidien — 40 jours pour comprendre le monde par les données