



Introduction au risque pays et aux mesures de risque sur les économies émergentes

Master Monnaie, Banque, Finance, Assurance





Plan du cours

1. Introduction et concepts (cours 1)

- Présentation de TAC ECONOMICS
- Parcours universitaire et professionnel
- Définition(s) du risque pays

2. Focus sur le risque de change (cours 1)

- Crises de change et mesures
- Application: datation des crises de change et première mesure de la contagion

3. Analyse du risque pays (cours 2)

- La méthode RiskMonitor
- Vue globale et perspectives 2025
- Application: construction d'un polygone de risques



Introduction et concepts





Parcours scolaire et professionnel



Parcours scolaire et professionnel (1)

- Licence 1 Géographie-Aménagement-Environnement, Université Rennes 2 (2015-2016)
- Licence Economie-Gestion parcours Banque-Finance, Université Rennes 1 (2016-2019)
- Master Monnaie, Banque, Finance, Assurance parcours Ingénierie Economique et Financière (2019-2021)
 - Stage master 1: Analyste quantitatif chez **TAC Economics**
 - Mémoire de master 1: Politique monétaire non-conventionnelle et inégalités
 - Options master 2: Macroéconomie et data science
 - Alternance master 2: Chargée d'études au pôle conjoncture de la **Banque de France**, Rennes



Parcours scolaire et professionnel (2)

- Thèse CIFRE (2022-2025)
 - Sujet: Etude des fluctuations de taux de change et mise en place d'un système d'alerte des crises de change (EWS) à l'aide de modèles de deep learning
- Analyste quantitatif chez **TAC Economics** (depuis 2022)
 - Suivi quotidien de l'activité économique des Etats-Unis, Zone Euro, Japon et de la Corée du Sud. Rédaction des notes hebdomadaires, mensuelles et trimestrielles sur les économies développées et trimestrielles sur les émergents.
 - Construction des projections de taux de change et rédaction des notes économiques associées.
 - Mise en place et mise à jour mensuelle et/ou trimestrielle des modèles de PIB, inflation, taux d'intérêt (directeur et 10 ans) et taux de change pour a minima les 4 DEVs et les 10 EMs.
 - Recherche quant
 - Demandes clients et études: Construction d'outil de stress-test climatique, score FX-ESG, outil d'analyse du ton de la Banque Centrale...



Présentation de TAC Economics





Présentation de TAC Economics

1. Risque pays sur les marchés émergents

- RiskMonitor: outil interne, ratings, signaux de crise, plus de 100 pays à travers le monde sur tous les continents (Amérique latine , Europe centrale et orientale, Asie, Afrique)
- Développement d'outils de mesure du risque pays pour les industriels et les banques

2. Economies matures / Matières premières

- Conjoncture (croissance, inflation, change, soutenabilité fiscale...)
- Veille matières premières (pétrole, CRB, gaz, charbon)

3. Conseil stratégique aux entreprises

- Etudes stratégiques (potentiel, analyse sectorielle, top-down, long-terme)

Méthode de travail (1)

1. Données

- Identification des sources
- Récupération des données
- Constitution des bases de données
- Traitement des données (gestion des données manquantes, fréquence...)
- Vérification

Etape cruciale de toute analyse quantitative

2. Techniques quantitatives

- Econométrie: séries temporelles, panels, modèles de volatilité, logit/probit, modèles à correction d'erreur, modèles à changement de régime, global VAR, etc.
- Classification / Méthodes avancées / Data Mining
 - Analyse en composantes principales, analyse linéaire discriminante...
 - Support vector machines, recursive partitioning, random forest
 - Réseaux de neurones,
 - Text mining
- IA générative (collaboration avec Gwenlake)

3. Recherche

- Fondements théoriques
- Participation conférences (académiques et professionnelles)
- Publications

4. Informatique

- Gestion de base de données
- Construction de loaders
- Gestion d'interfaces WEB



Définition du risque pays

Risque pays: définition (1)

- **Emergence, développement**, un concept à plusieurs étages
 - **Mécanismes économiques du développement** : investissement, épargne, démographie, formation et qualification, intégration internationale...
 - **Mécanismes sociaux et politiques du développement** : démocratie « encadrée », répartition des revenus, aspects culturels, gouvernance, corruption...
- **Crises et rupture** : symptômes du risque pays?
 - Ajustement, rupture, crise ? Une question d'intensité et d'ampleur
 - Risque et pays: éléments endogènes et chocs exogènes
 - Durée
 - Hommes, marchés, entreprises

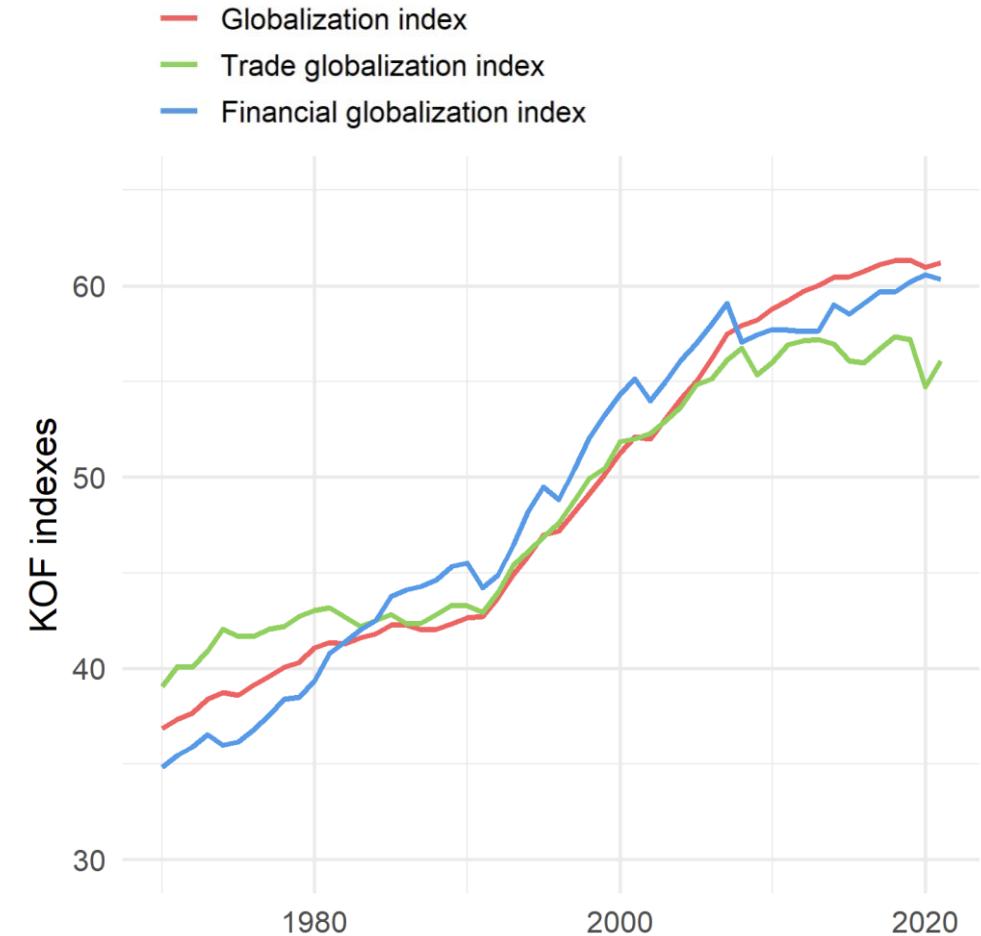
Risque pays: définition (2)

- Jusqu'à la fin des années 80, deux grands domaines du risque pays:
 - **Risque politique** (confiscation, nationalisation...)
 - **Risque de transfert** (décision souveraine)
- Depuis les années 90:
 - Risque politique et de transfert (« Décision du Prince »)
 - **Chocs macroéconomiques ou financiers** affectant le fonctionnement “normal” du pays:
 - Crise de change
 - Effondrement conjoncturel de l'activité
 - Crise bancaire systémique
 - Dégradation brutale des marchés financiers

Risque pays: définition (3)

- Aujourd'hui la notion de risque pays doit intégrer:
 - Des environnements économiques et financiers plus **instables** et heurtés (intégrations internationales, transformations géopolitiques, volatilité financière)
 - Une forte **imbrication** entre risque économique et risque politique (contenu économique des crises politiques, gouvernance, corruption...)
 - Une **complexification** des mécanismes (produits financiers complexes et opaques, contrepartie)

=> Le risque pays englobe donc **l'ensemble des éléments « macro »** (économiques et politiques) qui sont de nature à **perturber / affecter** le déroulement normal d'un projet: contexte, horizon et nature.



Source: Institut KOF.

Risque pays: définition (4)

- Quel que soit l'outil méthodologique, l'analyse économique indique des facteurs incontournables...
 - Croissance, équilibres extérieurs, endettement
 - Politique économique, politique monétaire, taux de change
 - Système bancaire, marchés financiers
- ... et des facteurs plus difficiles à mesurer
 - Gouvernance
 - Régime politique, situation sociale, tensions
 - Géostratégie, soutien international
 - Contagion, mécanismes auto-renforçants

Risque pays: définition (5)

- Les crises économiques et financières se caractérisent le plus souvent par:
 - Des ruptures sur les taux de change
 - Des tensions avec les apporteurs de capitaux externes
 - Un ralentissement marqué de la croissance
- Conséquences sociales majeures et impact sur la trajectoire de développement
 - Niveau de vie, degré de pauvreté
 - Pression salariale et sociale, réaction de survie des agents économiques
 - Conséquences budgétaires très lourdes
 - Augmentation de la dette
 - Baisse des recettes fiscales due au ralentissement de l'activité
 - Chute des importations, baisse des recettes douanières



Focus sur le risque de change





Taux de change: définition

Taux de change: définitions (1)

- **Taux de change = prix d'une monnaie exprimé en termes d'une autre.**
- **Taux de change bilatéral entre deux monnaies A et B:**

$1A = sB$ Cotation au certain

Monnaie de base

Monnaie de cotation

→ Il faut « s » unités de monnaie B pour acquérir une unité de monnaie A.

$1B = eA$ Cotation à l'incertain

→ Il faut « e » unités de monnaie A pour acquérir une unité de monnaie B.

$$e = 1/s$$

En règle générale, la devise du pays le plus fort économiquement sert de monnaie de base.

Taux de change: définitions (2)

- **Taux de change réel:** taux de change une fois l'impact des prix effacé. Il mesure le pouvoir d'achat relatif de deux monnaies et est un meilleur indicateur de compétitivité des économies que le taux de change nominal.

$$Q_t = (e_t \times P_t^*) / P_t \quad \text{ou} \quad G_t = (s_t \times P_t) / P_t^* \quad \text{avec } Q_t = 1 / G_t$$

Indice des prix de l'économie domestique en t (devise de base)

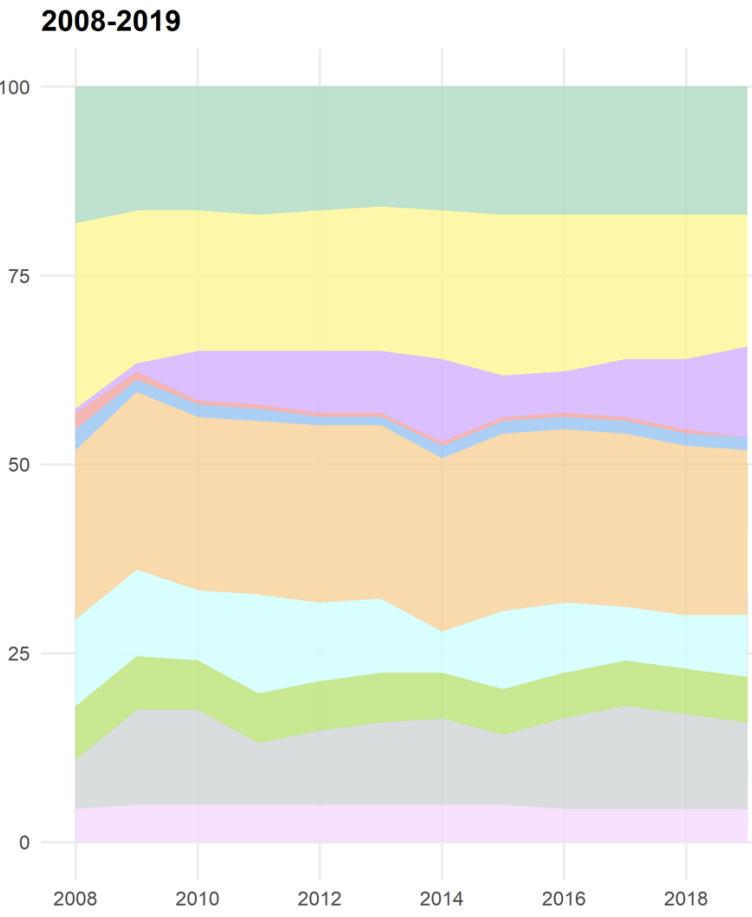
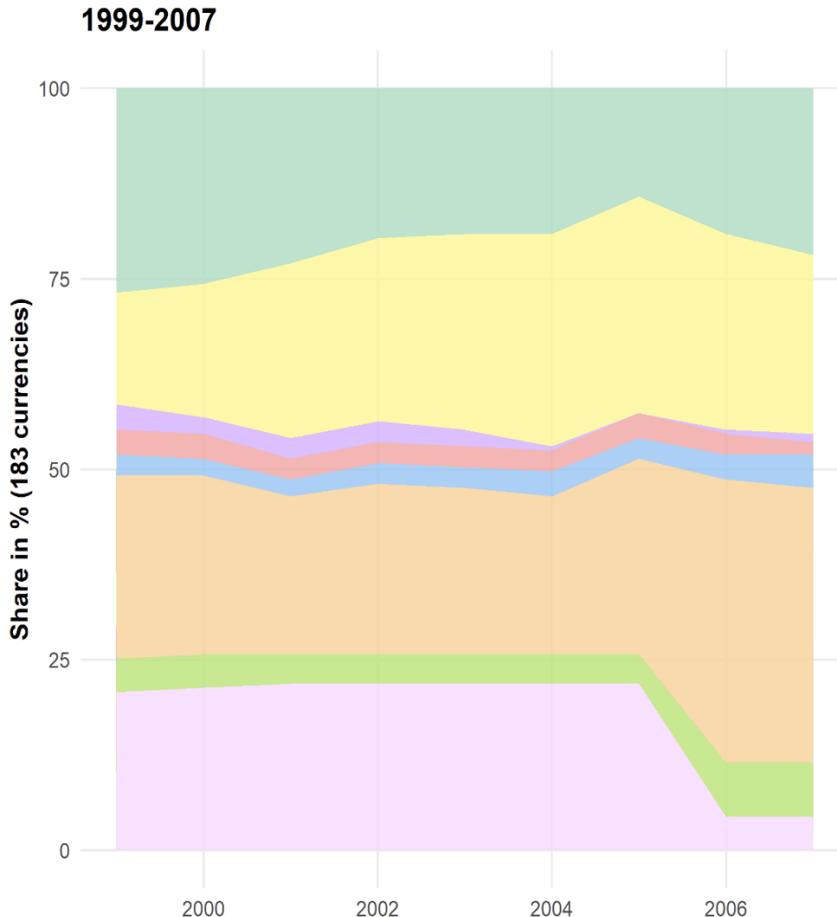
Indice des prix de l'économie étrangère en t (devise de cotation)

- Q_t augmente soit par:
 - Une dépréciation du taux de change nominal ($\nearrow e_t$, cotation à l'incertain)
 - Une augmentation des prix étrangers ($\nearrow P_t^*$)
 - Une baisse des prix domestiques ($\searrow P_t$)
- => Augmentation de la compétitivité de l'économie domestique**

Taux de change: définitions (3)

- **Taux de change fixe:** la valeur d'une monnaie nationale est fixée par rapport à une autre monnaie ou à un panier de monnaies par le gouvernement ou les autorités monétaires.
 - On parle de **dévaluation** quand une monnaie perd de la valeur par rapport à une autre.
 - On parle de **réévaluation** quand une monnaie gagne de la valeur par rapport à une autre.
- **Taux de change flottant/flexible:** le taux de change est déterminé entièrement par les marchés (offre/demande) sans aucune intervention gouvernementale.
 - On parle de **dépréciation** quand une monnaie perd de la valeur par rapport à une autre.
 - On parle **d'appréciation** quand une monnaie gagne de la valeur par rapport à une autre.
- **Régimes intermédiaires:** les autorités monétaires interviennent périodiquement sur le marché des changes pour influencer la valeur de la monnaie sans laisser un flot totalement libre (bandes de fluctuations, flottement dirigé, panier de devises...)

Taux de change: définitions (4)



1999-2007

IMF EXR arrangement categories

- Independently floating
- Managed floating with no pre-determined path for the exchange rate
- Crawling band
- Pegged exchange rate within horizontal bands
- Crawling peg
- Conventional pegged arrangement
- Currency board arrangement
- Exchange arrangement with no separate legal tender

2008-2019

IMF EXR arrangement categories

- Free floating
- Floating
- Crawl like arrangement
- Pegged exchange rate within horizontal bands
- Crawling peg
- Conventional peg
- Other managed arrangement
- Currency board
- Stabilized arrangement
- No separate legal tender



Détermination des taux de change

Taux de change: détermination (1)

- **Parité des pouvoirs d'achat (PPA absolue)**: exprimés dans une même monnaie, les niveaux de prix sont identiques dans les deux pays.

$$G_t = (S_t \times P_t) / P_t^* = 1 \Rightarrow S_t^{PPA} = P_t^* / P_t$$

Taux de change nominal au certain qui assure la PPA

- La PPA guide l'évolution tendancielle des parités. Toutefois en pratique, les niveaux de prix dans 2 économies, même exprimés dans la même monnaie, peuvent être considérablement différents:
 - Existence d'entraves à la libre circulation des biens (quotas, taxes...)
 - Existence de bien non-échangeables (ex: la main d'œuvre est incluse dans le calcul de l'indice des prix alors qu'elle est non échangeable)
 - Les biens ne sont pas homogènes d'une économie à une autre
- La PPA joue un rôle de rappel à long terme:
 - Si $S_t > S_t^{PPA} \Rightarrow$ sur-évaluation de la monnaie domestique
 - Si $S_t < S_t^{PPA} \Rightarrow$ sous-évaluation de la monnaie domestique

Taux de change: détermination (2)

- **Parité des taux d'intérêt (PTI non couverte):** sous l'effet d'intégration des marchés internationaux, les rendements anticipés sur les placements libellés dans des monnaies différentes doivent s'égaliser. La PTI NC est une condition d'absence d'arbitrage sur les marchés financiers. Elle repose sur les hypothèses de parfaite mobilité des capitaux et de parfaite substituabilité des actifs (absence de prime de risque).

$$(1 + it) = (1 + it^*) \times (st / St+h^a)$$

Taux d'intérêt domestique

Taux d'intérêt étranger

Taux de change nominal au certain, anticipé en t+h (source d'incertitude)

- En pratique il est difficile de prévoir le taux de change $St+h^a$
- Dans le futur, le taux de change st supposé correspondre à un équilibre macro (ex: PPA) donc:
 - Si $it > it^*$ => entrée de capitaux => ↑ demande de monnaie nationale => appréciation ($\uparrow st$)
 - Si $it < it^*$ => sortie de capitaux => ↑ demande de monnaie étrangère => dépréciation ($\downarrow st$)

Taux de change: détermination (3)

S_t s'ajuste en fonction des nouvelles qui modifient S_{t+1}^a

- **A court terme:**

$$S_t = S_{t+1}^a + i_t - i_t^* \text{ (PTI)}$$

- **A moyen long-terme:**

$$S_{t+1} - S_t = \Pi_t^* - \Pi_t \quad (\text{PPA relative})$$

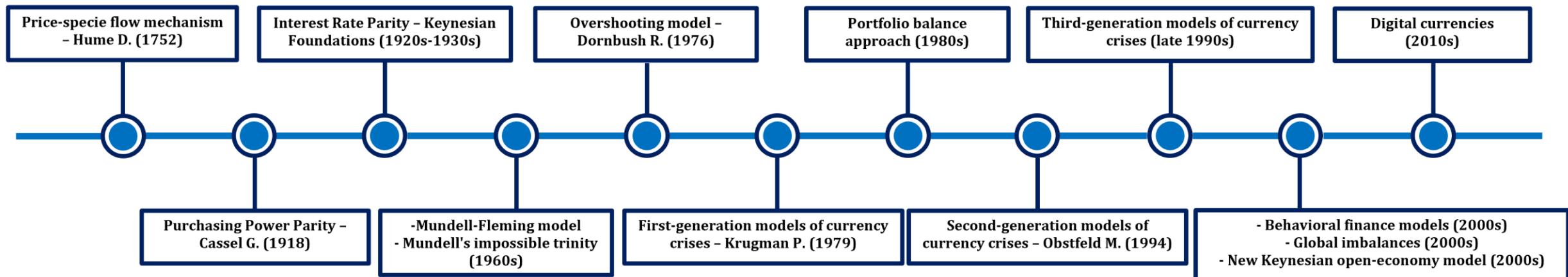
Taux d'inflation domestique

Taux d'inflation étranger

- **Le taux de change courant est influencé par le taux d'intérêt domestique, le taux d'intérêt étranger, le taux de change futur anticipé, le niveau de prix relatifs, les barrières tarifaires, la demande de biens et services, la productivité, les news , le sentiment global (perception du risque), le prix des commodités...**

Taux de change: détermination (4)

- Au-delà de la PPA et la PTI, la littérature sur les taux de change permet de dresser une liste plus fine de déterminants des fluctuations de taux de change et des modèles théoriques associés:



Source: Gautier V. (2025).

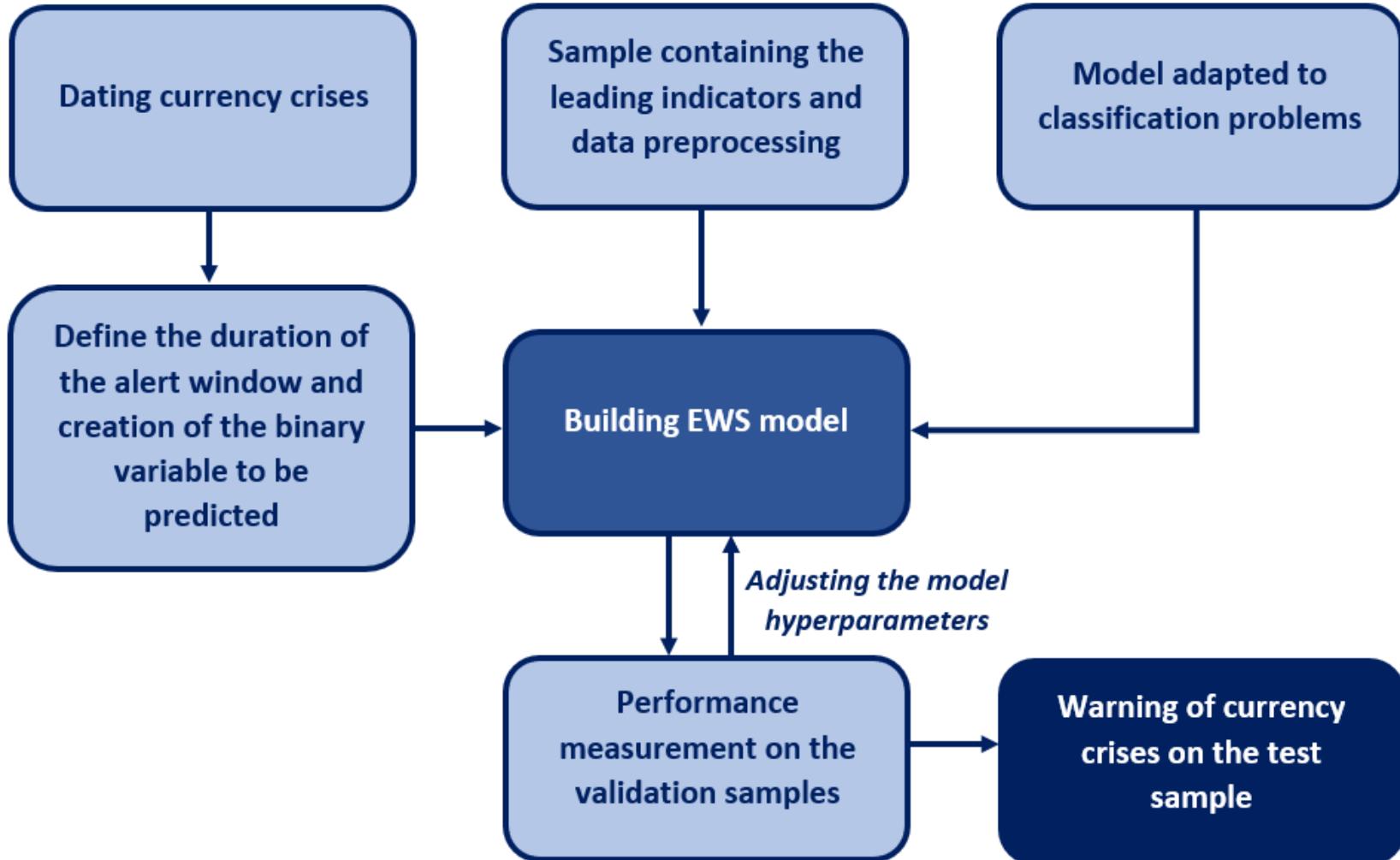


Crises de change et EWS

Crises de change: définitions

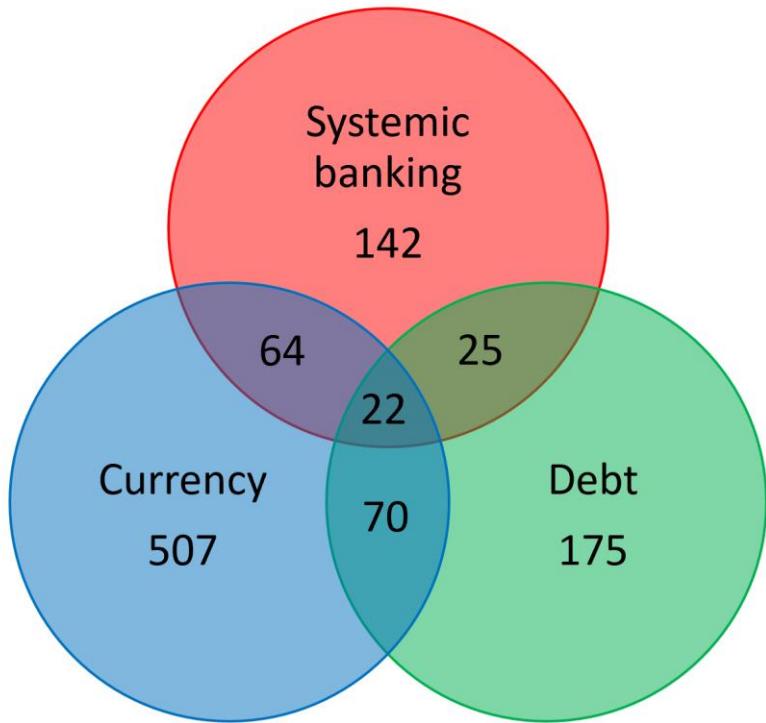
- **Crise de change:** Perte subite et massive de la valeur d'une monnaie par rapport à une autre. Les conséquences sont nombreuses et peuvent affecter à la fois la sphère financière et la sphère réelle (perte de crédibilité de la banque centrale, insoutenabilité de la dette, manque de capitaux, inflation importée, faillites et pertes de PIB). **Un des piliers du risque pays.**
- **Early Warning System (EWS ou système d'alerte précoce):** mécanisme mis en place pour détecter et signaler les signes avant-coureurs de situations critiques, de risques ou de menaces potentielles avant qu'elles ne se développent pleinement. Ces systèmes sont conçus pour fournir des avertissements suffisamment avancés pour permettre aux décideurs, aux responsables de la gestion des risques ou à d'autres parties prenantes d'adopter des mesures préventives et atténuer les impacts négatifs associés.
- Dans le cas des crises de change, il peut s'agir d'un modèle (régression, machine ou deep learning) chargé d'envoyer un signal d'alerte h périodes avant le début de la crise.
- Une fenêtre d'alerte de 2 ans avant la crise est généralement retenue dans la littérature associée.

Crises de change: Early Warning System

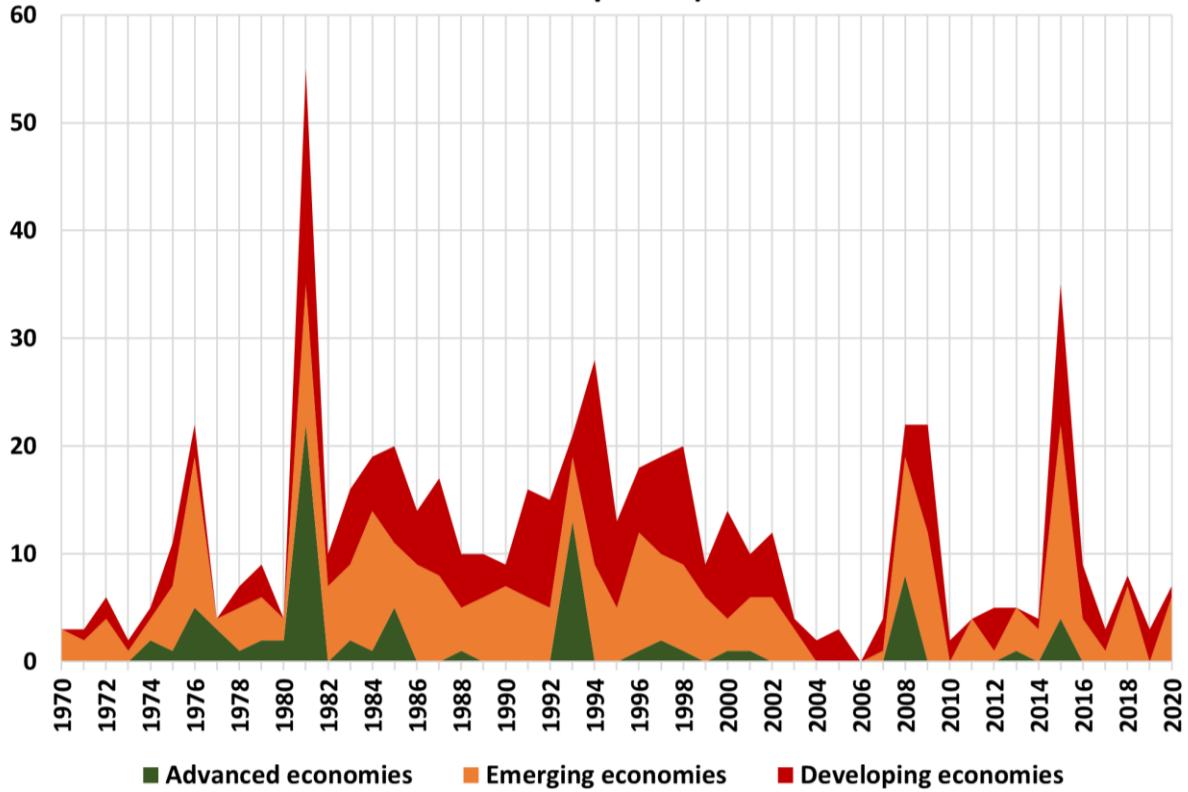


Crises de change: visualisation

Twin and triple crises (in the same year or one year apart)



Cumulative currency crises per year (by level of development)



- Source: https://github.com/vgautier1/financial_crises

Source: Gautier V. (2022).

- Les crises de change sont les crises financières les plus récurrentes et touchent en majeure partie les économies émergentes et en développement.

*Les échantillons peuvent varier entre les 2 graphs.

Crises de change: critères d'identification (1)

- Différents critères ont été proposés dans la littérature pour définir et identifier les périodes de crises. Il existe deux types de critères pour dater rétrospectivement les crises de change:
 - ceux basés uniquement sur la perte de valeur de la monnaie
 - ceux qui intègrent des mécanismes de défense contre les pressions à la dépréciation (taux d'intérêt et réserves de change).
- **Critère de Frankel et Rose (1996):** Une crise de change est avérée lorsque la dépréciation nominale atteint 25 % ou plus, et que ce taux de dépréciation est supérieur de 10 points de pourcentage au taux de dépréciation observé l'année précédente. Sur taux de change mensuel:

$$\gamma_t = (e_t / e_{t-12}) - 1$$

$$\eta_t = \gamma_{t-12} - \gamma_t$$

Crise de change si $\gamma_t \geq 25\%$ et $\eta_t \geq 10\%$

Crises de change: critères d'identification (2)

- **Exchange Market Pressure Index (Sachs, Tornell et Velasco, 1996)**: une crise de change est toujours identifiée par une perte massive et subite de la valeur d'une monnaie mais également par la mise en place de mécanisme défense contre la dépréciation, afin d'intégrer les attaques spéculatives qui ont échoué.

$$\text{EMP}_t = \mathbf{w_1} \times \Delta e_t / e_{t-1} - \mathbf{w_2} \times \Delta R_t / R_{t-1} + \mathbf{w_3} \times \Delta i_t$$

Poids associés aux 3 composantes, généralement tels que les variances conditionnelles de chaque composante sont égales

Réserves de changes

- Une crise de change survient lorsque l'EMP est supérieur de 1 à 3 écarts-type au-dessus de sa moyenne selon les auteurs. Le seuil de 3 écarts-type permet de n'intégrer que les crises les plus sévères.
- Critère très utilisé dans la littérature mais plus subjectif que celui de Frankel et Rose car nécessite de définir des poids pour les composantes et un seuil critique.

Crises de change: déterminants historiques

Différents courants ou générations de modèles pour expliquer et prévoir les crises de change:

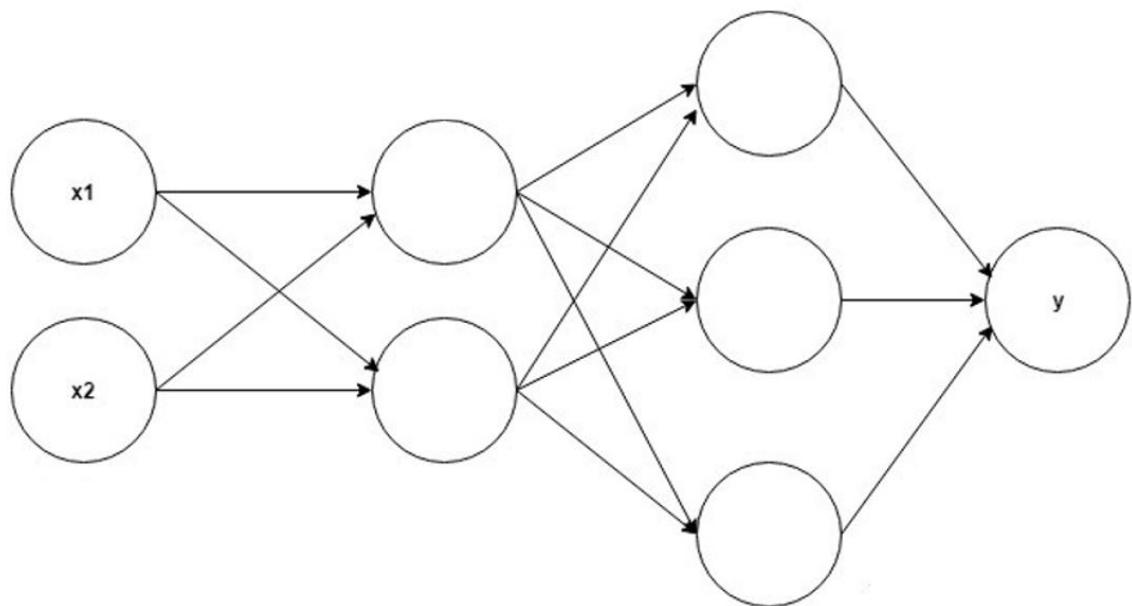
- **1^{ère} génération:** des régularités empiriques précédent les crises. D'abord observé par Krugman (épuisement des réserves internationales, hausse de l'inflation attendue, offre excédentaire de crédit intérieur et creusement du déficit budgétaire).
=> abandon des parités fixes expliqués par des fondamentaux/politiques macroéconomiques insoutenables
- **2^{ème} génération:** Flood et Garber (1984) introduisent le mécanisme de comportements spéculatifs arbitraires par la suite utilisé pour expliquer les crises de change des années 90s (crise du SME): les fondamentaux macroéconomiques ne peuvent à eux-seuls expliquer ces crises. Ces modèles intègrent la notion d'équilibres multiples, le coût associé au maintien d'une parité fixe par les autorités et la façon dont les marchés financiers perçoivent l'engagement des autorités. un taux d'intérêt élevé, une hausse du chômage, une faible croissance du PIB, un système bancaire vulnérable ou une détérioration de la situation budgétaire pourraient conduire le gouvernement à abandonner la parité.
- **=> Equilibres multiples car dépend de la perception du marché de la fermeté de l'engagement des autorités**
- **3^{ème} génération:** La crise asiatique de 1997 a attiré l'attention sur la question de l'endettement excessif en devises étrangères (« pêché originel »). L'accent est mis sur l'influence des cycles de flux de capitaux et de la vulnérabilité des systèmes bancaires à la dynamique des taux de change. Ces modèles intègrent une série d'indicateurs tels que les exportations, les excédents de la balance courante, les flux de capitaux à court terme libellés en devises étrangères, la volatilité des taux de change, les fluctuations de la valeur des actifs utilisés en garantie et les prêts non performants (NPL).

Fluctuations et crises de change: travaux en cours (1)

- **Chapitre 1:** EWS des crises de change (fenêtre d'alerte de 2 ans) à l'aide de réseaux de neurones.
 - Déterminants des trois générations de crise de change + contagion et aversion au risque.
 - Modèles: LSTM, GRU, CNN et CNN-LSTM (benchmark: régression logistique, CART, RF et SVM).
 - Narratif des crises de change 1995 à 2022.
- **Chapitre 2:** Analyse du lien entre fluctuations de taux de change et performance ESG.
 - Identification d'un lien structurel et conjoncturel entre FX et ESG
 - Construction d'un score ESG-FX
 - Analyse des contributions E, S et G par type d'économie (géographie et niveau de développement)
- **Chapitre 3:** Identification et quantification de la contagion sur le marché des changes.
 - Identification des liens de transmission entre taux de change : indicateur d'intégration commerciale et financière VS approche data drivée reposant sur la théorie des graphs.
 - Construction d'un indicateur de contagion à l'échelle du Forex utilisable comme indicateur avancé des tensions financières et de leur sévérité.
 - Evolution des contributions des grandes catégories de déterminants aux fluctuations de taux de change (2000-2023).

Crises de change: Réseaux de neurones

Réseau à propagation en avant (feedforward)



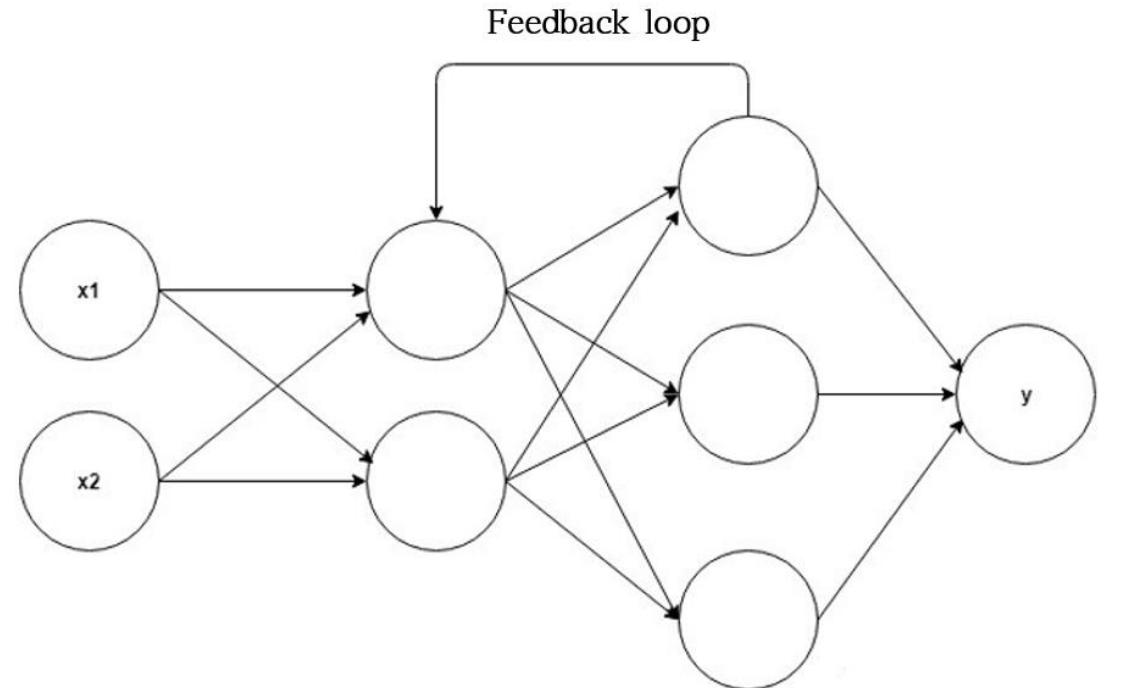
Input layer

Hidden layer 1

Hidden layer 2

Output layer

Réseau récurrent (RNN)



Input layer

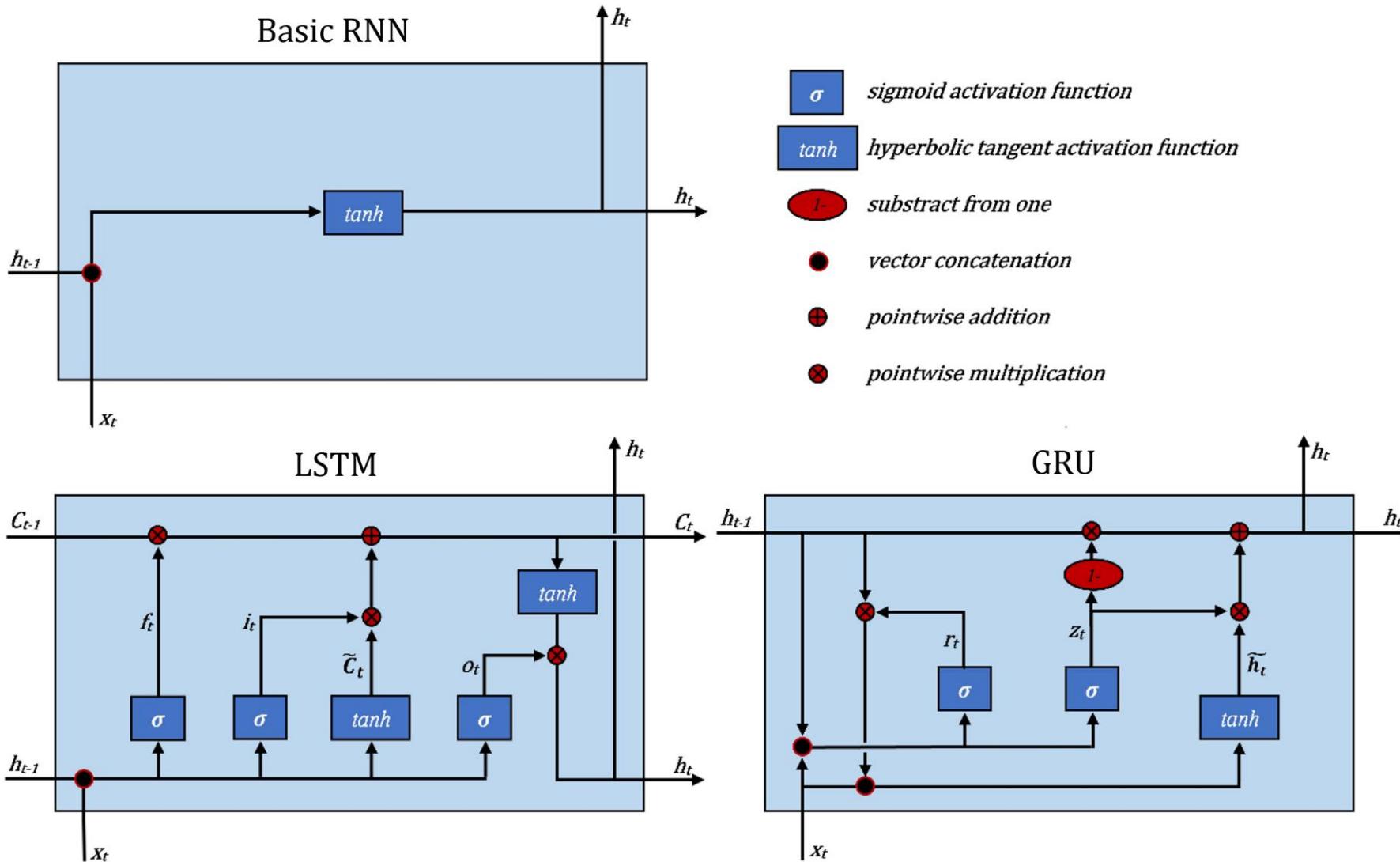
Hidden layer 1

Hidden layer 2

Output layer

Source: Gautier V. (2022).

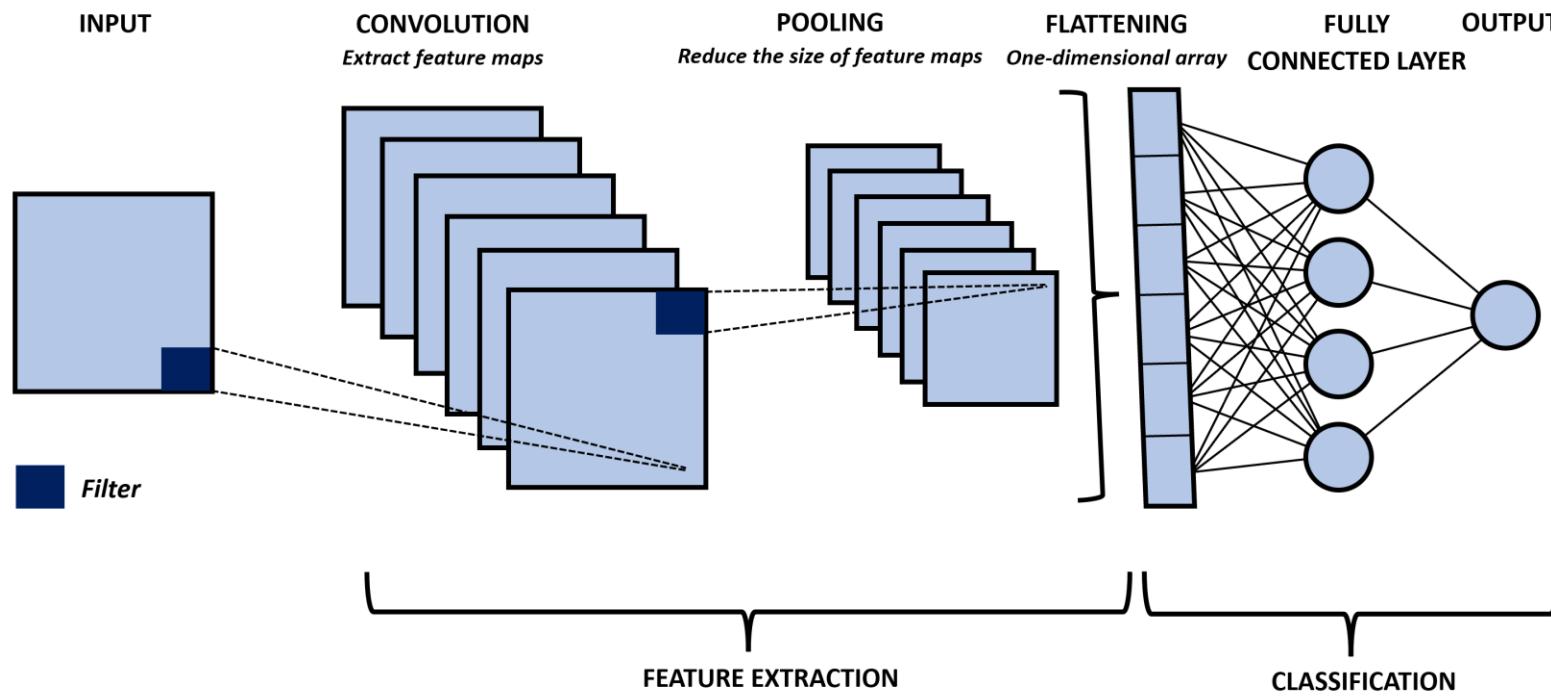
Crises de change: Chapitre 1 – LSTM et GRU



Source: Gautier V. (2022).

Crises de change: Chapitre 1 – Convolution (1)

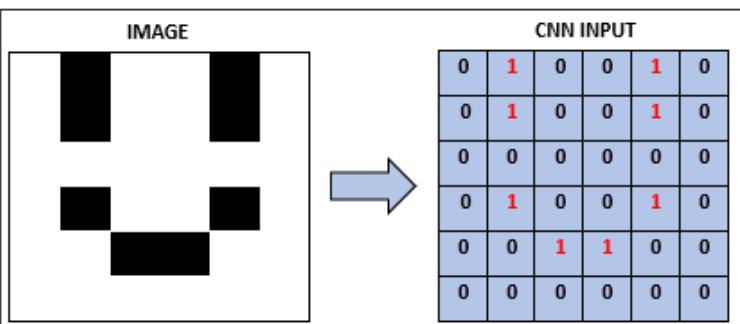
- **Chapitre 1:** EWS des crises de change (fenêtre d'alerte de 2 ans) à l'aide de réseaux de neurones.
- Réseaux à convolution (CNN) et réseaux de neurones récurrent types LSTM et GRU VS standards de la littérature (logit, arbre de classification, forêt aléatoire et SVM).



Source: Gautier V. (2022).

Crises de change: Chapitre 1 – Convolution (2)

Two-dimensional input (black and white image)



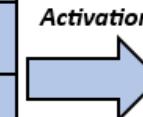
CONVOLUTION

INPUT

0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0

FEATURE MAP

C ₁	C ₂	C ₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆
C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂
C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈
C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄
C ₂₅	C ₂₆	C ₂₇	C ₂₈	C ₂₉	C ₃₀
C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄	C ₃₅	C ₃₆



FEATURE MAP AFTER ACTIVATION

A ₁	A ₂	A ₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆
A ₁₇	A ₁₈	A ₁₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
A ₁₃	A ₁₄	A ₁₅	A ₁₆	A ₁₇	A ₁₈
A ₁₉	A ₂₀	A ₂₁	A ₂₂	A ₂₃	A ₂₄
A ₂₅	A ₂₆	A ₂₇	A ₂₈	A ₂₉	A ₃₀
A ₃₁	A ₃₂	A ₃₃	A ₃₄	A ₃₅	A ₃₆

W ₁	W ₂	W ₃
W ₄	W ₅	W ₆
W ₇	W ₈	W ₉

FILTER

$$C_{15} = 1 \cdot W_1 + 0 \cdot W_2 + 0 \cdot W_3 + 0 \cdot W_4 + 0 \cdot W_5 + 0 \cdot W_6 + 1 \cdot W_7 + 0 \cdot W_8 + 0 \cdot W_9$$

POOLING

P ₁	P ₂	P ₃
P ₄	P ₅	P ₆
P ₇	P ₈	P ₉

POOLED FEATURE MAP

$$P_5 = \text{Max}\{ A_{15}; A_{16}; A_{21}; A_{22} \}$$

$$\text{or } P_5 = \text{Min}\{ A_{15}; A_{16}; A_{21}; A_{22} \}$$

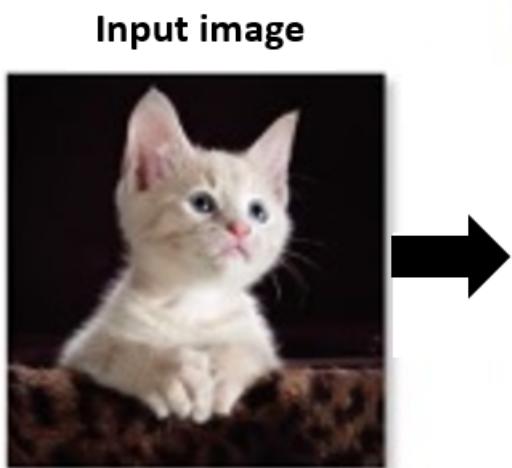
$$\text{or } P_5 = \text{Avg}\{ A_{15}; A_{16}; A_{21}; A_{22} \}$$

depending on the chosen pooling function.

Source: Gautier V. (2022).

Crises de change: Chapitre 1 – Convolution (3)

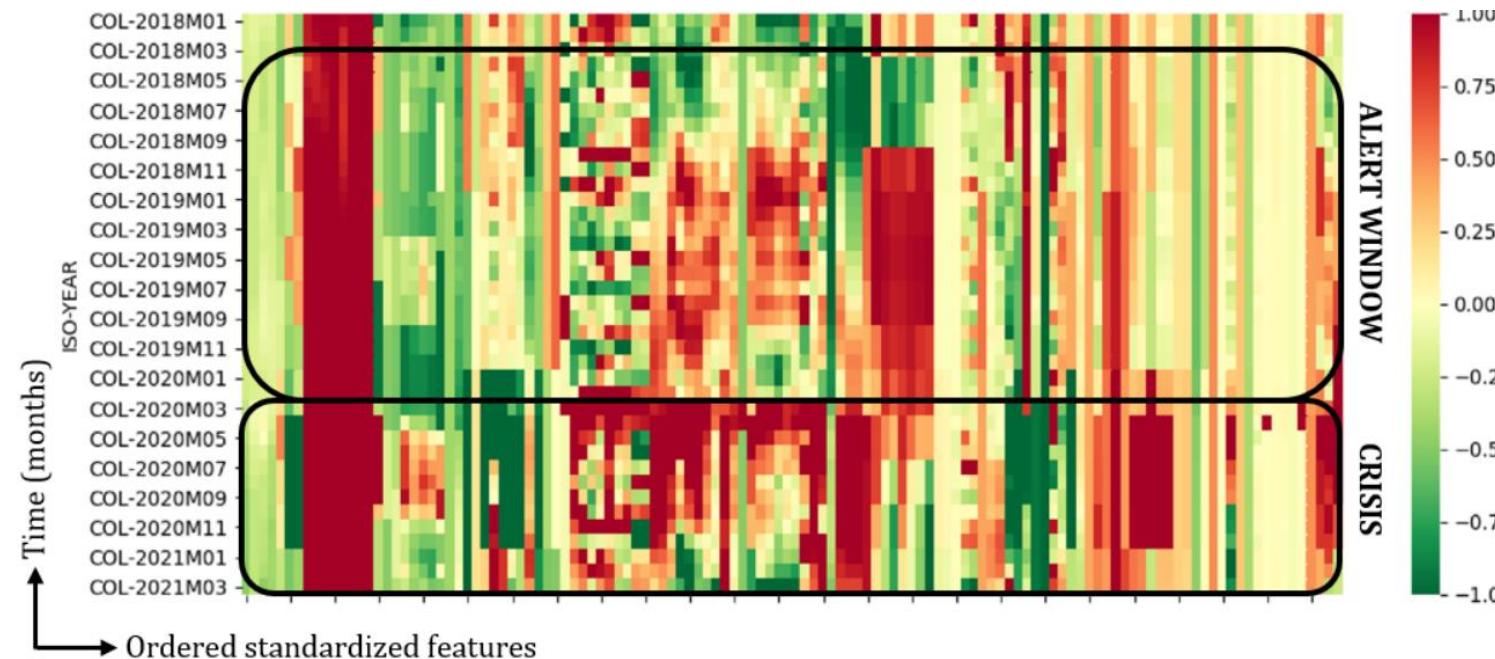
Three-dimensional input (color image)



Sum of the three feature maps
=> 2D feature map

C_1	C_2	C_3	C_{14}	C_{15}	C_{16}
C_{17}	C_{18}	C_{19}	C_{10}	C_{11}	C_{12}
C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}
C_{19}	C_{20}	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
C_{25}	C_{26}	C_{27}	C_{28}	C_{29}	C_{30}
C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}	C_{35}	C_{36}

Crises de change: Chapitre 1 – Convolution (4)

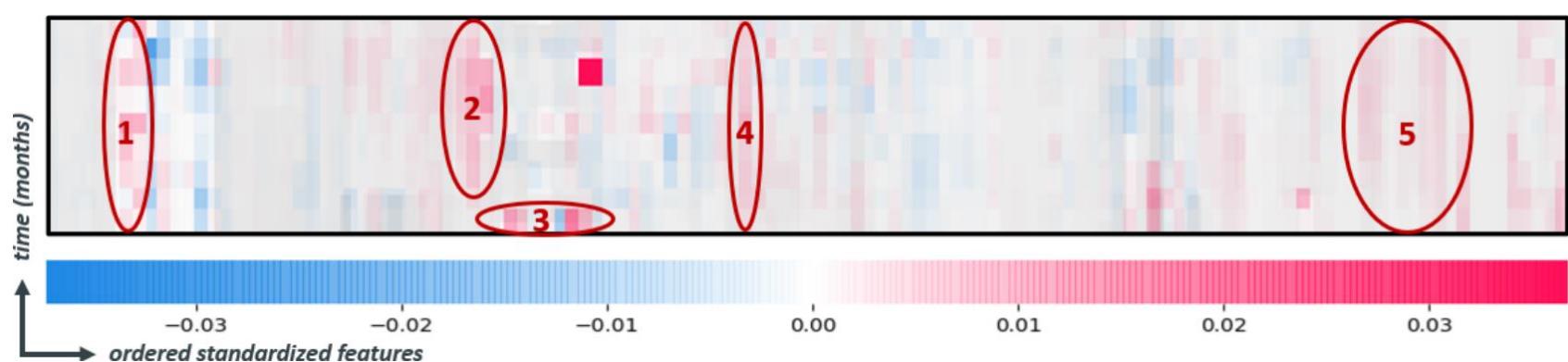


Exemple du peso colombien (USD/COP) pendant la crise covid:

- Représentation des données d'entrée du modèle à convolution.
- Dégradation des indicateurs macro-financiers en rouge.

Zones de l'images jugées pertinentes par le CNN pour envoyer un signal d'alerte:

- Les zones roses augmentent la probabilité de signal.



- (1) Recent evolution of the EXR
- (2) US foreign trade variables
- (3 and 4) global indicators related to MSCI indexes and the VIX
- (5) domestic indicators related to public debt and credit

Source: Gautier V. (2022).

Crises de change: Chapitre 1 – Performance

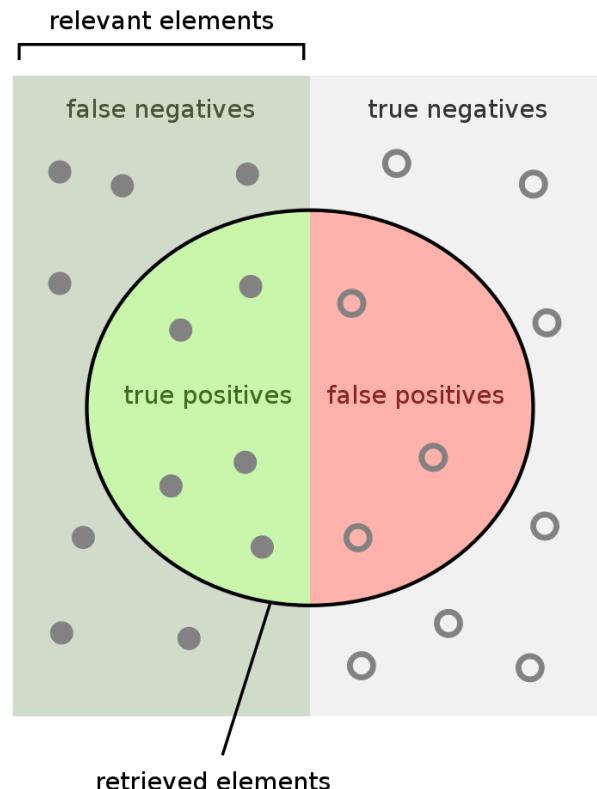
	F1	Precision	Recall	AUC	Crises detected ¹	False signals ²	Post-crisis bias ³
All variables							
Logistic regression	0.42	0.35	0.53	0.66	18	65%	1%
Decision tree	0.42	0.27	0.98	0.71	27	73%	9%
Random forest	0.52	0.43	0.68	0.74	20	57%	5%
SVM	0.45	0.45	0.45	0.67	19	55%	0%
LSTM	0.52	0.44	0.63	0.73	22	56%	6%
CNN	0.44	0.41	0.48	0.67	20	59%	1%
CNN-LSTM	0.50	0.42	0.62	0.72	20	58%	8%
Subset of variables							
Logistic regression	0.58	0.59	0.57	0.74	23	41%	17%
Decision tree	0.67	0.60	0.75	0.82	21	40%	37%
Random forest	0.68	0.69	0.67	0.80	24	31%	30%
SVM	0.60	0.47	0.85	0.82	26	53%	11%
LSTM	0.66	0.60	0.74	0.82	23	40%	23%
CNN	0.74	0.72	0.76	0.85	24	28%	48%
CNN-LSTM	0.70	0.66	0.74	0.83	24	34%	40%

¹ The test samples includes 28 currency crises to be detected. This column shows the number of crises detected by each model, that is, for which at least one alert signal was sent during the alert window.

² Percentage of emitted signals identified as false signals.

³ Percentage of false signals issued during the post-crisis period (12 months).

Source: Gautier V. (2022).



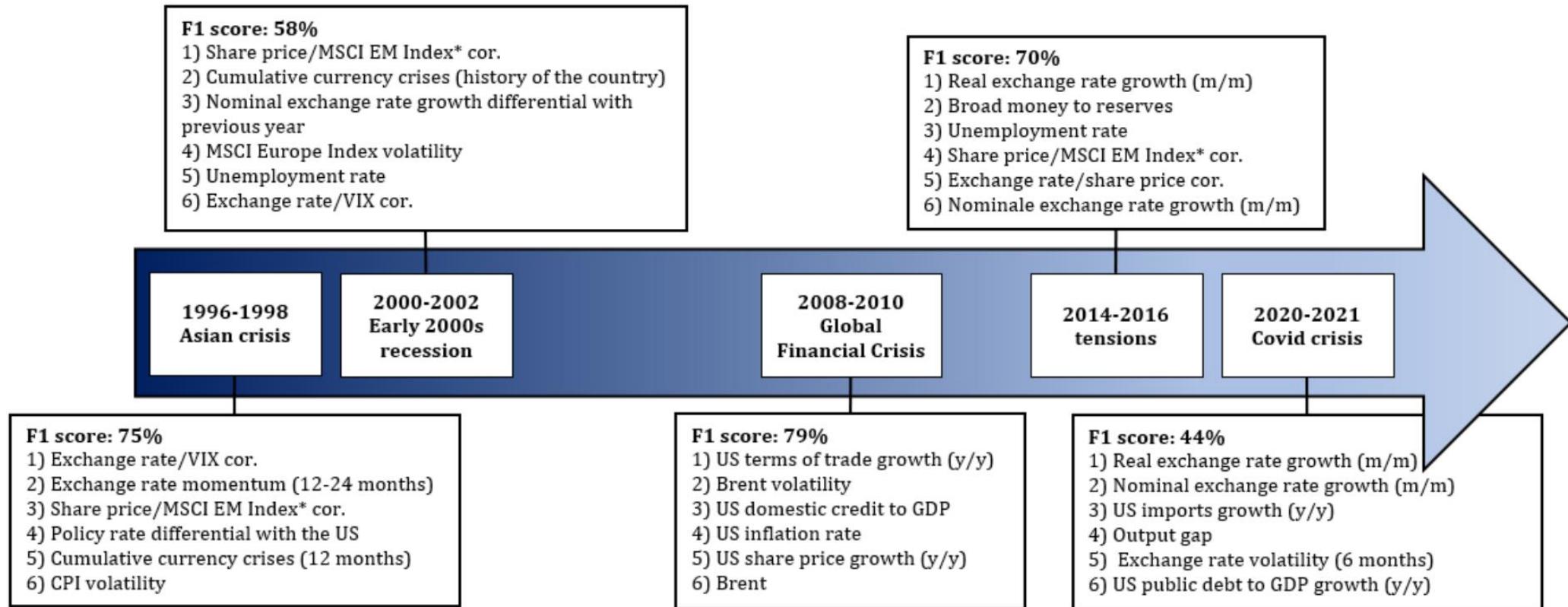
How many retrieved items are relevant?

$$\text{Precision} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Positives}}$$

How many relevant items are retrieved?

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Negatives}}$$

Crises de change: Chapitre 1 – Narratif des crises



*MSCI Emerging Markets Index

- Identifier à l'aide d'un modèle unique des facteurs déterminants différents selon les périodes de crises majeures, pour 60 pays simultanément.
- Rôle des fondamentaux (endettement élevé, offre excessive de crédit, taux de chômage élevé) et du contexte global (fondamentaux US, perception du risque et **contagion**)



Cas pratique: introduction à la contagion et détection des crises de change

Contagion et crises de change: Chapitre 2 – Définitions

Définition générale: La contagion est identifiée comme un processus général de transmission des chocs entre les pays. Ce dernier est censé fonctionner pendant les périodes calme et de crise, et la contagion est associée non seulement aux chocs négatifs, mais aussi aux effets de débordement positifs.

Définition restrictive (définition la plus controversée): La contagion est la propagation de chocs entre deux pays au-delà de ce qui devrait être attendu sur la base des fondamentaux et en tenant compte des co-mouvements déclenchés par les chocs communs. La contagion correspond à l'excès de co-mouvement une fois l'effet des fondamentaux déduit.

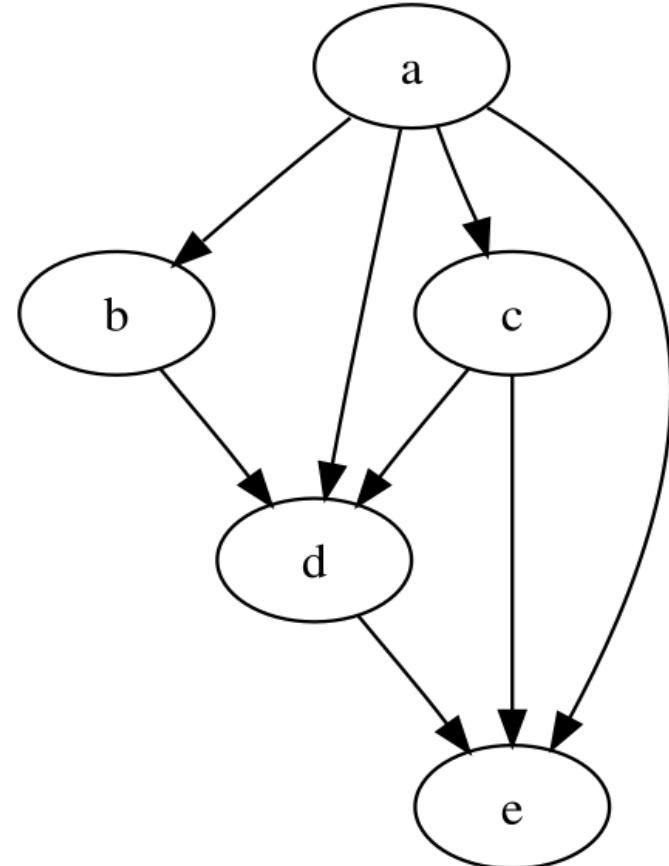
Définition très restrictive: La contagion doit être interprétée comme la modification des mécanismes de transmission qui a lieu pendant une période de turbulences. Par exemple, la contagion peut être déduite d'une augmentation significative de la corrélation entre les marchés.

Contagion et crises de change: Chapitre 2 – DAG

Directed Acyclic Graph (DAG) estimé avec l'algorithme Peter-Clark:

1. **Test d'indépendance conditionnelle** => squelette du graph.
2. **Règle des colliders** => orientation des liens principaux.
3. **Règles de cohérence** => orientation des liens restants.

Directed acyclic graph example

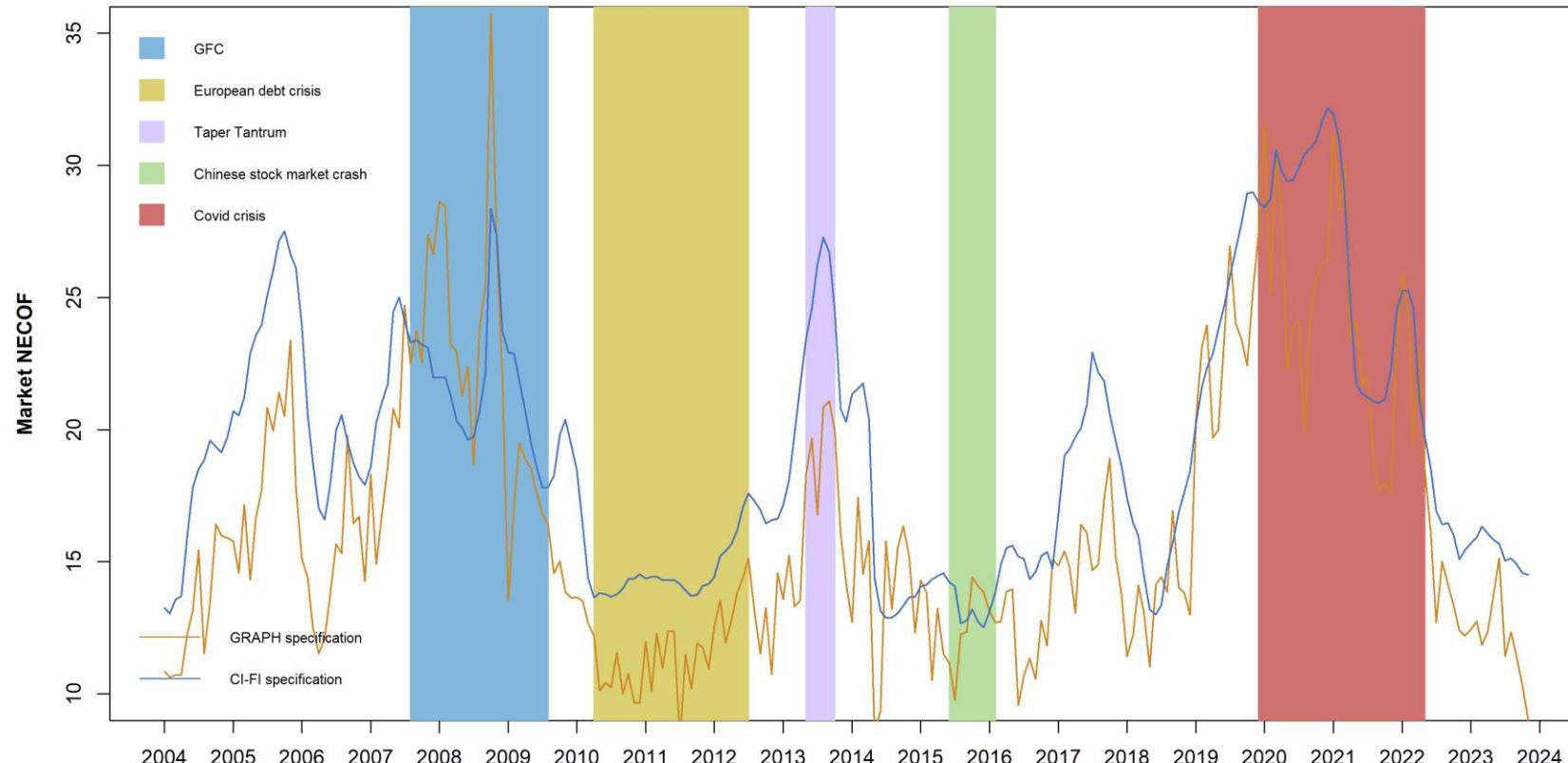


*a est un parent de b, c, d et e.
d est un enfant de a, b et c.*

Contagion et crises de change: Chapitre 2 – Analyse (1)

Market NECOF = indicateur de contagion à l'échelle du Forex.

- En bleu: market NECOF calculé en utilisant les liens d'intégration commerciale et financière pour identifier les liens de transmission entre taux de change
- En orange: market NECOF calculé en utilisant les Directed Acyclic Graphs.

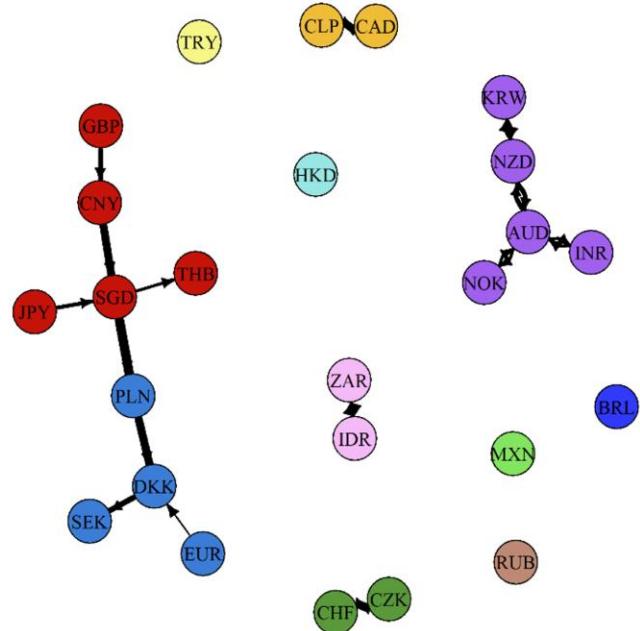


Source: Gautier V. (2025).

Contagion et crises de change: Chapitre 2 – Analyse (2)

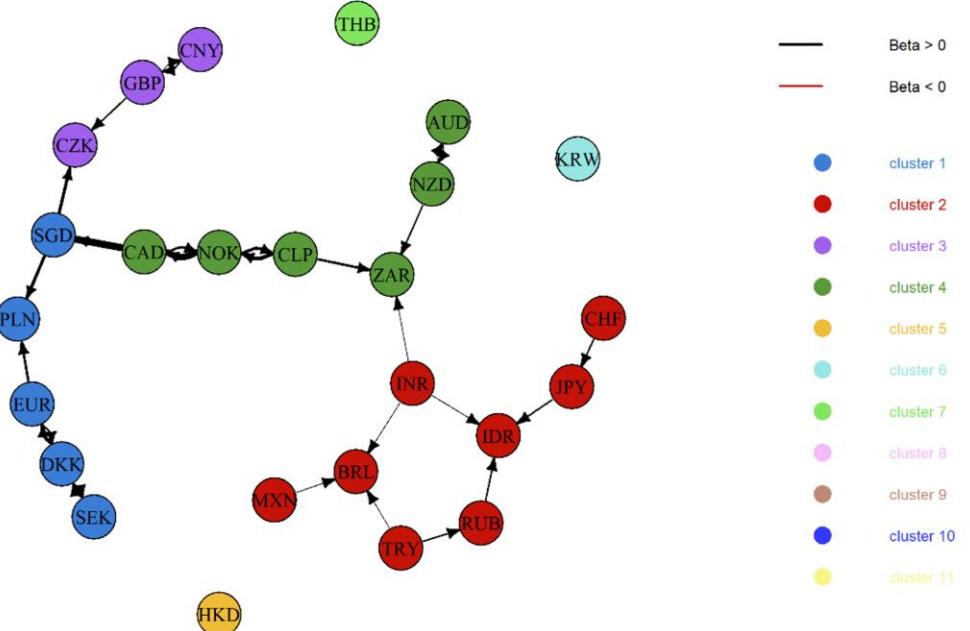
Avant le Covid

January 2019



Pendant le Covid

January 2021



Source: Gautier V. (2025).

Contagion et crises de change: Cas pratique

-
- 1) Calcul des corrélations et corrélations partielles + graphiques associés**
 - 2) Datation des crises de change à l'aide du critère de Frankel et Rose**
 - > Définir à l'aide d'un graphique les périodes de crises majeures
 - 3) Confrontation des corrélations et des périodes de crises majeures**
 - > Graphiques impliquant la somme des corrélations absolues et les crises: quel constat? (même chose avec seulement les corrélations positives et seulement négatives)

https://github.com/vgautier1/cours_M1_IEF/

Corrélation et causalité

Corrélation	Corrélation Partielle	Directed Acyclic Graph
<ul style="list-style-type: none">Mesure la force et la direction d'une relation linéaire entre deux variables (entre -1 et 1).Mesure la plus courante: coefficient de corrélation de Pearson.Ne fait pas la distinction entre les relations directes et indirectes.N'implique pas de causalité.Fonction <code>cor()</code> dans R.	<ul style="list-style-type: none">Mesure la force et la direction d'une relation linéaire entre deux variables tout en contrôlant l'effet d'une ou plusieurs variables supplémentaires (variables de confusion).Vise à isoler l'association unique entre deux variables après avoir éliminé l'influence d'autres variables en se basant sur la corrélation globale.N'implique pas de causalité.Fonction <code>pcor()</code> dans R.	<ul style="list-style-type: none">Structure graphique utilisée en théorie des graphes pour représenter des relations directionnelles sans cycles.Les flèches représentent la direction de l'influence ou de la relation entre les variables. Une flèche de A vers B signifie que A influence B.Repose sur des méthodes spécifiées pour identifier les relations causales (ex: algorithme de Peter et Clark reposant sur un test d'indépendance conditionnelle type χ^2).Identifie des relations de causalité.Fonction <code>pc()</code> du package <code>pcaLG</code> dans R.



Analyse synthétique du risque pays





La méthode Risk Monitor

Risque pays: rappel

- Quel que soit l'outil méthodologique, l'analyse économique indique des facteurs incontournables...
 - Croissance, équilibres extérieurs, endettement
 - Politique économique, politique monétaire, taux de change
 - Système bancaire, marchés financiers
- ... et des facteurs plus difficiles
 - Gouvernance
 - Régime politique, situation sociale, tensions
 - Géostratégie, soutien international
 - Contagion, mécanismes auto-renforçants

Risk Monitor: définition

- **Risk Monitor** = Outil d'analyse du risque pays sur une centaine d'économies émergentes et en développement développé par TAC Economics
- Une mesure de risque économique à partir de 12 indicateurs **économiques et financiers** –
Une approche « non-linéaire » (combinaison et effets de seuil)
- Une approche du **risque politique et de gouvernance** à partir de données de la Banque Mondiale, avec un exercice de normalisation statistique
- 3 types de risque, 3 horizons de temps
- Une traduction économétrique de l'ensemble en « **prime de risque globale** » exprimée en points de base et pouvant être directement intégrée dans les calculs de **coût du capital**

Coût du capital: définition

- **Coût du capital**= taux de rendement exigé qu'un investisseur ou une entreprise s'attend à recevoir en compensation du capital fourni. Il représente le coût d'opportunité d'utiliser des fonds pour un investissement ou un projet particulier plutôt que pour une alternative présentant un risque similaire.
- Les entreprises utilisent le coût du capital comme référence pour évaluer la faisabilité des projets d'investissement potentiels. Si le rendement attendu d'un projet est inférieur au coût du capital, le projet peut être considéré comme peu attrayant ou non viable financièrement.
- Le coût du capital est un élément fondamental dans l'évaluation de titres financiers tels que les actions et les obligations. Il est utilisé dans divers modèles financiers, y compris l'analyse de flux de trésorerie actualisés, pour déterminer la valeur actuelle des flux de trésorerie futurs.
- TAC Economics produit des mesures du cout de capital pour plus de 100 pays à l'aide de modèles robustes reposant sur des hypothèses clés (croissance potentielle, prix des matières premières, etc.) et la prime de risque issue de Risk Monitor.

Risques politique et de gouvernance

- Le **risque politique** concerne les instabilités et les incertitudes liées aux décisions politiques, aux changements de gouvernement, aux conflits sociaux, aux élections, et à d'autres événements politiques qui peuvent avoir un impact sur l'environnement des affaires, l'investissement étranger, la sécurité et la stabilité globale du pays.
- Le **risque de gouvernance** se réfère à la qualité des institutions, à la transparence, à l'efficacité des politiques publiques, à la lutte contre la corruption, à la primauté du droit, et à d'autres aspects liés à la manière dont un pays est gouverné. Des faiblesses dans ces domaines peuvent accroître le risque de mauvaise gestion, de corruption généralisée, d'instabilité sociale, et peuvent entraver le développement économique durable.

- Le **risque économique** d'un pays concerne les facteurs susceptibles d'influencer la performance globale de son économie. Cela peut inclure des éléments tels que les cycles économiques, les variations du produit intérieur brut, l'inflation, le chômage, les déséquilibres commerciaux, les réformes structurelles, etc. Le risque économique peut être dû à des facteurs internes ou externes.
- Le **risque financier** d'un pays est lié aux vulnérabilités dans son système financier. Cela inclut des aspects tels que la stabilité des institutions financières, la dette publique, la qualité de la régulation financière, les taux de change, les réserves de change, etc. Les crises financières, les défauts de paiement souverains et d'autres problèmes liés aux marchés financiers peuvent constituer des exemples de risques financiers nationaux.

Risk Monitor: équilibres économiques et financiers

- **L'équilibre de croissance** mesure la capacité d'un pays à enregistrer une croissance économique suffisante sans provoquer de déséquilibres extérieurs insoutenables.
- **L'équilibre de dette** mesure la qualité structurelle du financement extérieur d'un pays et sa capacité à équilibrer sa dette par des entrées plus stables d'investissements directs étrangers.
- **L'équilibre de liquidités** évalue la situation en devises d'un pays en examinant le niveau relatif des réserves de devises et la vulnérabilité liée à l'accumulation d'engagements à court terme en devises.
- **L'équilibre de change** examine plus précisément un aspect financier essentiel du risque pays en mesurant l'évaluation relative du taux de change en termes de compétitivité internationale ainsi que la qualité des variations des réserves officielles en relation avec les mouvements de capitaux à court terme.
- **La balance cyclique** donne une vue de la position cyclique du pays dans une perspective de risque pays et permet de mesurer à la fois la qualité de la politique économique intérieure et la nature des risques les plus sensibles, en examinant l'orientation de facto de la politique monétaire et l'élan de l'activité intérieure. Nos indicateurs ont une avance de 3 à 6 trimestres sur les évolutions réelles.
- **L'équilibre du système bancaire** donne une mesure des risques associés aux déséquilibres dans la situation bancaire globale du pays, par une appréciation des effets de levier macroéconomiques et de la solidité des capitaux des banques, d'une part, et de la dépendance des banques nationales à l'égard des financements étrangers, d'autre part.

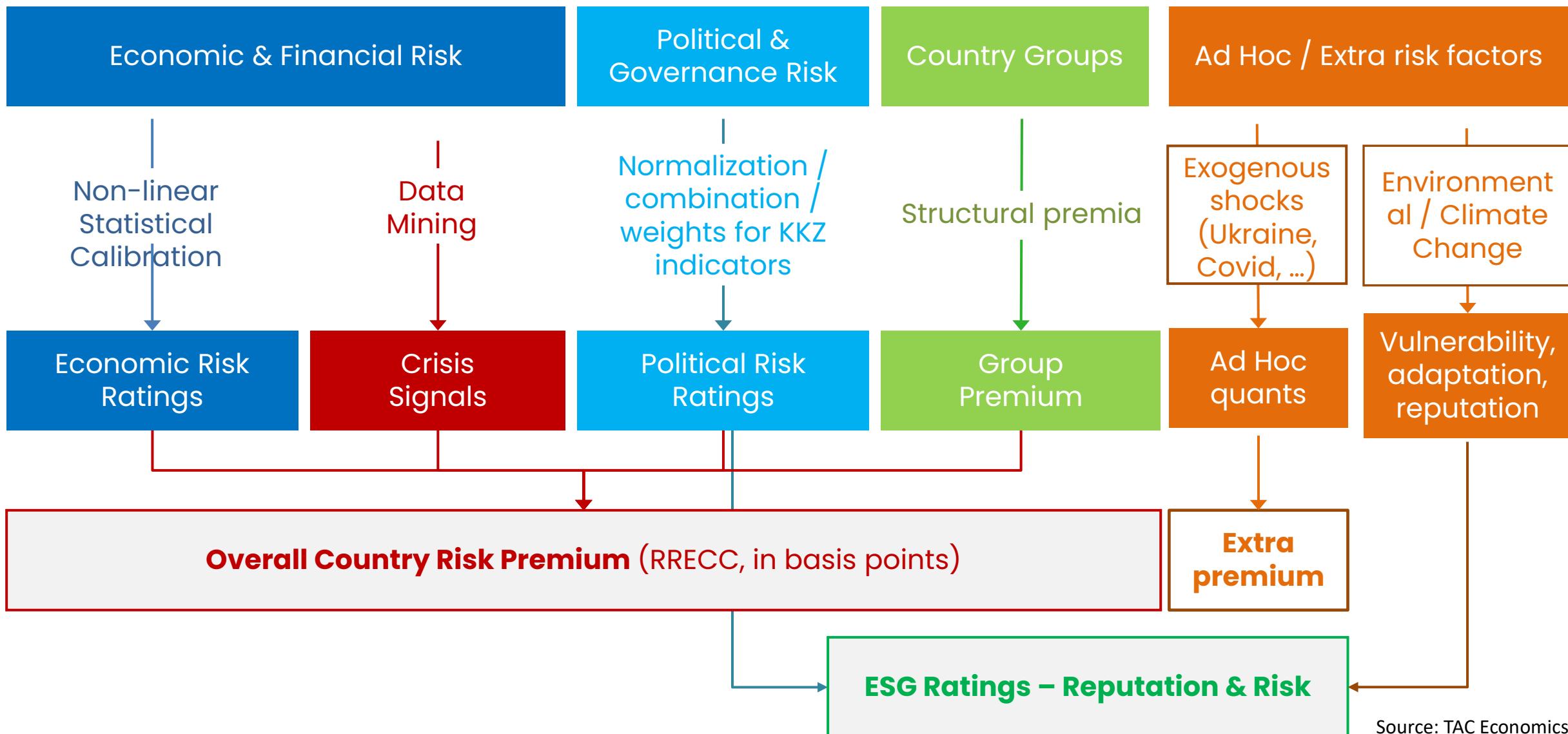
Risk Monitor: outil historique

Economic Risk	Political Risk	Country Groups
Growth Balance Real GDP, current account,...	KKZ Methodology Voice & Accountability	Three groups Major arbitrage markets
Debt Balance External debt, FDI	Political Stability	Commodity exporters
Liquidity Balance Short-Term debt, rfx level	Regulatory Quality	High number of past restructuring
Exchange Rate Balance Currency valuation, rfx dynamic	Government Effectiveness	
Cyclical Balance Business cycle, monetary policy	Rule of Law	
Banking System Balance Domestic credit, intern. refinancing	Control of Corruption	

+ crisis signals (EWS)

Source: TAC Economics.

Risk Monitor: améliorations en cours





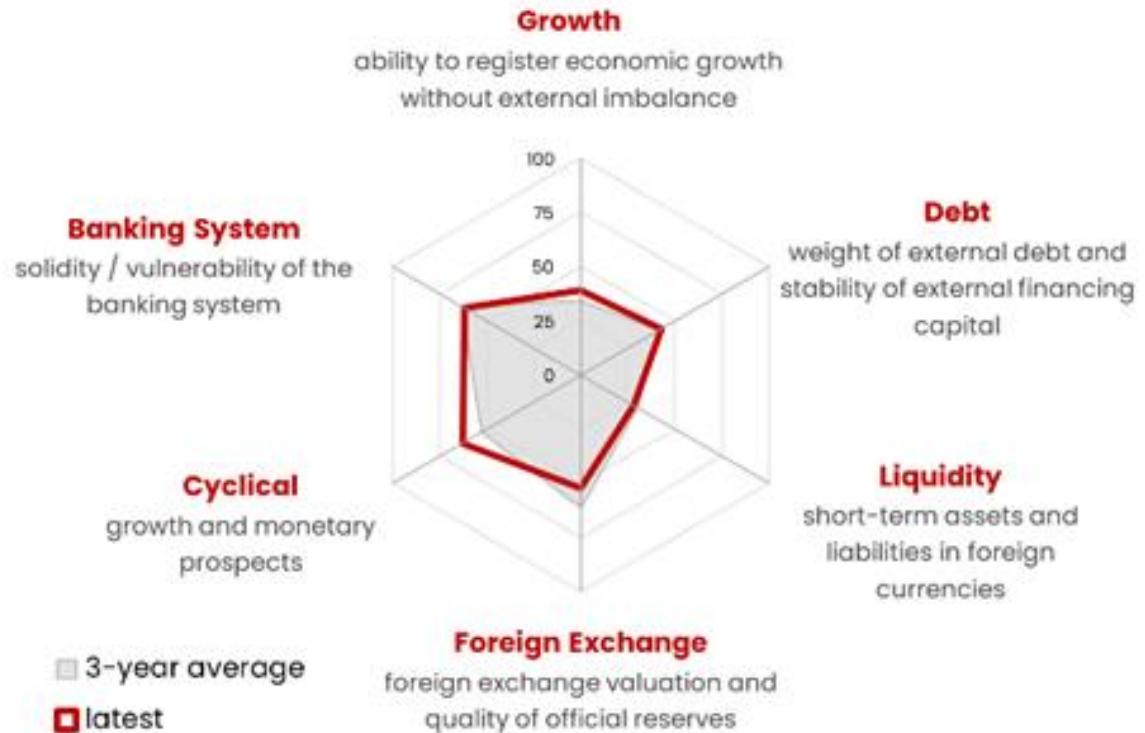
Risk Monitor: l'exemple de la Corée du Sud

Corée du Sud: Risque économique et financier

- Le degré global de risque économique pour la Corée est estimé moyen.
- Le risque économique est stable d'un trimestre à l'autre mais se dégrade fortement par rapport à l'année passée.
- En termes relatifs, la plus mauvaise mesure de risque pour la Corée est l'évaluation du taux de change à 1 an (56.2), et inversement, la meilleure est l'évaluation de la solvabilité à 3-5 ans (45.2).

Economic & Financial Risk Rating – South Korea 50.1-C

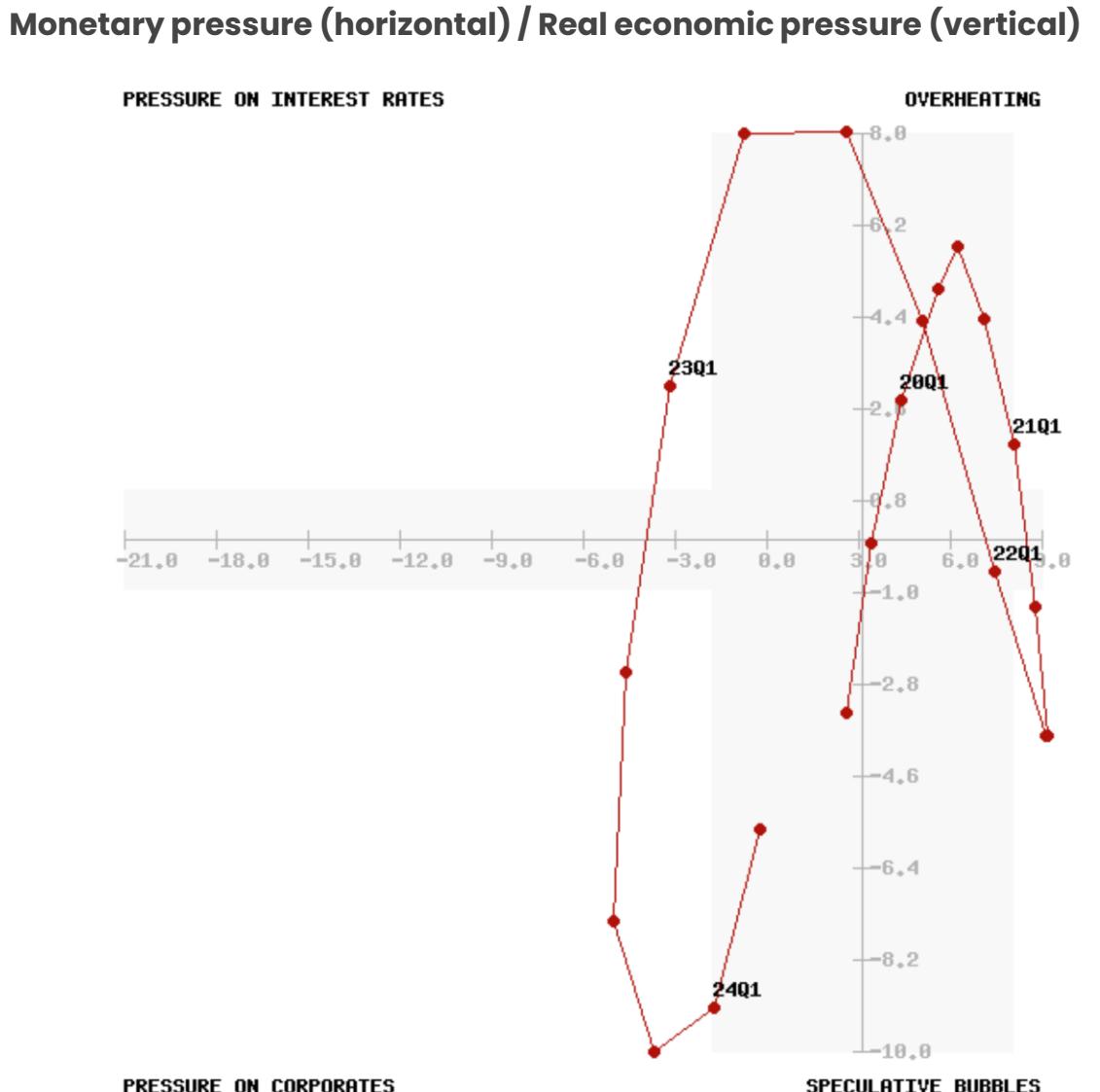
from 0 (lower risk) to 100 (higher risk)



Source: TAC Economics.

Corée du Sud: Zoom sur l'équilibre cyclique

- Concernant l'équilibre cyclique, la trajectoire en 2024 suggère une atténuation des pressions sur les entreprises grâce à une politique monétaire plus en phase avec le cycle (fin du tightening et début de l'easing). La faiblesse de la demande (effet retardé du tightening de la BoK et de l'inflation sur le pouvoir d'achat) continue de peser sur la dynamique conjoncturelle.
- monetary pressure =
4 quarter moving avg M2 growth – gdp growth – inflation*
- real economic pressure = $dr - \text{mean}(dr_{t-8 \rightarrow t-1})$*
 - with $dr = \alpha \sum(\text{goods imports}_{t-3 \rightarrow t}) \text{ yoy growth} + \beta \text{ mean}(\text{real xr}_{t-3 \rightarrow t}) \text{ yoy growth}$*
 - α, β such as $\ln(GDP) = \alpha \ln(\text{goods imports}) + \beta \ln(\text{real xr}) + \varepsilon$*

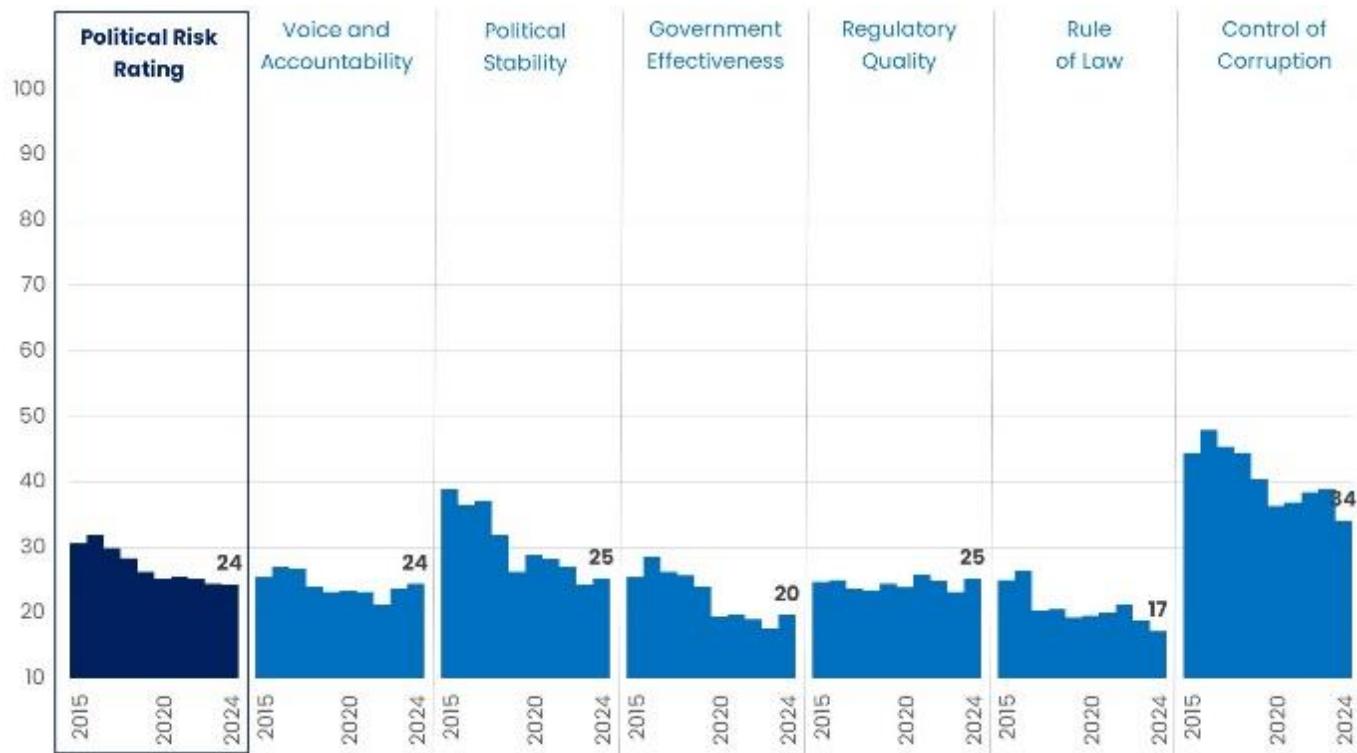


Source: TAC Economics.

Corée du Sud: Risque politique et de gouvernance

- Le rating de risque politique et de gouvernance s'est légèrement amélioré pour atteindre un niveau très favorable en 2024 (25-a)
- Le plus mauvais rating pour la Corée est le contrôle de la corruption et, à l'inverse, la meilleure est l'efficacité du gouvernement.
- Par rapport à la moyenne de tous les pays, le pire rating de risque politique pour la Corée est la stabilité politique, et inversement, la meilleure est l'efficacité du gouvernement.
- La fréquence des indicateurs marque un retard dans la prise en compte de certains évènements, notamment les tensions de décembre 2024 (tentative de mise en place de la loi martiale entraînant un changement temporaire de leader pour le pays).

History of Political Risk Rating by component
from 0 (lower risk) to 100 (higher risk)



Source: TAC Economics.

Corée du Sud: Prime de risque

Country Risk Premium Components – Janvier 2024

	Rating	Premium (in bp)
Economic & Financial	44.4 – C	136
Political & Governance	24 – a	-6
Crisis Signal	-	-
Country Risk Premium		131
<i>War in Ukraine Risk</i>		48

Country Risk Premium Components – Janvier 2025

	Rating	Premium (in bp)
Economic & Financial Risk	50.1 – C	134
Political & Governance Risk	24 – a	-6
Crisis Signal	-	-
Country Risk Premium		128
<i>War in Ukraine Risk Premium</i>		0

Source: TAC Economics.

Sur 2024, le rating Economique & Financier s'est dégradé (augmentation ↔ dégradation) mais la prime de risque associée est restée globalement stable (mécanismes non linéaires et effets de seuils). Le rating Politique & de Gouvernance est restée stable. La surprime motivée par l'exposition à la guerre en Ukraine, déjà faible en 2024, a disparu.



Vue globale sur les 10 key émergents

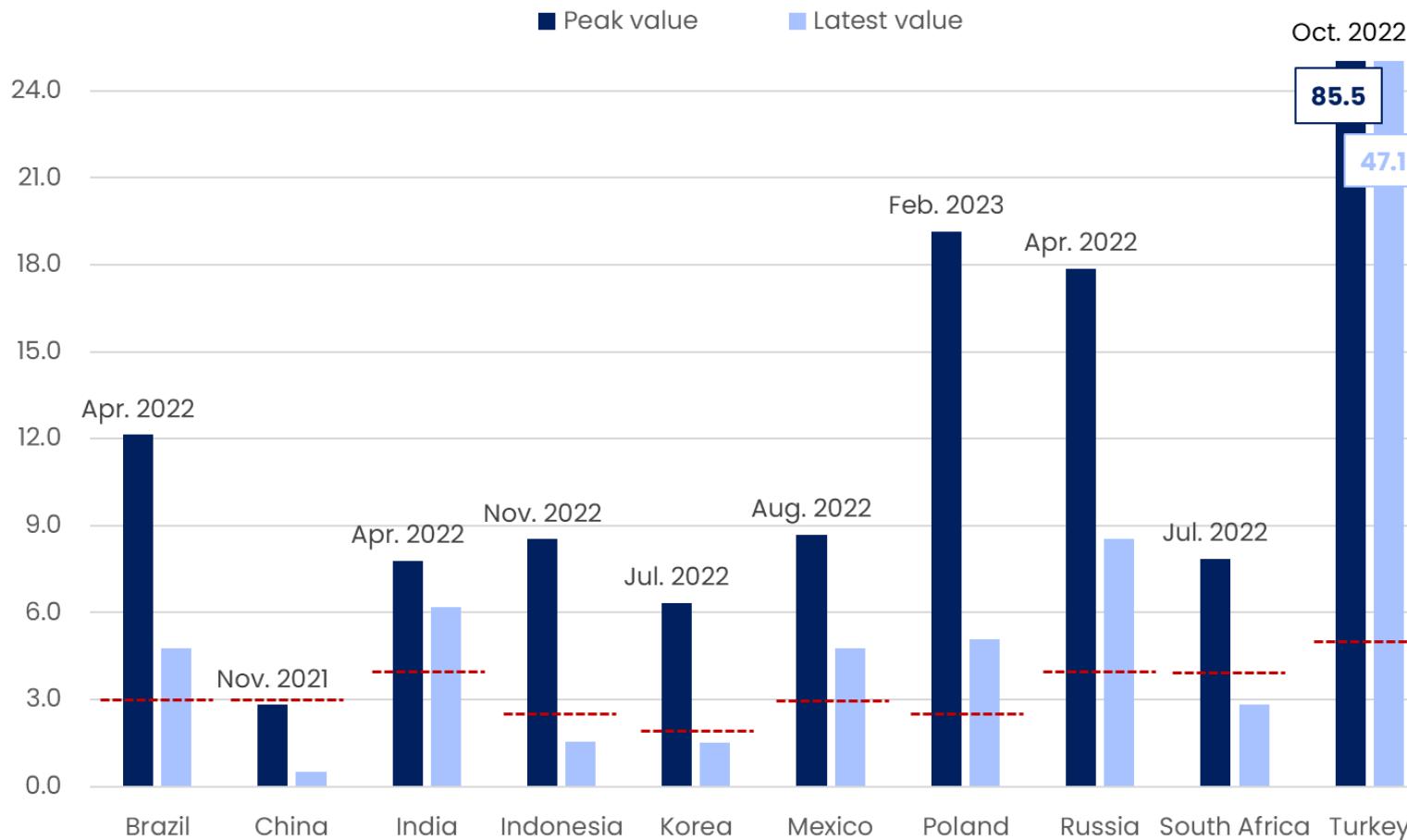
10key EMs: Etat des lieux fin 2024 (1)

- *10key EMs: Brésil, Chine, Inde, Indonésie, Corée du Sud, Mexique, Pologne, Russie, Afrique du Sud et Turquie.*
- **Ralentissement modeste de la croissance économique, à un niveau peu satisfaisant.** La consommation privée, principal moteur de la croissance au cours des derniers trimestres, se normalise progressivement, tandis que la reprise de l'investissement reste affectée par des perspectives commerciales incertaines. **L'inflation est également revenue à son niveau d'avant la pandémie**, bien qu'avec une grande hétérogénéité (proche de la déflation en Chine, presque au bord de l'hyperinflation en Turquie), ce qui a conduit les banques centrales des pays émergents à assouplir progressivement leur politique monétaire.
- Le rebond des notes moyennes de risque politique et de gouvernance en 2024 met en évidence **l'affaiblissement des cadres institutionnels et réglementaires**; combiné à l'escalade des tensions géopolitiques ces dernières années, **l'environnement des opérations commerciales mondiales est gravement affecté**. Enfin, les risques liés à la politique étrangère se sont accentués avec l'élection de D. Trump : sa stratégie d'isolationnisme (désengagement potentiel des alliances mondiales, resserrement des relations commerciales et de l'immigration) pourrait affecter la confiance dans l'ordre économique et militaire mondial. Nos outils mettent en évidence des risques plus élevés en Asie (Chine, Vietnam, Inde, etc.) et en Amérique latine (Mexique, Salvador, Guatemala, etc.).

10key EMs: Etat des lieux fin 2024 (2)

Inflation in 10 Key EM

% y/y, peak, latest value and target



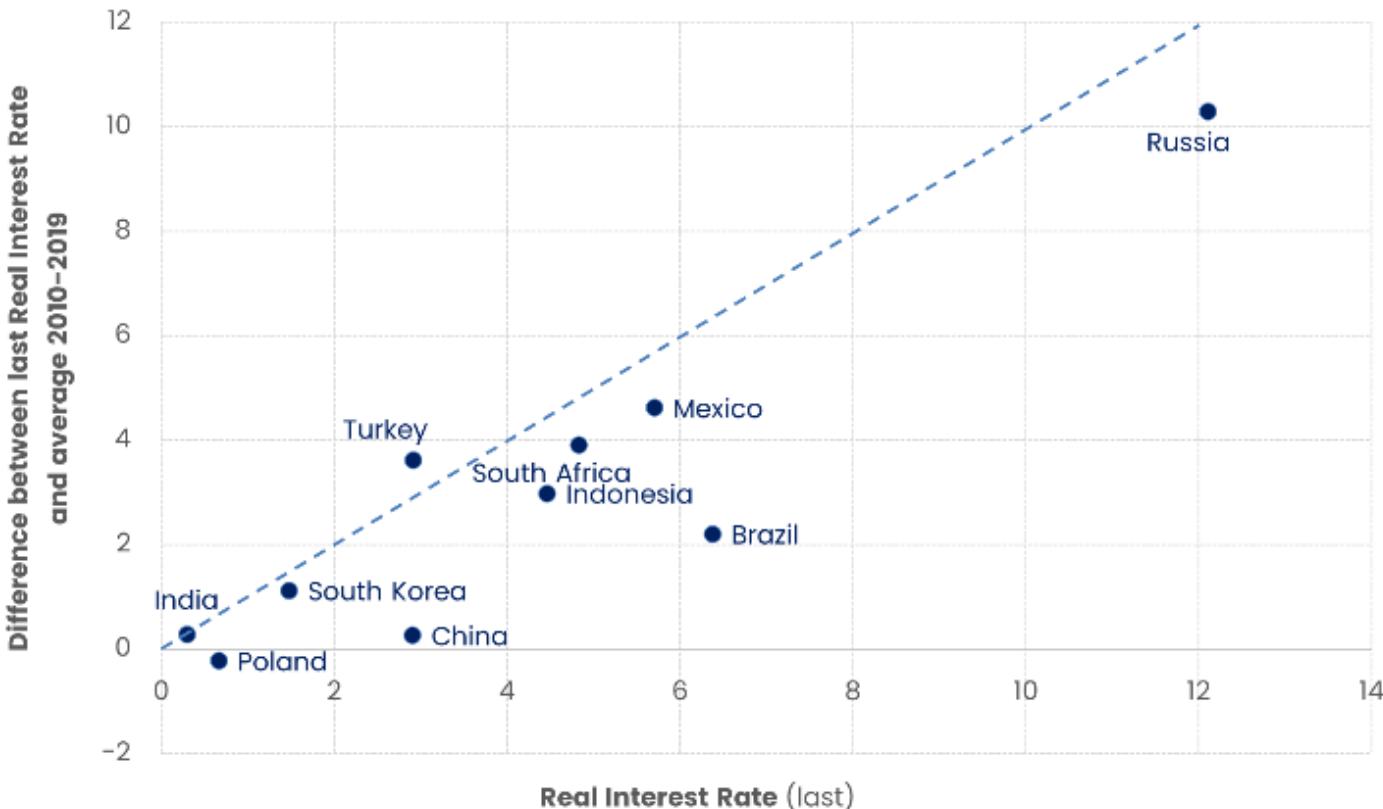
Source: TAC Economics.

L'inflation a progressivement diminué au cours des derniers mois, principalement en raison du risque déflationniste en Chine, d'un allègement des pressions sur les matières premières (notamment l'énergie) et du cycle monétaire restrictif mondial.

10key EMs: Etat des lieux fin 2024 (3)

Monetary policy

Real interest rate (and the gap with LT average)

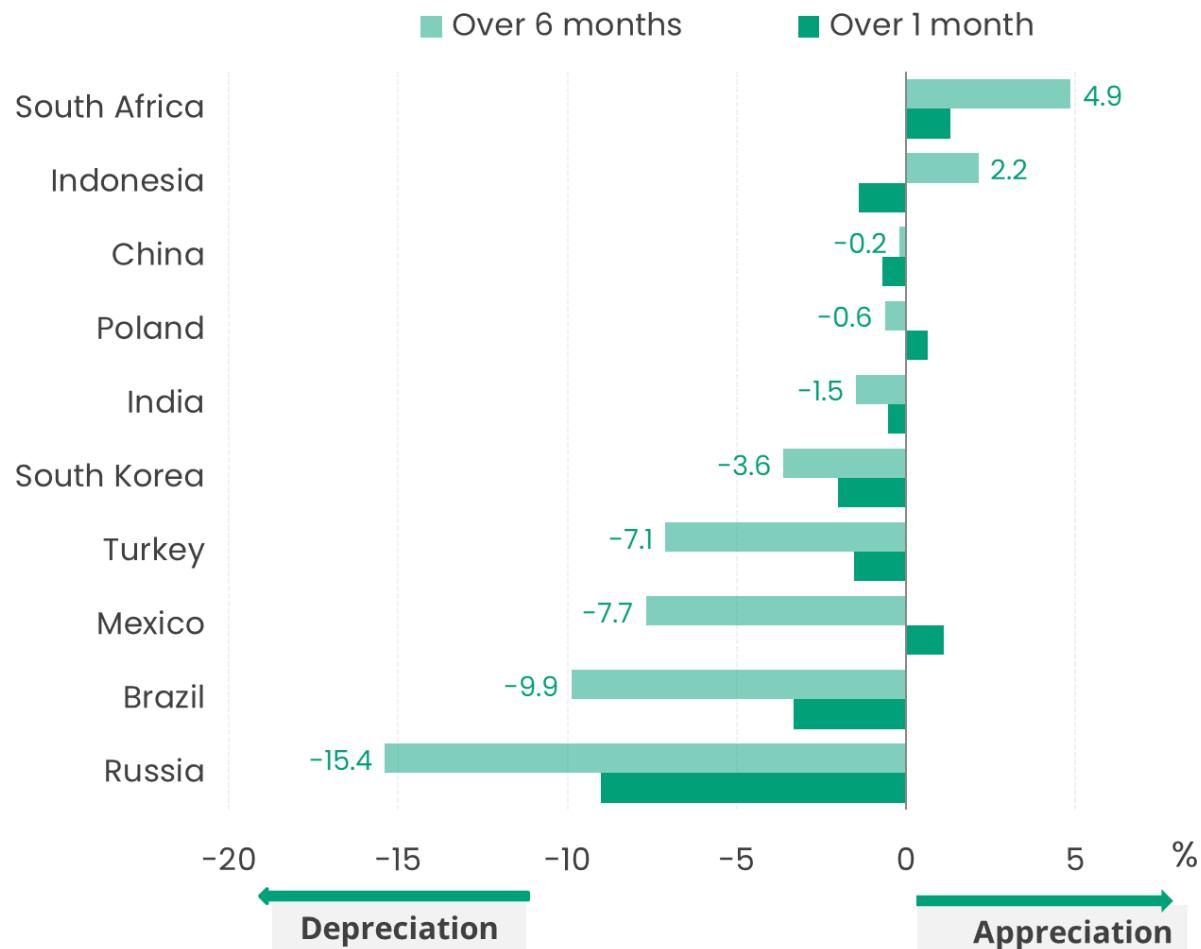


Les banques centrales ont entamé (Indonésie : réduction de 25pb en septembre) ou poursuivi au 2024T4 (Chine, Mexique, Afrique du Sud et Corée du Sud) leur trajectoire prévue d'assouplissement monétaire progressif ; pendant ce temps, la Russie et surtout le Brésil ont resserré leur politique monétaire, conformément à la résurgence temporaire de l'inflation. Les inquiétudes importantes concernant la stabilité financière et la répercussion de la dépréciation de la monnaie laissent actuellement la Banque centrale du Brésil avec un taux d'intérêt réel élevé.

10key EMs: Etat des lieux fin 2024 (4)

Nominal Exchange Rate in Emerging Markets

Change in %, as of Dec. 11, 2024

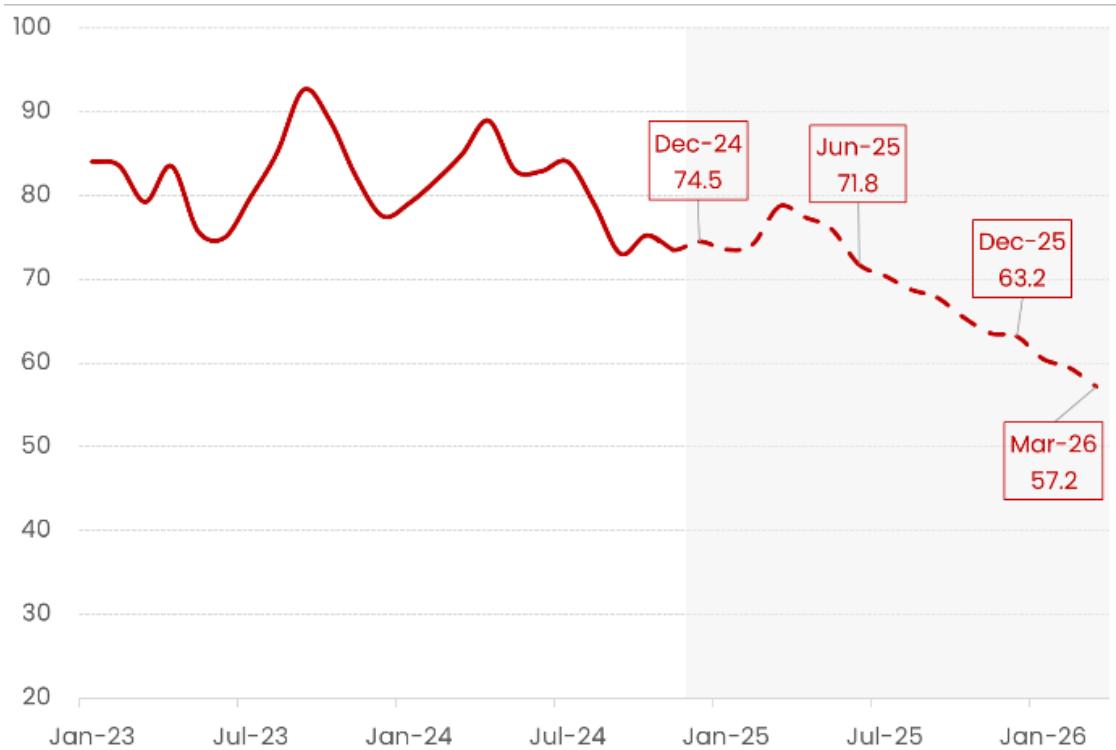


2024 n'a pas été l'année de la correction pour les devises émergentes. Elles ont globalement continué à se déprécier face à l'USD, bien que moins rapidement qu'en 2023. En cause la position « higher-for-longer » de la Fed et plus récemment l'élection de D. Trump, source d'incertitude sur les marchés financiers ayant favorisé un repli vers l'USD.

10 key EM: Vue globale – Prix de l'énergie

TAC ECONOMICS Global Oil Price projections

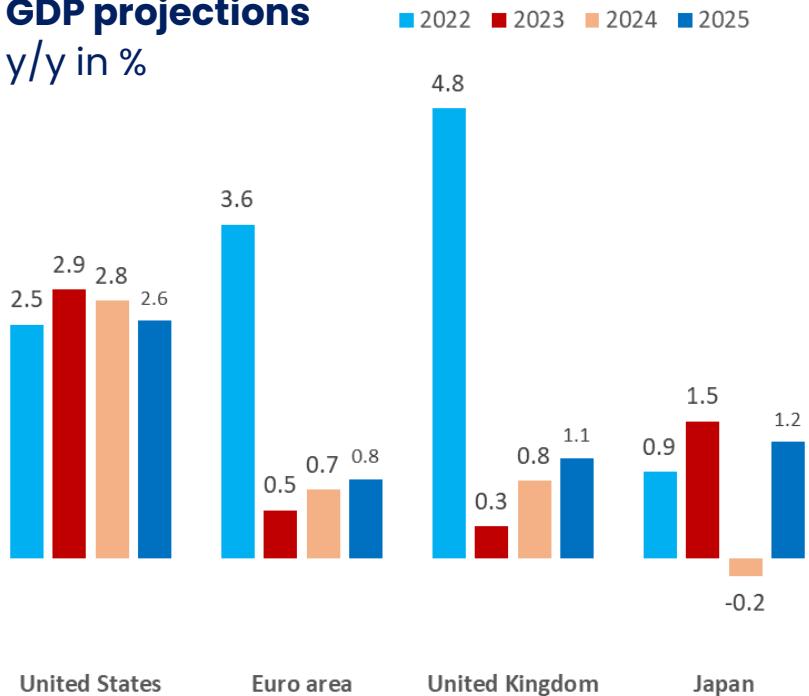
Brent is \$/bl, until March 2026



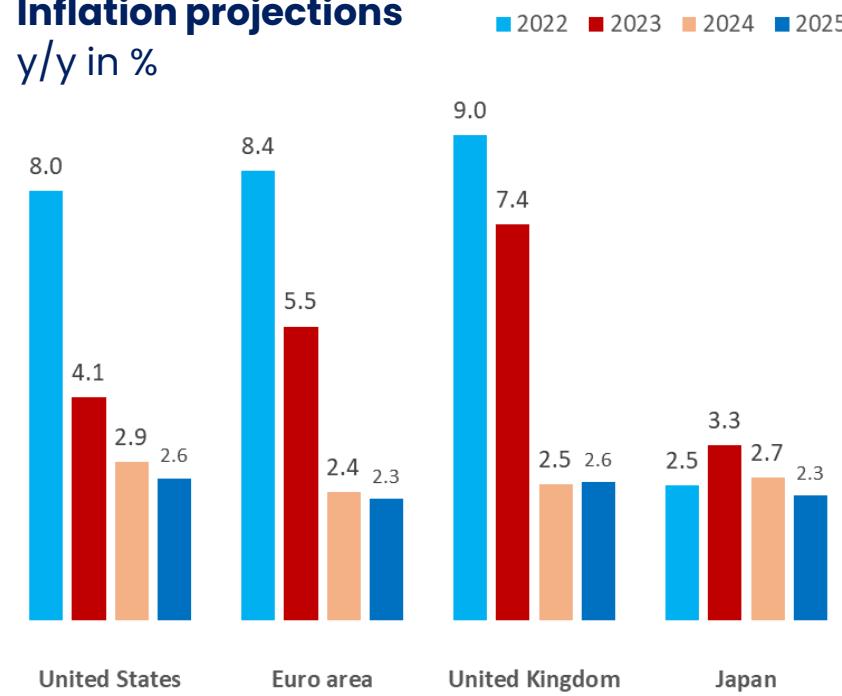
- Les prix du pétrole devraient se maintenir dans une fourchette de 70-80 \$/bl jusqu'au premier trimestre 2025, en raison d'un équilibre relatif entre l'offre et la demande. À partir d'avril 2025, l'offre des pays non-membres de l'OPEP, y compris les États-Unis, devrait s'améliorer considérablement, tandis que les pays de l'OPEP+ devrait disposer d'une marge budgétaire très limitée pour procéder à de nouvelles réductions de leurs quotas de production.
- Parallèlement, la demande mondiale devrait stagner autour de 104 millions de barils par jour pendant la majeure partie de 2025, avec une augmentation plausible au tournant de 2026. Dans l'ensemble, les prix du pétrole commencerait à baisser au deuxième trimestre 2025, pour se rapprocher de 60-65 barils à la fin de 2025.
- Ces perspectives plus favorables pour les prix des matières premières seront très propices à l'extension de la décélération actuelle des pressions inflationnistes.

10 key EM: Vue globale – Economies matures

GDP projections
y/y in %



Inflation projections
y/y in %



L'économie **américaine** est prête pour une nouvelle année de croissance solide en 2025, avec un PIB qui devrait augmenter de 2.5%, soutenu par des mesures de relance budgétaire, une forte demande des consommateurs et des investissements industriels ciblés. En **Zone Euro** la croissance devrait rester freinée par des faiblesses structurelles, des coûts énergétiques élevés en Allemagne, une dépendance aux exportations dans un contexte de tensions commerciales et la consolidation budgétaire. Le **UK** devrait légèrement mieux s'en sortir, aidé par un stimulus fiscal important (2% du PIB) mais l'inflation encore élevée devrait continuer de peser sur le pouvoir d'achat des ménages. Enfin au **Japon**, la confirmation d'un cercle vertueux prix-salaire, à même de générer des gains de pouvoir d'achat et de stimuler la demande domestique, est attendue sur 2025.

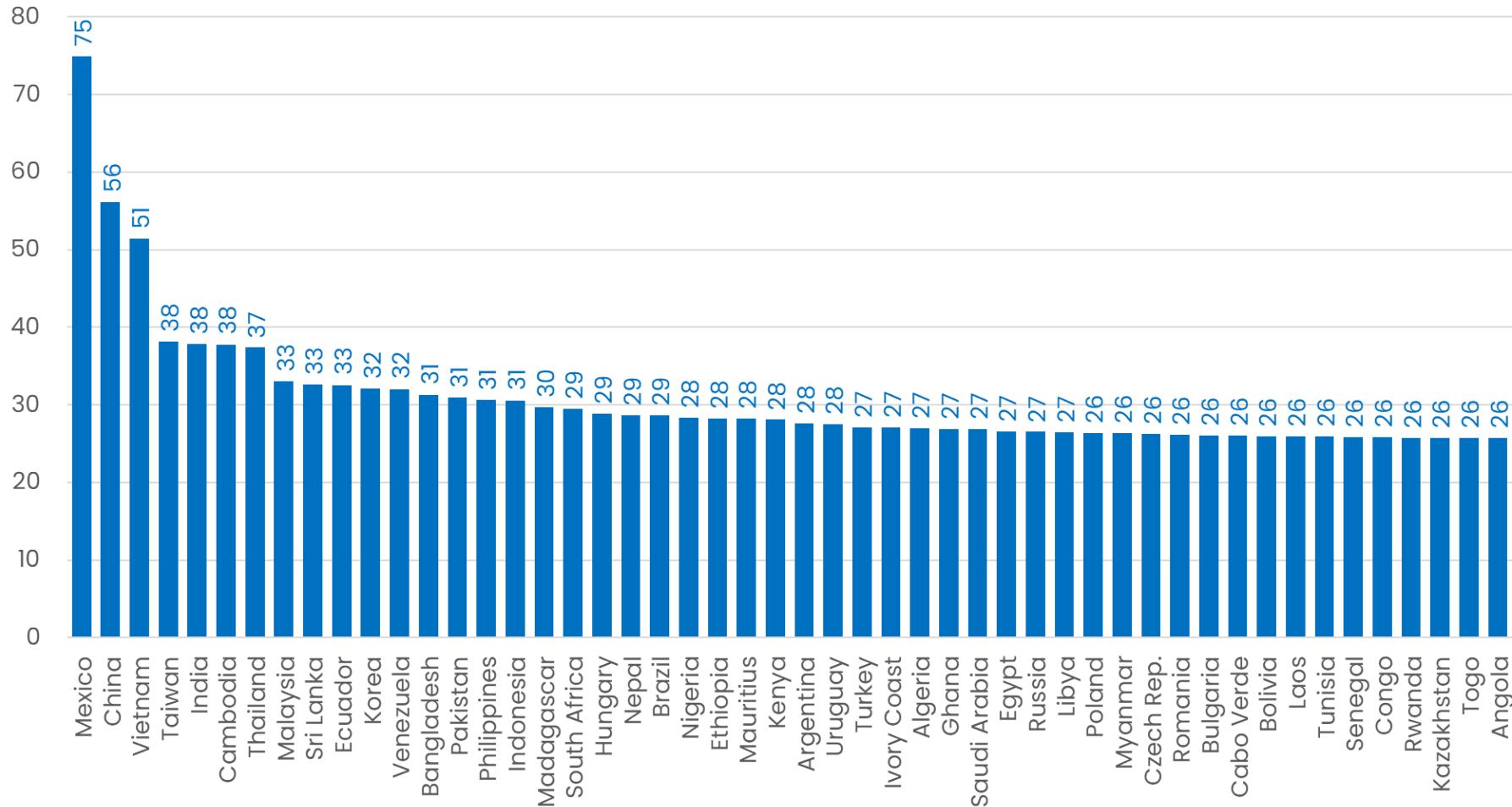
10 key EM: Vue globale – Contexte géopolitique (1)

- Au cœur du programme de Trump se trouve une **politique commerciale protectionniste**. Les droits de douane proposés, dont la portée et l'ampleur sont encore incertaines (cible le monde entier avec une surprise sur la Chine), visent à protéger les industries nationales et à réduire le déficit commercial. Si, dans un premier temps, ces mesures peuvent réussir à **freiner les importations**, à **augmenter les recettes douanières** et à **stimuler la production nationale**, leur calendrier et leur mise en œuvre laissent penser que les effets les plus marqués devraient apparaître en 2026 plutôt qu'en 2025.
- Une fois pleinement mises en œuvre, ces politiques devraient **intensifier les pressions inflationnistes**, les entreprises répercutant l'augmentation des coûts d'importation sur les consommateurs. Combinée à un marché du travail tendu, cette situation pourrait pousser la Réserve fédérale à maintenir, voire à **augmenter, son taux d'intérêt directeur**. La hausse des taux d'intérêt qui en résulterait renforcerait probablement le dollar américain, érodant la compétitivité des exportations américaines et contrariant les efforts de rééquilibrage des flux commerciaux.
- Sur le plan géopolitique, la préférence de Trump pour **l'unilatéralisme économique** et les **négociations bilatérales** plutôt que pour la coopération multilatérale menace de **déstabiliser les systèmes commerciaux mondiaux** et de **fragmenter les chaînes d'approvisionnement**. Alors que d'autres pays adoptent des mesures protectionnistes de rétorsion, les tensions géopolitiques et l'imprévisibilité politique qui en résultent pourraient **décourager les investissements étrangers** et **accroître la volatilité des marchés mondiaux**.

10 key EM: Vue globale – Contexte géopolitique (2)

Trump Vulnerability Index – Trade

Top50, from 0 to 100 (highest vulnerability)



10 key EM: Vue globale

GDP Growth and Inflation in 10 Key EM

%

	GDP Growth				Inflation			
	2022	2023	2024	2025	2022	2023	2024	2025
Brazil	3.0	3.2	3.2	2.4	9.3	4.6	4.5	4.3
China	3.0	5.2	4.7	4.6	2.0	0.2	0.5	1.0
India	6.5	7.7	6.8	6.8	6.7	5.7	4.9	4.4
Indonesia	5.3	5.0	5.0	4.8	4.2	3.7	2.4	2.6
South Korea	2.7	1.4	2.3	2.0	5.1	3.6	2.4	2.0
Mexico	3.7	3.3	1.2	1.1	7.9	5.6	4.8	3.8
Poland	5.4	0.1	2.6	3.5	14.3	11.6	3.7	4.7
Russia	-0.6	3.3	3.3	0.8	13.8	6.0	8.3	7.1
South Africa	1.9	0.7	0.6	1.6	6.9	5.9	4.6	4.2
Turkey	5.5	5.1	2.5	2.6	72.0	53.5	60.5	32.9
10 Key EM (GDP weighted)	3.4	4.7	4.3	4.0	7.0	4.3	4.3	3.5

Source: TAC Economics Datalab.

- La croissance économique des pays émergents devrait se stabiliser autour de 4.3% en 2025, avec un équilibre entre les éléments favorables (consommation résiliente, amélioration de la confiance et politiques économiques favorables) et défavorables (transmission retardée de l'assouplissement monétaire progressif, cycles monétaires désordonnés dans les économies avancées, réduction de l'effet d'attraction du commerce mondial).
- Les pressions inflationnistes seront plus bénignes grâce à la baisse des prix des matières premières et de la modération de la croissance des salaires.
- À l'avenir, l'assouplissement monétaire des banques centrales devrait être plus progressif, notamment pour contrer les risques de volatilité financière. Dans l'ensemble, la stagnation des perspectives économiques mettra particulièrement l'accent sur la résilience macrofinancière.



Cas pratique: construction d'un polygone de risques

Cas pratique: Construction d'un polygone de risques

- 1) Définir 6 piliers afin de construire un polygone de risques. Chaque pilier doit au minimum comporter 2 indicateurs.
- 2) Récupération des données pour au moins deux pays émergents parmi: Inde, Indonésie, Brésil, Mexique, Turquie, Russie et Afrique du Sud.
- 3) Mettre les données dans le bon sens (augmentation de l'indicateur ⇔ augmentation du risque).
- 4) Mise à l'échelle des données.
- 5) Pondération des indicateurs pour obtenir les 6 piliers.
- 6) Extraction des résultats et création du polygone de risques.

- La mise à l'échelle ou le *scaling* permet de ramener toutes les variables sur une échelle comparable (normalisation et quantile) ou globalement plus comparable (standardisation) permettant une convergence plus rapide des algorithmes, un poids identique accordé aux variables dans les modèles, comparer la magnitude des coefficients de régression...
- Deux méthodes sont le plus souvent utilisées (normalisation et standardisation) mais d'autres méthodes existent telles que la normalisation par quantiles qui permet de mieux gérer la variabilité entre les séries et les valeurs extrêmes.

Normalisation	Standardisation
Met à l'échelle les données en utilisant les valeurs minimales et maximales.	Met à l'échelle s données en utilisant la moyenne et l'écart-type.
Lorsque les caractéristiques sont sur diverses échelles, elle est fonctionnelle.	Lorsque la moyenne et l'écart-type d'une variable sont tous deux fixés à 0, cela est bénéfique.
Les valeurs à l'échelle se situent entre [0, 1] et [-1, 1].	Les valeurs à l'échelle ne sont pas contraintes à une plage particulière.
Également connue sous le nom de « scaling normalization ».	Ce processus est appelé « Z-score normalization ».
Utile lorsque la distribution des séries n'est pas claire.	Utile lorsque la distribution des séries est cohérente.



Merci de votre attention

Virginie Gautier

virginie.gautier@univ-rennes.fr

virginie.gautier@taceconomics.com

www.taceconomics.com

